

SÄKER
EL
FÖRSÖRJNING

Ref



Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2013



National Library
of Sweden

SOU

1984:69

Ref

SÄKER EL FÖRSÖRJNING



*Betänkande av kommissionen om
elförsörjningens sårbarhet*

SOU
1984:69





Statens offentliga utredningar
1984: 69
Industridepartementet

Säker elförsörjning

Betänkande av
Kommissionen om elförsörjningens sårbarhet
Stockholm 1984

Omslag Ad Sum

ISBN 91-38-08433-3
ISSN 0375-250X

Norstedts Tryckeri AB 1984



Säker elförso...

Stockholm 1984
Kommunikations- och informationsvetenskap
Bibliotekets...

Till Statsrådet Birgitta Dahl

Den 12 januari 1984 bemyndigade regeringen det statsråd som har till uppgift att föredra ärenden som rör energipolitiken att tillkalla en särskild utredare med uppdrag att utreda elförsörjningens sårbarhet mot bakgrund av störningen i elförsörjningen den 27 december 1983 och lämna förslag till vilka åtgärder som bör vidtas för att minska sårbarheten i elförsörjningen och begränsa konsekvenserna av en störning.

Med stöd av detta bemyndigande tillkallade statsrådet Dahl landshövdingen Bengt Gustavsson som särskild utredare fr o m den 12 januari 1984. Statsrådet Dahl förordnade vidare byråchefen Ulf Broström, driftdirektören Nils Holmin, avdelningschefen Östen Johansson, avdelningschefen Lars Gunnar Larsson, f d vice radiochefen Jan-Otto Modig och utredningssekreteraren Anders Söderholm som sakkunniga fr o m den 23 januari 1984. Av dessa förordnades Lars Gunnar Larsson att tillika vara ordförande i en arbetsgrupp för analys av elsystemet, Jan-Otto Modig att tillika vara ordförande i en arbetsgrupp för vissa informationsfrågor och Anders Söderholm att tillika vara ordförande i en arbetsgrupp för analys av reservkraftsbehovet.

Utredaren och de sakkunniga har antagit namnet kommissionen om elförsörjningens sårbarhet.

Kommissionens överväganden och förslag bygger på de rapporter som har utarbetats i nämnda tre arbetsgrupper för analys av elsystemet resp reservkraftsbehovet och för vissa informationsfrågor. Arbetsgruppernas rapporter fogas som bilagor till detta betänkande.

Som experter i arbetsgruppen för analys av elsystemet förordnades fr o m den 3 mars 1984 departementssekreteraren Jan Björk, överingenjören Michel Chamia, laboratorn Anders Fröman, överingenjören Sivert Göthlin, driftchefen Karl-Erik Hedhag, överingenjören Torsten Johansson, verkställande direktören Lars Norlin, överinspektören Sture Stéen och direktören Gunnar Tedestål.

Som experter i arbetsgruppen för analys av reservkraftsbehovet förordnades fr o m den 10 februari 1984 avdelningschefen Allan Algotsson, överingenjören Leif Backéus, kanslichefen Jan Cedmark, agronomen Lars Dahlgren, kanslirådet Jan-Olov Ericson, avdelningsdirektören Göran Fredriksson, civilingenjören Margareta Gefwert, byrådirektören Kurt Hassel, förste ingenjören Ulf Jordvall, departementssekreteraren Lena Lindén, civilingenjören Harald Ljung, överingenjören Börje Möller, byråchefen Tore Peterson, överingenjören Krister Smedman, överingenjören

Peter Steen, distriktsingenjören Carl-Gunnar Strand och överingenjören Allan Thulin.

Som experter i arbetsgruppen för vissa informationsfrågor förordnades fr o m den 6 februari 1984 avdelningsdirektören Disa Byman, redaktionschefen Björn Halldén, informationschefen Helge Jonsson, kanslichefen Per-Axel Landahl och direktören Nils-Petter Lindskog.

Verkställande direktören Harald Haegermark förordnades att vara huvudsekreterare fr o m den 15 februari 1984. Som sekreterare förordnades fr o m den 23 januari 1984 1:e forskaren Margareta Bergström, avdelningsdirektören Birgitta Dangården, tekn doktorn Carl Mattsson och departementssekreteraren Gun Tombrock. Avdelningsdirektören Gunnar Leman förordnades som sekreterare fr o m den 19 mars 1984.

Assistenten Susanne Wennerstein har fr o m den 1 februari 1984 biträtt kommissionen.

Kommissionen överlämnar härmed betänkandet (1984:69) Säker elförsörjning. De sakkunniga har i princip ställt sig bakom den särskilde utredarens förslag. Uppdraget är därmed slutfört.

Stockholm den 14 augusti 1984.

Bengt Gustavsson

*Ulf Broström
Östen Johansson
Jan-Otto Modig*

*Nils Holmin
Lars Gunnar Larsson
Anders Söderholm*

*/Harald Haegermark
Gunnar Leman*

Innehåll

<i>Sammanfattning</i>	9
1 <i>Uppdraget och arbetets uppläggning</i>	15
2 <i>Elsystemets uppbyggnad och funktionssätt</i>	18
2.1 Inledning	18
2.2 Elnät	19
2.3 Leveranssäkerhet	19
2.4 Utbyggnad och drift av stamnät	19
2.5 Utbyggnad och drift av distributionsnät	21
2.6 Avbrott	22
2.7 Avbrottsvärdering	24
2.8 Reservkraft	24
2.9 Avvägning av anskaffning av reservkraft	25
3 <i>Utgångspunkter, avgränsningar och allmänna övervägan-</i> <i>den</i>	26
3.1 Sårbarhetsbegreppet	26
3.2 Störningar under fred, beredskap och krig	28
3.3 Störfall	29
3.4 Övriga utgångspunkter	30
4 <i>Storstörningen den 27 december 1983. Förlopp och erfaren-</i> <i>heter</i>	31
4.1 Elproduktion och stamnät	31
4.2 Eldistribution, elanvändning och reservkraft	32
4.3 Information	34
5 <i>Överväganden och förslag avseende elproduktion och stam-</i> <i>nät</i>	35
5.1 Dimensioneringskriterier och riskbedömning	36
5.1.1 Dimensioneringskriterier	36
5.1.2 Principer för drift av stamnätet	36
5.1.3 Bedömning av risk för elavbrott i stamnätet	36
5.2 Driftsäkerheten i stamnätet	36
5.2.1 Översyn av riktlinjer för drift	36
5.2.2 Förbättring genom nyanläggningar	37

5.2.3	Modernisering av befintliga anläggningar	37
5.2.4	Utökad skyddsutrustning	37
5.2.5	Reserver för spänningsstabilisering	37
5.2.6	Utbildning och erfarenhetsåterföring	38
5.3	Storstörningen och elproduktionsanläggningarna	38
5.3.1	Erfarenheter	38
5.3.2	Åtgärder	38
5.4	"Små" fel som ger stora verkningar	39
5.5	Från- och tillkoppling av elbelastning	39
5.5.1	Automatisk från- och tillkoppling	39
5.5.2	Driftåteruppbyggnad	39
5.6	Elförsörjning inom begränsade områden	40
5.6.1	Isolerade elsystem vid eller direkt efter störning	40
5.6.2	Isolerade elsystem vid längre elavbrott	40
5.7	Rollfördelning mellan berörda organisationer	40
5.7.1	Samverkan i stamnätsfrågor	40
5.7.2	Myndigheternas roll	40
5.8	Sammanfattande bedömning	41
6	<i>Överväganden och förslag avseende eldistribution, elanvändning och reservanordningar</i>	42
6.1	Allmänna slutsatser	43
6.1.1	Känslig avbrotts tid	43
6.1.2	Långa elavbrott	43
6.1.3	Avvägning mellan åtgärder hos användare och i elnät	43
6.1.4	Åtgärder hos användare/reservkraft	44
6.1.5	Nätförstärkning	44
6.1.6	Avbrottsvärdering	45
6.1.7	Prioritering av elanvändare	45
6.1.8	Isolerade elsystem vid längre elavbrott	45
6.2	Funktionsvisa förslag	46
6.2.1	Sjukvård	46
6.2.2	Transporter och drivmedelsförsörjning	46
6.2.3	Post, bank	47
6.2.4	Uppvärmning	47
6.2.5	Hissar, kodlås m m	47
6.2.6	Vatten och avlopp	47
6.2.7	Fjärrvärme/naturgas	48
6.2.8	Telenät	48
6.2.9	Radiokommunikation	48
6.2.10	Polis	49
6.2.11	Larmsystem	49
6.2.12	Vädertjänst	49
6.2.13	Miljöfarlig verksamhet	50
6.2.14	Industri	50
6.2.15	Datorer	50
6.2.16	Handel och livsmedelsförsörjning	50
6.2.17	Jordbruk/animalieproduktion	51
6.3	Kommunal planering	51

7	Överväganden och förslag avseende information vid elavbrott	53
7.1	Organisation och behov av information	53
7.2	Informationskanaler	54
7.3	Informationens utformning	54
7.4	Förberedelser	54
Bilaga 1	Kommissionens direktiv	55
Bilaga 2	Elproduktion och stamnät Rapport från gruppen för analys av elsystemet: Grupp A inom kommissionen (I 1984:01) om elförsörjningens sårbarhet	59
Bilaga 3	Eldistribution, elanvändning och reservanordningar Rapport från gruppen för analys av reservkraftsbehovet: Grupp B inom kommissionen (I 1984:01) om elförsörjningens sårbarhet	101
Bilaga 4	Information vid elavbrott Rapport från gruppen för vissa informationsfrågor: Grupp C inom kommissionen (I 1984:01) om elförsörjningens sårbarhet	233

- 1. Introduction
- 2. Objectives
- 3. Methodology
- 4. Results
- 5. Discussion
- 6. Conclusion

- 7. Appendix
- 8. References
- 9. Bibliography
- 10. Glossary
- 11. Index
- 12. Acknowledgements
- 13. Executive Summary
- 14. Abstract
- 15. Introduction

The following table provides a detailed overview of the project's progress and key findings. It is organized into several sections, each corresponding to a major component of the study. The data is presented in a clear, structured format to facilitate understanding of the project's status and outcomes.

Section 1: Introduction

This section outlines the background and objectives of the research. It highlights the importance of the study and the specific goals that were set at the beginning of the project.

Section 2: Objectives

The objectives of the study are clearly defined and measurable. These include the identification of key variables, the collection of data, and the analysis of the results to draw meaningful conclusions.

Section 3: Methodology

The methodology section describes the research design and the methods used to collect and analyze the data. This includes a detailed explanation of the sampling process, the data collection instruments, and the statistical techniques employed.

Section 4: Results

The results section presents the findings of the study in a clear and concise manner. It includes a summary of the key findings, supported by relevant data and statistical analysis. The results are presented in a way that is easy to understand and interpret.

Section 5: Discussion

The discussion section provides a critical analysis of the results and their implications. It discusses the strengths and limitations of the study, and offers suggestions for future research. The discussion also highlights the practical implications of the findings for the field of study.

Section 6: Conclusion

The conclusion summarizes the main findings of the study and provides a final assessment of the project's overall success. It emphasizes the key takeaways and the contributions of the research to the field.

Section 7: Appendix

The appendix contains supplementary information that is relevant to the study but not essential for understanding the main findings. This may include additional data, charts, and tables.

Section 8: References

The references section lists the sources of information used in the study. This includes books, articles, and other publications that have informed the research.

Section 9: Bibliography

The bibliography provides a comprehensive list of the references used in the study, organized in a standard format for ease of access.

Section 10: Glossary

The glossary defines the key terms and concepts used in the study, ensuring that the reader has a clear understanding of the terminology.

Section 11: Index

The index provides a quick and easy way to locate specific information within the document. It lists the page numbers for each major section and subsection.

Section 12: Acknowledgements

The acknowledgements section expresses gratitude to the individuals and organizations that have supported the project. This includes the funding sources, the research assistants, and the participants in the study.

Section 13: Executive Summary

The executive summary provides a brief overview of the entire study, including the objectives, methodology, results, and conclusions. It is designed to give the reader a quick and easy way to understand the key findings of the project.

Section 14: Abstract

The abstract is a short, concise summary of the study's main findings and conclusions. It is typically the first section of a research paper and is designed to provide a quick overview of the study's content.

Section 15: Introduction

This section introduces the study and provides a brief overview of the research objectives and methodology. It sets the stage for the rest of the paper and provides a clear context for the study.

Sammanfattning

Kommissionen om elförsörjningens sårbarhet tillsattes av regeringen i januari 1984 med uppgift att utreda elförsörjningens sårbarhet mot bakgrund av störningen i elförsörjningen den 27 december 1983 och lämna förslag till vilka åtgärder som bör vidtas för att minska sårbarheten i elförsörjningen och begränsa konsekvenserna av en omfattande störning.

Arbetet i kommissionen har organiserats i tre arbetsgrupper. Grupp A har behandlat elproduktion och stamnät, grupp B har behandlat eldistribution, elanvändning och reservanordningar och grupp C, slutligen, har behandlat information vid elavbrott. Arbetsgruppernas rapporter som ingår i betänkandet som *bilaga 2-4* utgör det huvudsakliga underlaget för kommissionens överväganden och förslag. Arbetsgrupperna svarar ensamma för rapporternas innehåll.

Inledningsvis beskriver betänkandet det svenska elsystemets uppbyggnad och funktionssätt samt redogör för befintlig statistik om elavbrott på olika spänningsnivåer i nätet. Vidare redogörs för Svenska Elverksföreningens avbrottsvärdering samt diskuteras avväggningsfrågor vid anskaffning av reservkraft (*kapitel 2*).

Allmänt är driftsäkerheten högst för abonnenter anslutna till högre spänningar. Huvuddelen av avbrotten drabbar distributionsnäten för lägre spänningar, speciellt luftledningsnäten. En landsomfattande störning av det slag som inträffade den 27 december bedöms statistiskt kunna inträffa vart 20-50 år.

Med den leveranssäkerhet som finns i den svenska elförsörjningen är reservkraft ett dyrbart alternativ om abonnenten inte har en hög värdering av olägenheten av avbrott. För vissa samhällsfunktioner eller delfunktioner är dock inte ekonomiska faktorer avgörande. Reservkraft installeras då även om kostnaden är mycket hög.

Sårbarhetsbegreppet diskuteras i *kapitel 3*. Sårbarheten kan inte elimineras helt. Störningar i elförsörjningen kännetecknas i många fall av låg sannolikhet, men också av stora konsekvenser. Eftersom el ingår i praktiskt taget alla samhällsfunktioner finns det skäl att ställa särskilt starka krav på att elsystemet har låg sårbarhet. Kraven bör dock i princip begränsas av att de samhällsfunktioner som är beroende av el också är sårbara i andra avseenden. Kommissionen vill peka på detta förhållande men har inte haft möjlighet inom tillgänglig tid att belysa vad som är en rimlig nivå på elförsörjningens sårbarhet i detta allmänna perspektiv.

Den nuvarande sårbarheten i det totala systemet av eltillförsel och

elanvändning är betingad av många faktorer och en lång utveckling. Den bestäms sålunda dels av övergripande normer och riktlinjer för uppbyggnaden av nätet, dels av många enskilda avvägningsbeslut hos elproducenter, distributörer och abonnenter.

Sårbarheten förändras ständigt med de förbättringar som fortlöpande sker i elnätet, men också av att fler samhällsfunktioner utnyttjar el i ökande utsträckning och för flera syften vilket i sin tur kan medföra att användarna vidtar åtgärder mot elavbrott. De långa tidsintervallen mellan landsomfattande störningar innebär att betydande förändringar sker i elanvändningen mellan störningstillfällena. Därmed minskar möjligheterna att dra mer beständiga slutsatser av en enskild sådan störning. Kommissionen vill framhålla att sårbarhetsfrågorna nu liksom tidigare fordrar fortlöpande bevakning.

Förloppet i storstörningen den 27 december 1983 och de erfarenheter den gett redovisas i *kapitel 4*. Redovisningen görs från de tre arbetsgruppernas resp utgångspunkter. Särskild betoning läggs på de erfarenheter som har betydelse för kommissionens överväganden och förslag.

En närmare föreställning om elförsörjningens sårbarhet kan erhållas om systemet av elliörsel och elanvändning analyseras för ett antal på förhand givna störningssituationer. Arbetsgruppen Bs analys har baserats på tre sådana störfall nämligen en stamnätsstörning av i princip samma slag som den 27 december, en regional storstörning orsakad t ex av storm samt en regional eller lokal storstörning orsakad av flera fel i vitala delar av elförsörjningen till en region eller en stor tätort.

Samtliga störfall avser främst förhållanden i fredstid i enlighet med direktiven. Vissa besläktade frågor mellan situationen i fred resp i beredskap och krig behandlas på s 13.

Beträffande *elproduktionsanläggningar och stamnät* finner kommissionen sammanfattningsvis att planerna för stamnätets utbyggnad och modernisering samt rutiner och principer för dess drift är fullt tillfredsställande.

Kommissionens analys visar att det inom berörda organisationer bedrivs en kontinuerlig översyn av planer och driftprinciper för att anpassa elsystemets utveckling till erhållna drifterfarenheter och förändringar i omvärlden. Detta ger en god grund för en elförsörjning med fortsatt hög leveranssäkerhet.

I *kapitel 5* framlägger kommissionen närmare överväganden och förslag beträffande elproduktion och stamnät inom följande områden:

- Dimensioneringskriterier och riskbedömning.
- Driftsäkerheten i stamnätet.
- Storstörningen och elproduktionsanläggningarna.
- "Små" fel som ger stora verkningar.
- Från- och tillkoppling av elbelastning.
- Elförsörjning inom begränsade områden.
- Rollfördelning mellan berörda organisationer.

Beträffande *eldistribution, elanvändning och reservanordningar* finner kommissionen sammanfattningsvis följande.

Det övervägande flertalet viktiga samhällsfunktioner klarar elavbrott på

12 timmar till ett dygn med befintlig och planerad reservkraft utan större negativa samhällseffekter. De flesta av landets nästan 5 milj abonnenter kan acceptera obehaget av elavbrott med nuvarande nivå på avbrottsstid och avbrottsfrekvens. De negativa effekterna kan dock reduceras ytterligare. Kommissionen återkommer till detta i det följande.

Längre elavbrott medför växande problem. Ökad uppmärksamhet bör därför ägnas elavbrott på upp till 2-3 dygn.

Nuvarande avvägning mellan åtgärder hos användare och i elnät är i huvudsak rimlig med hänsyn till den totala sammansättningen av abonnenter samt kostnader och effekter av ytterligare nätförstärkning.

Ytterligare, ekonomiskt motiverad, reservkraft i näringslivet kan endast marginellt påverka dess förmåga att upprätthålla produktionen vid längre elavbrott utom möjligen i jordbruket.

Totalt sett behövs inte någon betydande allmän ökning av reservkraften i förhållande till den nuvarande.

Statens energiverk och Svenska Elverksföreningen har initierat arbete med standardisering och teknisk utveckling av reservkraftsaggregat främst för jordbruket. Detta arbete bedöms angeläget. Eventuellt statligt stöd till visst tekniskt utvecklingsarbete bör kunna lämnas inom nuvarande forskningsprogram vid styrelsen för teknisk utveckling och statens energiverk.

Väsentliga förbättringar av driftsäkerheten i elnäten har skett genom förnyelse och modernisering under de senaste 15 åren. Eldistributörernas moderniseringsarbete bör fortsätta enligt nuvarande inriktning. Statens energiverk bör få i uppdrag att undersöka behovet av fortsatta åtgärder för upprustning av vissa landsbygdsnät.

Arbetsgrupp B har analyserat tåligheten mot elavbrott, nuvarande läge beträffande reservanordningar samt behov av åtgärder inom följande samhällsfunktioner:

Sjukvård	polis
transporter/drivmedels-	larmsystem
försörjning	vädertjänst
post/bank	miljöfarlig verksamhet
uppvärmning	industri
hissar/kodlås m m	datorer
livsmedelsförsörjning	handel
vatten och avlopp	jordbruk/animalieproduktion
fjärrvärme/natargas	
telenät	
radiokommunikation	

Kommissionen instämmer i arbetsgruppens förslag beträffande åtgärder inom dessa olika samhällsfunktioner. Närmare överväganden och förslag redovisas i *kapitel 6*.

För flera av dessa funktioner varierar förhållandena starkt varför lokala lösningar förordas. I vissa fall t ex då ansvaret för funktionen är centraliserat bör generella lösningar väljas. Ansvariga myndigheter bör utfärda råd eller normer för vilken verksamhet som bör omfattas av reservkraft.

Inom många ansvariga och berörda organ påbörjades utredningar med anledning av störstörningen den 27 december. Allmänt anser kommissionen

det väsentligt att dessa utredningar slutförs och erforderliga åtgärder vidtas. Kommissionen vill här särskilt peka på de utredningar och åtgärder som pågår eller planeras inom televerket och Sveriges Radio med anledning av tele- och radiokommunikationernas särskilda betydelse vid elavbrott.

Speciellt föreslår kommissionen att *socialstyrelsen* får i uppdrag att i samråd med Landstingsförbundet inventera reservkraftsläget vid landets sjukhus och föreslå åtgärder för att ge äldre sjukhus en rimlig uthållighet mot elavbrott. Vidare föreslås att *transportrådet* i samråd med överstyrelsen för ekonomiskt försvar (ÖEF) får i uppdrag att utreda hur man uppnår en rimlig uthållighet i drivmedelsförsörjningen för prioriterade behov vid elavbrott. *Arbetskyddsstyrelsen* föreslås få i uppdrag att i samråd med berörda myndigheter se över funktionssäkerheten vid elavbrott hos skyddssystem för att undvika person- och miljöskador och därtill hörande lagstiftning. Det planerade *räddningsverket* föreslås få i uppdrag att dels se över funktionssäkerheten hos viktiga larmsystem vid elavbrott, dels utreda vissa frågor beträffande hissar och eventuellt föreslå nya normer.

Inom jordbruket är det önskvärt att fler djurhållande lantbruk anskaffar reservkraft. Detta är också ett starkt beredskapsintresse, särskilt vad avser mjölkproduktionen. Kommissionen finner dock att det från dess utgångspunkter inte finns tillräckliga motiv att föreslå direkt statligt bidrag till sådan anskaffning. Detta kan övervägas inom det ekonomiska försvarets ram. Anskaffningen bör dock stimuleras genom att investeringar som enbart avser reservkraft får utgöra låneunderlag för statsgaranterade lån.

Som tidigare nämnts är åtgärder mot långa elavbrott beroende av lokala förhållanden. Problem uppkommer i flera kommuner med vattenförsörjning, avlopp, värmeförsörjning m m. Dessa problem bör behandlas på kommunal nivå.

Kommissionen föreslår att kommunerna bör få ansvaret för att genomföra en *planering för att möta långa elavbrott*. De bör vidare verka för att nödvändiga åtgärder och investeringar genomförs. Planen bör utarbetas i samverkan med distributörer och råkraftleverantörer.

Kommissionen föreslår vidare att en central arbetsgrupp tillsätts för att utarbeta allmänna råd och anvisningar med syftet att samordna mellan kommunernas planering för att möta långa elavbrott och den kommunala beredskapsplanläggningen för krig. Arbetsgruppen bör även behandla frågan om finansiering av reservanordningar som har nytta både för fredsoch krigstid.

Beträffande *information vid elavbrott* finner kommissionen sammanfattningsvis följande:

Ett samlat omdöme är att informationen till allmänheten fungerade någorlunda acceptabelt den 27 december 1983.

Information bör i första hand lämnas till dem som kan informera vidare (radio, TT etc).

Viktiga samhällsorgan som polis, brandförsvaret, länsalarmeringscentraler bör också få snabb information så att de kan vidtaga nödvändiga åtgärder. Motsvarande bör eftersträvas för särskilt avbrotskänsliga elanvändare. Snabb direkt information från kraftföretag till återdistributörer bör eftersträvas och det bör undersökas om det kan ske med hjälp av

informationsvägar som finns inom driften av elsystemet.

Radion är den bästa kanalen för information vid elavbrott. Tillgänglig reservkraft till televerkets sändare bör vid behov kunna reserveras för enbart ljudradiosändarna.

Informationen vid elavbrott bör lämnas snabbt och sedan regelbundet vid bestämda tidpunkter. Den får inte fördröjas av ambitionen att lämna fullständig information från början.

Allmänheten bör informeras om betydelsen av att ha fungerande batteriradiomottagare till hands.

Elleverantörerna bör planera de informationsåtgärder som behövs vid elavbrott så att en beredskap byggs upp. Kraftföretagen bör tillsammans med återdistributörerna, regionsvis, planera åtgärderna. De som har särskilt behov av information och de som kan informera vidare inom regionen bör delta i överläggningarna om informationsåtgärderna.

Kommissionens närmare överväganden och förslag beträffande information vid elavbrott redovisas i *kapitel 7*.

Vissa frågor i direktiven har genom arbetets uppläggning kommit att behandlas i flera arbetsgrupper.

Kommissionens överväganden och förslag i dessa frågor redovisas i det följande.

Enligt sina direktiv har kommissionen främst behandlat fredstida störningar. Dessa beror i huvudsak på tekniska fel, väderförhållanden och "mänsklig faktor". *Störningar till följd av krigshandlingar, sabotage eller fredstida terroristhandlingar* är däremot målinriktade och riktas mot särskilt svaga punkter.

Kommissionen har tagit del av en studie som ÖEF och Vattenfall genomfört på regeringens uppdrag. Den syftar till skydds- och beredskapsåtgärder för att stärka kraftsystemets drift i krig. Studien omfattar inte fredstida driftfall, fredskris eller avspärning. Kommissionen finner att studiens förslag till fortsatta fördjupningsstudier ligger väl i linje med vad kommissionen från sina utgångspunkter har anledning att förorda. Speciellt anser kommissionen att frågan om riktad utslagning i kritiska punkter i vårt elsystem bör granskas ingående inom ramen för den fortsatta studien och att man inom den kommunala beredskapsplanläggningen för krig bör uppmärksamma att sabotagehandlingar kan komma att genomföras innan några beredskapshöjande åtgärder eller andra skyddsåtgärder för beredskap/krig har hunnit göras.

Enligt direktiven bör kommissionen studera *rutiner och prioriteringar för från- och tillkoppling av elbelastning* och att därvid bedöma om det finns skäl att ändra gällande rutiner med hänsyn till att det finns vissa områden eller funktioner som bör prioriteras före andra.

Det frekvensstyrda automatiska systemet för från- och tillkoppling av belastning är avsett att skydda nätet mot överbelastning och arbetar på 130 kV-nivån. Det omfattar hälften av den totala belastningen i Syd- och Mellansverige. Det kan i mycket begränsad utsträckning användas för prioritering av elanvändare.

Leveranssäkerheten för en elanvändare bestäms i första hand av lokaliseringen och den spänningsnivå anslutningen gäller. Allmänna system för prioritering av abonnenter efter funktion saknas. Viss prioritering av abon-

nenter kan dock ske vid långa elavbrott. Tekniska förutsättningar för prioritering är störst för abonnenter anslutna till regionnät eller högspända lokalnät i tätorter. Datorisering av driftcentraler kan komma att ge bättre förutsättningar för prioritering av elanvändare. I framtiden kan eventuellt tekniska system för sk belastningsstyrning användas även vid elavbrott.

Kommissionen har inte funnit något som från stamnätets synpunkt skulle innebära att nuvarande rutiner för automatisk från- och tillkoppling av belastning bör ändras.

Kommissionen finner det angeläget att elanvändare och kraftföretag/-distributörer eftersträvar lösningar som tar hänsyn till användarnas prioriterade elbehov. Speciella överenskommelser om återinkoppling i flera steg efter elavbrott bör prövas i enskilda fall.

Enligt direktiven bör kommissionen belysa möjligheterna att klara *elförsörjningen inom begränsade områden trots att centrala nät har slagits ut*.

Förutsättningarna för att i samband med ett större avbrott i stamnätet klara plötslig övergång till drift på större separata system eller uppbyggnad av sådana från spänningslöst tillstånd är alltför komplexa för att kunna uppfyllas.

Kommissionen avvisar därför tanken på isolerade elsystem i samband med fredstida störningar på stamnätet, särskilt som sådana störningar inte förväntas ha en längre varaktighet än 12 timmar.

Störningar med längre varaktighet förekommer i de regionala och lokala näten.

I några områden främst större städer finns i princip möjlighet att bygga upp isolerade elsystem som utgår från lokala produktionsanläggningar och eventuella förstärkningsåtgärder. Kommissionen finner det angeläget att möjligheterna att bygga upp elsystem vid långa elavbrott (2-3 dygn) undersöks av de kommuner där de allmänna förutsättningarna finns. Detta bör prövas mot andra åtgärder inom ramen för den kommunala planering för att möta långa elavbrott som kommissionen enligt det föregående har förordat.

Kommissionen konstaterar vidare att ÖEF och Vattenfall i sina fortsatta studier avser att inventera förutsättningarna för lokal och regional försörjning. Härigenom bör översiktlig planering även för långvariga men osannolika elavbrott under fredstid kunna täckas in.

1 Uppdraget och arbetets uppläggnig

Tisdagen den 27 december 1983 drabbades den svenska elförsörjningen av en allvarlig störning som ledde till att kraftleveranserna avbröts till södra hälften av landet. Med anledning av omfattningen av den inträffade störningen beslutade regeringen den 12 januari 1984 att bemyndiga statsrådet Birgitta Dahl att tillkalla en särskild utredare för att utreda elförsörjningens sårbarhet mot bakgrund av den nämnda störningen och att lämna förslag till vilka åtgärder som bör vidtas för att minska sårbarheten i elförsörjningen och begränsa konsekvenserna av en omfattande störning. Enligt direktiven bör en sådan utredning närmast omfatta fredstid. Vidare bör den aktuella störningens orsaker och konsekvenser redovisas. Direktiven återges i sin helhet i *bilaga 1*.

Arbetet inom kommissionen har organiserats så att tre arbetsgrupper har tagit fram underlagsmaterial åt kommissionen. Kommissionen har grundat sina ställningstaganden huvudsakligen på detta underlagsmaterial.

Arbetsgruppen för analys av elsystemet (grupp A) har haft som huvudsaklig uppgift att behandla frågor om elproduktion och stamnät. Gruppens rapport Elproduktion och stamnät återges i *bilaga 2*.

Grupp A har haft följande sammansättning.

Avdelningschefen Lars Gunnar Larsson, statens kärnkraftinspektion, ordförande,

tekn doktorn Carl Mattsson, ÅF-Energikonsult AB, sekreterare,

departementssekreteraren Jan Björk, industridepartementet,

överingenjören Michel Chamia, ASEA,

laboratorn Anders Fröman, försvarets forskningsanstalt (FOA),

överingenjören Sivert Göthlin, Vattenfall,

driftchefen Karl-Erik Hedhag, Energiverken i Göteborg,

överingenjören Torsten Johansson, Vattenfall,

verkställande direktören Lars Norlin, Krångedegruppens Samkörning AB,

överinspektören Sture Stéen, statens elektriska inspektion och

direktören Gunnar Tedestål, OKG AB.

Arbetsgruppen för analys av reservkraftsbehovet (grupp B) har haft som huvudsaklig uppgift att behandla frågor om reservanordningar speciellt reservkraft samt om eldistribution och användning av elenergi. Gruppens rapport Eldistribution, elanvändning och reservanordningar återges i *bilaga 3*.

Grupp B har haft följande sammansättning.

Utredningssekreteraren Anders Söderholm, Landsorganisationen i Sverige, ordförande,

l:e forskaren Margareta Bergström, försvarsdepartementet, sekreterare,

avdelningschefen Allan Algotsson, Danderyds Sjukhus, överingenjören Leif Backéus, Stockholms Energiverk, kanslichefen Jan Cedmark, riksnämnden för kommunal beredskap, agronomen Lars Dahlgren, Lantbrukarnas Riksförbund (LRF), kanslirådet Jan-Olov Ericson, kommunikationsdepartementet, avdelningsdirektör Göran Fredriksson, överstyrelsen för ekonomiskt försvar (ÖEF),

civilingenjören Margareta Gefwert, Sveriges Industriförbund, byrådirektören Kurt Hassel, televerket, förste ingenjören Ulf Jordvall, Stockholms Vatten- och Avloppsverk, departementssekreteraren Lena Lindén, industridepartementet, civilingenjören Harald Ljung, Svenska Kommunförbundet, överingenjören Börje Möller, Sydkraft AB, byråchefen Tore Peterson, statens energiverk, överingenjören Krister Smedman, televerket, överingenjören Peter Steen, FOA, distriktsingenjören Carl-Gunnar Strand, Vattenfall och överingenjören Allan Thulin, Stockholm Lokaltrafik AB (SL).

Arbetsgruppen för vissa informationsfrågor (grupp C) har haft som huvudsaklig uppgift att behandla frågor om information vid elavbrott. Gruppens rapport Information vid elavbrott återges i *bilaga 4*.

Grupp C har haft följande sammansättning.

F d vice radiochefen Jan-Otto Modig, ordförande, avdelningsdirektören Birgitta Dangården, Vattenfall, sekreterare, avdelningsdirektören och pressombudsmannen Disa Byman, ÖEF, redaktionschefen Björn Halldén, Tidningarnas Telegrambyrå AB (TT), informationschefen Helge Jonsson, Vattenfall, kanslichefen Per-Axel Landahl, beredskapsnämnden för psykologiskt försvar,

direktören Nils-Petter Lindskog, Sveriges Radio AB och departementssekreteraren Gun Tombrock, industridepartementet.

Kommissionens och arbetsgruppernas arbete har bl a byggt på tidigare befintligt material och material som har utarbetats av myndigheter, företag och organisationer med anledning av elavbrottet den 27 december 1983. Ett väsentligt underlag har därvid varit den rapport som har utarbetats inom statens vattenfallsverk om den aktuella störningen och som publicerades den 1 februari 1984. Kommissionen har vidare under hand tagit del av verkets fortsatta arbete inom detta område. Kommissionen har också tagit del av det arbete som har genomförts av ÖEF i samarbete med Vattenfall inom ramen för perspektivstudierna inför 1987 års försvarsbeslut.

För att få underlag för en internationell jämförelse har kommissionen uppdragit åt Sveriges Tekniska Attachéer att beskriva elsårbarhet och reservkraftsfilosofi i några olika länder. Vidare har kommissionen uppdra-

git åt konsultföretaget INFOSEC PROSAB AB att genom en enkät undersöka datasystemens elsårbarhet och hur dessa system kan skyddas mot oväntade elavbrott. Kommissionen har också hos FOA beställt en studie av reservkraftsmarknaden och om reservkraftsfilosofi.

Kommissionen skall enligt direktiven samråda med berörda myndigheter och organisationer samt bereda dessa tillfälle att framföra synpunkter. Detta har skett bl a genom de experter som har ingått i de olika arbetsgrupperna och genom ett antal studiebesök hos myndigheter, kommuner och företag. Härutöver har kommissionen mottagit skriftligt material och synpunkter från myndigheter och enskilda. I direktiven anges vidare att samråd bör ske med 1983 års livsmedelskommitté. Detta samråd har skett genom grupp Bs sekreterare, som också ingår som expert i livsmedelskommitténs sårbarhetsgrupp.

Avbrottet den 27 december 1983 fick också vissa konsekvenser för de nordiska grannländerna. Kommissionen har därför haft kontakt med den nordiska ämbetsmannakommittén för energipolitik, som har berett berörda nordiska myndigheter tillfälle att framföra synpunkter som bör beaktas i kommissionens arbete. Kommissionen har vidare via Nordel inhämtat synpunkter på utredningsarbetet samt uppgifter om störningens återverkan inom Norden.

2 Elsystemets uppbyggnad och funktionssätt

2.1 Inledning

Elsystemet består av anläggningar för produktion, överföring/distribution och användning av elenergi. Det moderna samhället använder elenergi i allt fler sammanhang och blir därigenom sårbart för störningar i elförsörjningen. Känsligheten varierar starkt mellan olika användare (se grupp Bs rapport).

Den totala elenergianvändningen i TWh¹ i Sverige under senare år har uppgått till 86 (1980), 88,5 (1981), 91,5 (1982) och 101 (1983). Ökningstakten var speciellt hög år 1983 (10,5%). Fördelningen på industri, transporter och övrigsektorn var år 1983 42, 2,5 resp 52 TWh. Dessutom använde värmeverken ca 4,5 TWh elenergi. Elvärme i bostäder, avkopplingsbara elpannor i fjärrvärmesystem och industrier samt stora värmepumpar svarade för 60% av ökningen år 1983 (ca 5,5 TWh).

Huvuddelen av produktionen sker i vattenkraft och kärnkraft. Kommunala kraftvärmeverk och industriellt mottryck utnyttjas främst endast i begränsad utsträckning för elproduktion. Import och export inom det nordiska samkörningssystemet förekommer. För topp- och reserveffekt används förutom vattenkraft, gasturbiner och kondenskraftverk. Fördelningen av den totala produktionen år 1983 på olika kraftverk och kraftvärmeverk framgår av följande tabell:

	TWh (nettoproduktion)
Vattenkraft	62,8
kärnkraft	39,1
industriellt mottryck	2,4
kommunal kraftvärme	1,3
import (netto)	5,0
kondenskraft m m	0,3
Totalt (inkl. överföringsförluster)	111

¹ 1 TWh = 10⁹ kWh = en miljard kilowattimmar.

1 GWh = 10⁶ kWh = en miljon kilowattimmar.

1 MWh = 10³ kWh = ett tusen kilowattimmar.

2.2 Elnät

Överförings- och distributionssystemets uppgift är att transportera elenergin från kraftverk till olika användare. Det svenska kraftsystemet bestod till en början av små lokala nät för 50 eller 70 kV uppbyggda kring mindre vattenkraftstationer. På 1930-talet hade man ett sammanhängande 130 kV-nät i södra Sverige och ett i norra. I samband med den fortsatta vattenkraftutbyggnaden i Norrland för södra Sveriges behov byggdes de första 220 kV-ledningarna mellan norr och söder. Överföringsbehovet växte sedan snabbt och år 1952 tog man, som första land i världen, i bruk en överföringsledning på 400 kV¹. Från mitten av 1960-talet omfattar 400 kV-nätet sju ledningar mellan nedre Norrland och Mellansverige. I slutet av 1950-talet tillkom också de första överföringarna till de nordiska grannländerna.

Överföringssystemet är uppdelat i olika spänningsnivåer. De två högsta nivåerna är 400 och 220 kV, vilka utgör det s k stamnätet². Detta drivs av Vattenfall. Spänningen nedtransformeras sedan stegvis. Till de regionala näten för 130 och 70 kV är större industrier och återdistributörer anslutna. De regionala (50-30 kV) och lokala (20-6 kV) distributionsnäten betjänar främst mindre industrier och mindre återdistributörer. Till lågspänningsnät (0,4 kV) är det största antalet abonnenter anslutna.

2.3 Leveranssäkerhet

Elanvändningen varierar under dygn och säsong. Det är mycket dyrbart att lagra elenergi, varför elenergi måste produceras samtidigt som den skall användas. Detta är ett viktigt särdrag hos elenergi. Överföringssystemet måste dimensioneras för att med tillfredsställande leveranssäkerhet klara variationer i behov, vattentillrinning och tillgänglighet i värmekraftverk och vattenkraftverk. Hundraprocentig säkerhet kan inte uppnås. Leveranssäkerheten måste bli en avvägning mellan konsekvenserna av elavbrott för användarna/abbonenterna och kostnaderna för att minska antalet avbrott eller avbrottens längd. Sveriges elsystem har internationellt sett en hög leveranssäkerhet, med få avbrott för genomsnittsabbonenten. Driftsäkerheten är högst för abonnenter anslutna till högre spänningar. Huvuddelen av avbrotten drabbar distributionsnäten för lägre spänningar, speciellt luftledningsnäten.

2.4 Utbyggnad och drift av stamnät

För planering och drift av stamnätet svarar Vattenfall. Samarbeta med övriga svenska kraftföretag sker inom stamnätsnämnden³ och med de nordiska länderna inom Nordel. Stamnätsnämnden är rådgivande och Vat-

¹Överföringsförmågan växer med spänningen på ledningen.

²Den korrekta benämningen på hela 400 och 220 kV-näten är storkraftnätet. Stamnätet är egentligen endast den del som omfattas av stamnätsavtalet.

³Stamnätet utnyttjas även av 11 större enskilda eller kommunala kraftföretag, de s k transitörerna.

tenfall fattar beslut om utbyggnad. Vattenfall ansöker hos regeringen om koncession. Behandlingen föregås av ett omfattande samråd med lokala organ och centrala myndigheter.

Stamnätet dimensioneras så att ett antal typer av störningar skall kunna inträffa utan att bortkoppling av elbelastning inträffar. Inom Nordel gäller fem sådana dimensioneringskriterier¹ för hela samkörningsnätet. Kriterierna skall gälla vid högsta belastning och med hänsyn till avstängning av olika anläggningar för underhåll och reparation. Dimensioneringen innebär att marginalen är god under en stor del av året.

Elsystemet karaktäriseras inte endast av energi och effekt utan även spänning och frekvens är avgörande storheter i systemet. Endast små avvikelser från balans mellan produktion och användning av elenergi kan accepteras. Frekvensen får således endast avvika mycket litet från normalvärdet 50 Hz (perioder per sekund). För det svenska överföringssystemet med dess långa avstånd gäller särskilda villkor för spänningsstabilitet. Då överföringen mellan norr och söder varieras måste åtgärder vidtas för att hålla spänningen inom vissa gränsvärden. Stabiliseringen sker främst genom ändrad magnetisering i de stora generatorerna i söder och i särskilda spänningsreglerande maskiner. Man talar om att man tillför s k reaktiv effekt. Regleringen sker automatiskt, men tillgången på reaktiv effekt måste bevakas noga under driften.

Driftsäkerheten i stamnätet översätts till tillåtna överföringsgränser för effekt i olika snitt av landet. Överföringen från nedre Norrland till Mellansverige kan maximalt uppgå till ca 6 GW². Kraftöverföringen övervakas från Kraftkontroll (Vattenfalls driftcentral i Räcksta).

För driften behövs en driftreserv. Den består av normaldriftsreserv och störningsreserv (momentan, snabb och långsam). Normaldriftsreserven används vid normal frekvensreglering på grund av belastningsvariationer (vanligen vattenkraft). Störningsreserven utnyttjas vid produktionsbortfall, fränkoppling av ledningar etc.

Driftledningen vid Kraftkontroll svarar för driftplanering och driftövervakning. En uppgift är också att ge tillstånd till arbete på nätet. Den lokala driftorganisationen består av "driftvakter" för olika anläggningar. I hela stamnätet finns ca 50 sådana lokala driftvaktfunktioner varav knappt hälften i 400 kV-nätet.

Elsystemet kan störas av stormar, åsknedslag, plötsliga fel i elutrustning m m. På olika platser i nätet har man monterat s k reläskydd, som skall reagera på onormala tillstånd. Bortkoppling av "felaktiga" delar sker genom att reläet ger signal till att öppna en eller flera strömbrytare. Förutom skydden har man i elsystemet monterat in automatik som ingriper på ett bestämt sätt vid på förhand bestämda förhållanden. Ett exempel är frekvensstyrt system för bort- och tillkoppling av elbelastning. Ett annat är automatisk lindringsomkoppling som ändrar spänningsomsättningen i transformatorerna för att stabilisera/öka spänningen hos användarna. Ett tredje är automatik för återuppbyggnad av nätet efter elavbrott, varvid

¹Nordels dimensioneringskriterier redovisas i bilaga 1 (punkt 3) av grupp As rapport.

²Gränsvärdet beror på drift- och belastningssituationen.

strömbrytarna i olika stationer slås till i "rätt" ordning med hänsyn till spänningssättningen.

Stamnätet¹ omfattar 14 000 km ledning för 400 och 220 kV. Överföringen till det regionala fördelningsnätet sker via transformatorer på totalt 15 000 MW². Överföringen till Mellansverige från nedre Norrland sker via 7 st 400 kV-ledningar och 6 st 220 kV-ledningar. Stamnätets totala nyanläggningskostnad är 10-15 miljarder kr och de årliga kostnaderna ca 800 milj kr. Investeringsprogrammet uppgår till 1 miljard kr/år de närmaste åren. Utbyggnaden avser främst 400 kV-ledningar i anslutning till (de nya) kärnkraftsblocken i Forsmark och Oskarshamn. När de nya ledningarna tas i bruk innebär det övergångsvis ökad driftsäkerhet i nätet. För bättre utnyttjande av vattenkraften i norra Norrland byggs en 400 kV-ledning från Boden till Sollefteå.

Under de närmaste åren sker också utbyggnad och modernisering av flera ställverk och transformatorstationer samt införande av datoriserade övervakningssystem³. Mot slutet av 1980-talet inriktas investeringarna främst på modernisering av äldre anläggningar. De äldsta 220 kV-ledningarna mellan norr och söder behöver också moderniseras. Planer finns att på 1990-talet ersätta dem med 400 kV-ledningar, vilket ger bättre ekonomi och driftsäkerhet.

2.5 Utbyggnad och drift av distributionsnät

Distributionen av elenergi till abonnenterna sköts av 330 företag. De flesta eldistributörerna har ingen egen elproduktion utan elenergin levereras från någon av de stora elproducenterna. Många är mycket små (ca 100 har mindre än 2 000 abonnenter).

Totalt finns i landet 4,7 mil abonnenter, varav 1,7 milj på landsbygden. 2/3 av abonnenterna får sin elenergi från kommunala distributionsföretag (inkl. Sydkraft). Vattenfall (inkl. dotterbolag) svarar för 11% av abonnenterna, i stor utsträckning i landsbygdsområden.

Regionnäten för 130-30 kV omfattar drygt 33 000 km ledning (varav 1 600 km är jordkabel). De lokala näten omfattar ca 160 000 km högspänningsledning (20-6 kV) och ca 250 000 km lågspänning (varav hälften är jord- och hängkablar).

Inom tätorter är näten för det mesta utförda med jordkabel, medan landsbygdsnäten domineras av luftledningar. Moderna lågspänningsledningar i luft är byggda med hängkabel. Högspänningsledningar för 20-6 kV utgörs på landsbygden nästan alltid av luftledningar.

Ett omfattande utvecklings- och standardiseringsarbete avseende ledningskonstruktioner bedrivs i Sverige. Hängkabel i lågspänningsnätet har lett till stor minskning av antalet fel. Starka material (stålaluminium) används nu för högspänningsnäten. Det största antalet fel i distributionsnäten förorsakas av nedfallande träd. Den svagaste delen i systemet är luftled-

¹Stamnätsavtalet täcker 12 600 km ledning.

²Enheten är egentligen VA (voltampere) ej W.

³Total investering 700 milj kr för övervakningssystemet.

ningar för lokala hög- och lågspänningsnät, som ej har så många trädsäker kraftgata. Översynen och moderniseringen efter 1969 års svåra storm har lett till väsentlig reduktion i elavbrotten. Underhållet av distributionsnätet är mycket viktigt. I vissa "svaga" nät är underhållet eftersatt.

2.6 Avbrott

Avbrotten kan uppdelas i sådana som orsakas av fel i produktionsanläggningar, stamnätet (400-220 kV), högspänningsnät (130-10 kV) och lågspänningsnät (0,4 kV).

Fel och avbrott följs upp med driftstörningsstatistik. Denna omfattar både felstatistik och avbrottstatistik. Den förra redovisar antingen alla fel eller endast de fel som leder till avbrott för abonnenterna. Den senare redovisar bortkopplad elleverans eller avbrottstid (för abonnenter på olika spänningsnivåer). I det följande redovisas driftstörningsstatistik från Nordel, Vattenfall och Svenska Elverksföreningen. Den omfattar olika spänningsnivåer och delar av landet. Redovisningarna kompletterar varandra men kan inte helt jämföras, på grund av vissa olikheter i statistikutformningen.

Nordels statistik omfattar fel på stamnät och regionnät på spänningsnivåerna 400-40 kV. Totalt registreras i hela Sverige ca 1 400 fel per år, varav 900 på ledningar och 400 på stationer för omkoppling och transformering. Den bortkopplade energimängden uppgår till ca 3,5 GWh per år¹, eller ca 50 miljondelar av elenergianvändningen. Den är ett mått på leveranssäkerheten i hela elsystemet. Den motsvarar en genomsnittlig² avbrottstid för alla abonnenter på ca 25 min/år. Hälften av bortkopplingen orsakas av fel på ledningar och hälften av fel på stationer.

Vattenfall redovisar störningsstatistik för högspänningsabbonenterna (130-20 kV) inom sitt ledningsområde. Den genomsnittliga avbrottstiden under senare år³ är ca 30 min/år. Tendensen är svagt avtagande med högre värden för år med kraftiga stormar, åskväder eller storstörningar. Man anger ca 1800 fel per år, varav ca 110 drabbar stamnätet. Endast 5% av dessa, eller 5-6 fel per år, leder till konsekvenser för abonnenterna. För avstängningen av elenergi och genomsnittlig⁴ avbrottstid anges följande värden för olika spänningsnivåer:

¹För perioden 1971-1980 enligt Nordels driftstörningsstatistik.

²Energiviktat medelvärde.

³För perioden 1973-1982 enligt Vattenfalls driftstörningsstatistik.

⁴Effektviktat medelvärde (abonnerad effekt).

Spännings- nivå kV	Bortkoppling GWh	Avbrottstid minuter	Ackumulerad avbrottstid minuter
400 - 220	0,5	5	5
130 - 70	1,1	10	15
50 - 20	2,1	ca 30 ^a	45
Totalt	3,7	ca 30	

^aHuvudsakligen landsbygd.

Avbrottstiderna på nivån 50-20 kV varierar starkt mellan olika abonnenter. Många små abonnenter (på landsbygden) har längre avbrottstider än stora abonnenter. Ett ovägt medelvärde för avbrottstiden ökar då till i genomsnitt 90 minuter enligt statistiken.

Enligt ovan drabbas abonnenterna av 5-6 fel per år på stamnätet. Genomsnittssiffran fördelar sig enligt Vattenfall på följande sätt:

Typ av störning	Årlig frekvens
Landsomfattande störning	0,02 - 0,05
regional störning	0,5 - 2
lokal störning	4 - 8

En landsomfattande storstörning bedöms alltså inträffa vart 20-50 år. På nivån 130-70 kV drabbas abonnenterna i genomsnitt av ett fel vartannat år på ca 20 minuter. På nivån 50-20 kV varierar förhållandena med lokalisering och matning. För små abonnenter gäller 1 $\frac{1}{2}$ -2 fel per år på ca 45 minuter per fel.

Svenska Elverksföreningen sammanställer statistik över driftstörningar inom flera medlemsföretag. Statistiken omfattar f n 1,6 milj lågspänningsabbonenter¹, huvudsakligen i städer och tätorter. Ca 11 000 fel registreras. 2/3 av dessa inträffar i lågspänningsnätet men den bortkopplade energimängden är ganska liten. Bortkopplingen domineras i stället av fel på 20-6 kV-näten². De svarar för ca 70% av bortkopplingen hos eldistributörerna. Typiska tider för fel både på det lokala högspännings- och lågspänningsnätet är 1-2 timmar per fel. Ca 10% av felen på friledning och kablar medför längre avbrott än 4 timmar. För nätstationer är motsvarande siffra ca 15%. De bortkopplade elleveranserna och avbrottstiderna är följande:

Spännings- nivå kV	Bortkoppling GWh	Avbrottstid minuter	Ackumulerad avbrottstid minuter
högre nät	-	-	10
6/10/20	ca 2,5	45	55
0,2/0,4	ca 0,4	15	70

¹Dvs 1/3 av totala antalet lågspänningsabbonenter.

²Se diagram över antalet fel och bortkopplad elenergi 1978-1980 i bilaga 3 av grupp As rapport.

Avbrottstiderna för abonnenterna beror starkt på nätkopplingen. Statistiken ovan gäller väsentligen ej landsbygd, där avbrottstiderna är något längre (ett par tim/år). Slingkabelnät (med omkopplingsbar reserv) ger mycket kortare avbrottstider än radiella högspänningsnät. För tätorter bör man med slingkabelnät komma ned till 30-40 min/år för lågspänningsabbonenter. Med hjälp av data ur driftstörningsstatistiken beräknar man leveranssäkerheten vid olika nätutföranden.

De allra flesta avbrottsfel är relativt kortvariga ($1/2$ -2 timmar enligt statistiken). Typiska genomsnittsvärden kan vara knappt 1 timme för abonnenter i tätorter och ca 2 timmar på landsbygd.

2.7 Avbrottsvärdering

Som hjälp vid dimensionering av regionala och lokala distributionsnät används avbrottsvärdering. Den senaste avbrottsvärderingen genomfördes i Svenska Elverksföreningens regi (1982). Utgångspunkten är att abonnenterna sätter pris på icke levererad elenergi, svarande mot den skada eller obehag de drabbas av vid elavbrott. Enkäter besvaras av företag i olika delar av näringslivet och av hushåll och jordbruk. Maximala kostnaden för elavbrott av olika längd anges. Abonnentens uppskattade kostnad för bortkopplad elenergi ökar i huvudsak proportionellt med avbrottstiden. För hela elnätet uppskattas kostnaden till ca 20 kr/kW för varje timmes avbrott (1984 års prisnivå).

Uppskattade kostnader för tätorter ligger normalt mer än dubbelt så högt som för landsbygden. Exkl tyngre industri anges för tätort 45 kr/kW och för landsbygd 20 kr /kW vid 1 timmes avbrott.¹ Speciellt höga (genomsnittsvärden) anges för kontor och handel, 75 resp 50 kr/kW vid 1 timme. Motsvarande genomsnittsvärde för industrin är 20 kr/kW, medan jordbruk och hushåll ligger lägre vid korta avbrott.

2.8 Reservkraft

Ett helt driftsäkert system kan ej skapas. De abonnenter som är beroende av elkraft för viktiga samhällsfunktioner, vissa delsystem (t ex nödkylning) etc måste därför installera egen reservkraft, förstärka matningen etc eller övergå till andra system vid elavbrott.

I FOAs rapport till grupp B anges följande ungefärliga kostnader per kW² för bränsle drivna reservkraftverk och batterier (av olika storlek).

¹Förklaringen till att genomsnittet för landet ej blir större än 20 kr/kW är att tyngre industri ligger under 20 kr/kW.

²Reservkraften anges egentligen i VA och ej W.

Batterier ^a	10 000 - 30 000 kr/kW (10 - 0,3 kW)
bensin/diesellaggregat	2 000 - 10 000 kr/kW (100 - 0,5 kW)
gasturbin	ca 1 500 kr/kW (ca 500 kW)

^aVärdena avser avbrottsfri kraft och ca 20 minuters drifttid.

Enligt en undersökning av statens energiverk finns ca 5 000 dieseldrivna reservkraftverk i landet. Inom lantbruket uppges det finnas 1 000 - 2 000 aggregat.

2.9 Avvägning av anskaffning av reservkraft

För att direkt kunna jämföra kostnaderna för egen reservkraft med avbrottsvärderingen (eller nätförstärkningen) ovan måste man räkna med typiska avbrottstider för elanvändare. Som exempel räknas här med genomsnittsvärdena 1 tim/år i tätort och 2 tim/år på landsbygd. Årskostnaden¹ för bränsledrivna reservkraftverk på landsbygden blir då 300 - 1 500 kr/kW beroende på aggregatstorlek. Detta är 8-40 gånger mer än vad som anges för landsbygden i genomsnitt vid 2 timmars avbrott (40 kr/kW enligt avbrottsvärderingen). För tätort blir skillnaden ungefär densamma vid 1 timmes avbrott (45 kr/kW). Jämförelsen har här gjorts vid årliga genomsnittstider för avbrott. Vid långa elavbrott ökar kostnaden för avbrott. Känsliga elanvändare kan vilja försäkra sig mot långa men osannolika elavbrott.

Reservkraft är alltså ett dyrbart alternativ om man inte har en hög värdering av olägenheten av avbrott. Jämförelsen ovan gäller hela belastningen hos användaren. För särskilt känsliga delar av lasten är avbrottskostnaden betydligt större än genomsnittet. För dessa delar kan reservkraft vara ekonomiskt motiverad, och ett s k prioriterat nät måste då installeras.

För vissa viktiga samhällsfunktioner är ekonomiska faktorer emellertid inte avgörande (se grupp Bs rapport). Reservkraft installeras då oberoende av om kostnaden är mycket hög.

¹Årskostnaden antas här motsvara 15% av investeringskostnaden (kapital- och driftkostnader).

3 Utgångspunkter, avgränsningar och allmänna överväganden

Kommissionens huvuduppgift har varit att utreda vilka åtgärder som bör vidtas för att minska sårbarheten i elförsörjningen och begränsa konsekvenserna av en omfattande störning. Uppdraget har i huvudsak varit begränsat till störningar i fredstid. Kommissionens närmare ställningstaganden redovisas i kapitlen 5 till 7. I detta kapitel anges dess utgångspunkter, vissa avgränsningar som gjorts i dess arbete samt redovisas vissa allmänna överväganden.

3.1 Sårbarhetsbegreppet

Inför sina överväganden har kommissionen haft anledning att granska själva begreppet sårbarhet och dess innebörd.

Samhällets sårbarhet för störningar i olika system för t ex eltilförsel, livmedelsförsörjning, transporter m m har studerats bl a inom försvarsplaneringen under senare år. Sådana system har byggts upp i moderna samhällen med syfte att uppnå hög rationalitet och effektivitet vid normalförhållanden. Å andra sidan blir samhället också sårbart vid störningar i systemens funktion.

Störningarna i systemen kännetecknas ofta av att ha låg sannolikhet, men stora konsekvenser. Sårbarheten för ett visst system kan inte elimineras helt. Den kvarstående sårbarheten är därför en kompromiss mellan å ena sidan de resursinsatser eller andra uppoffringar som måste göras för att eliminera eller minska risker för störningar och å andra sidan konsekvenserna av att störningar inträffar.

Den svenska elförsörjningen som bl a kännetecknas av en hög grad av nationell integration och av samverkan mellan kraftföretag förenar låga elpriser med hög tillgänglighet vid internationell jämförelse.

El ingår i praktiskt taget alla samhällsfunktioner. Det finns därför skäl att ställa särskilt starka krav på att elsystemet har låg sårbarhet. Kraven bör dock i princip begränsas av att de samhällsfunktioner som är beroende av el också är sårbara i andra avseenden. Kommissionen vill peka på detta förhållande, men har inte haft möjlighet att inom tillgänglig tid belysa vad som är en rimlig nivå på elförsörjningens sårbarhet i detta allmänna perspektiv. I kommissionens arbetsgrupp B har dock insamlats material som kan utgöra utgångspunkt för vidare studium med den inriktningen. Kommissionens överväganden avser sålunda väsentligen systemet av eltilförs-

sel och elanvändning betraktat som isolerad funktion.

En diskussion om minskad sårbarhet skulle självfallet bli lättare om begreppet hade en precis och helst kvantitativ innebörd. Detta skulle i princip underlätta en samhällsekonomisk analys och värdering av elsystem på olika "sårbarhetsnivåer". I normalt språkbruk har begreppet inte en sådan precis innebörd utan det används mera översiktligt.

Med en sådan allmän mening på begreppet kan sägas att den nuvarande sårbarhetsnivån är resultatet av en lång utveckling av det totala systemet för eltillförsel och elanvändning, av inverkan av normer och dimensioneringskriterier, av de fortlöpande förbättringar och förstärkningar av elsystemets tillförseldelar som sker som en del av kraft- och eldistributionsföretagens normala verksamhet samt av de åtgärder som olika användarkategorier vidtar för att skydda sig mot konsekvenser av elavbrott. Ytterst sett är alltså "sårbarhetsnivån" bestämd dels av vissa övergripande dimensioneringskriterier och normer, dels av en stor mängd enskilda beslut som olika parter fattar från sina specifika utgångspunkter men ofta efter uppgörelse med andra parter.

Den mest precisa innebörd man kan ge begreppet är snarast indirekt och erhålles genom att studera hur elsystemet beter sig vid ett antal på förhand givna störningssituationer. Att minska sårbarheten i nuvarande system blir då likvärdigt antingen med att konsekvenserna av dimensionerande störfall minskar eller att systemet förmår hantera mera omfattande eller nya typer av störningar i förhållande till vad det är dimensionerat för. Kommissionen har av dessa skäl ägnat frågan om sådana störfall viss uppmärksamhet. Det bör vidare noteras att för eltillförseldelen av systemet finns språkligt besläktade begrepp till sårbarhet som är betydligt mer väldefinierade, såsom leveranssäkerhet.

Sårbarheten är inte heller statisk utan ständigt föränderlig både med eltillförselsystemets utveckling och med samhällsliga förändringar. Eftersom störningar med stor geografisk utsträckning och längre varaktighet statistiskt inträffar endast med flera decenniers mellanrum sker också betydande samhällsförändringar mellan störningstillfällena. Därmed ändras konsekvensbilden även om störningen som sådan skulle ha ett likartat förlopp i produktionsanläggningar och stamnät. I princip minskar detta möjligheterna att dra mer beständiga slutsatser av en enskild störning. Kommissionen vill därför framhålla att sårbarhetsfrågorna nu liksom tidigare fordrar fortlöpande bevakning.

Vad beträffar storstörningen den 27 december 1983 och möjligheterna att dra slutsatser från den, kan allmänt konstateras att dess verkningar kunde ha blivit större om samma typ av störning på stamnätet hade inträffat vid kallare väderlek, under en mera normal arbetsdag i industrin samt om återuppbyggnaden gått långsammare än som nu var fallet. Omvänt hade verkningarna uteblivit eller reducerats om störningen hade inträffat under den stora del av året då efterfrågan är lägre än vid den aktuella tidpunkten.

Vid sina överväganden har kommissionen beaktat det generella problemet att ständigt upprätthålla god beredskap för sällsynta händelser i stora system såsom stamnätet.

Sårbarheten sådan den tar sig uttryck i avbrottsfrekvens och avbrottstid

varierar kraftigt mellan olika spänningsnivåer i eltilförselsystemet. Självfallet ställs särskilt starka krav på större produktionsanläggningar och stamnät medan ekonomiska skäl talar för att en högre avbrottsfrekvens måste accepteras på lägre spänningsnivå i lokaldistributionen. På denna nivå varierar förhållandena dessutom starkt med den lokala situationen. Sålunda sker en övergång till elvärme som i sin tur kräver att lokalnät på många håll förstärks. Med hänvisning till sina direktiv har kommissionen lagt huvuddelen av sina överväganden beträffande eltilförseln på produktionsanläggningar, stam- och regionalnät samt på generella eller särskilt väsentliga förhållanden i den lokala eldistributionen.

För användare som drabbas av ett avbrott är det självfallet i huvudsak likgiltigt var i systemet detta inträffat och vilken geografisk omfattning det har. Dock kommer användarens överväganden om att anskaffa reservkraft eller vidta andra konsekvenslindrande åtgärder att bestämmas i första hand av den lokala eldistributionens avbrottsfrekvens och avbrottstid. Arbetsgruppen B har valt att studera dessa frågor utgående från ett antal störfall som omfattar störningar även på regional och lokal nivå, men där vissa avgränsningar gjorts av bl a avbrottstidens längd (se avsnitt 3.3).

3.2 Störningar under fred, beredskap och krig

När det gäller störningar finns det anledning att skilja på förhållandena i fred resp vid beredskapstillstånd och i krig.

Huvuddelen av de fredstida störningarna beror på tekniska skäl, "mänsklig faktor" och på naturförhållanden t ex stormskador.

Krigshandlingar och sabotage är målinriktade åtgärder med det bestämda syftet att åstadkomma största möjliga skada med tillgängliga medel. Man kan också utgå från att de utförs på ett välinformerat och kompetent sätt. De kan sålunda väntas riktas mot nyckelpunkter eller på annat sätt särskilt känsliga delar av systemet. De har därigenom en annan karaktär än de ovannämnda fredstida störningarna och kräver motåtgärder av särskilda slag.

Det bör också understrykas att sabotagehandlingar i samband med krig i vissa avseenden inte skiljer sig från eventuella terroristhandlingar i fredstid. Här nödgas man som i andra sammanhang konstatera att ett öppet samhälle har begränsade möjligheter att helt skydda sig mot välorganiserade terroristaktioner även om motåtgärder kan och bör vidtas för att minska risker och konsekvenser.

En skillnad mellan terroristhandlingar i fred och sabotagehandlingar i krig är att de förra är isolerade handlingar som riktas mot ett samhälle som i övrigt lever under fredsförhållanden och som därigenom bl a producerar och konsumerar el på ett helt annat sätt än i krig. En annan betydelsefull skillnad är att skyddsåtgärder mot terroristhandlingar är ett ansvar för en fredstida organisation (kraftföretag, polis) och att de inte primärt är en uppgift för försvaret på samma sätt som i krig.

Åtgärder mot många typer av fredstida störningar innebär att skyddsutrustning installeras eller att funktioner dubbleras utan att systemets funktion i normaldrift påverkas. För andra åtgärder, särskilt mot krigs- och

terrorstörningar, kan gälla att de visserligen minskar sådana risker, men också kan nedsätta den normala funktionen.

Kommissionen har ej närmare övervägt åtgärder som betingas av krigsmässiga krav. Skälet är dels dess direktiv, dels att hela elförsörjningssituationen, som påpekats ovan, ändras väsentligt i krig. Kommissionen har tagit del av den studie inom ramen för perspektivstudierna inför 1987 års försvarsbeslut som ÖEF och Vattenfall genomfört på regeringens uppdrag. Studiens syfte är att redovisa krigsskydds- och beredskapsåtgärder för att stärka kraftsystemets drift. Studien behandlar dock inte fredstida driftfall, fredskris eller avspärning. I studien föreslås fördjupade studier på vissa områden. (Se kapitel 6 och bilaga 3 kapitel 8.)

Kommissionen finner att ÖEFs och Vattenfalls förslag till fördjupade studier ligger väl i linje med vad kommissionen från sina utgångspunkter har anledning att förorda. Speciellt anser kommissionen att frågan om riktad utslagning i kritiska punkter i vårt elsystem bör granskas ingående inom ramen för den fortsatta studien.

Kommissionen anser vidare att man inom den kommunala beredskapsplanläggningen för krig bör uppmärksamma att sabotagehandlingar kan komma att genomföras innan några beredskapshöjande åtgärder eller andra skyddsåtgärder för beredskap/krig har hunnit göras.

3.3 Störfall

En nyckelfråga vid bedömning av sårbarheten inom elsystemet är för vilka störfall systemet skall dimensioneras.

Kommissionen har granskat de dimensioneringskriterier som ligger till grund för elproduktionsanläggningar och stamnät. Kriterierna redovisas närmare i bilaga 2. Kommissionens överväganden redovisas i avsnitt 5.1.1.

Arbetsgrupp B har genomfört sin analys utgående från följande tre störfall.

Störfall 1 är en stamnätsstörning av i princip samma slag som störningen den 27 december 1983.

- Varaktighet upp till 12 timmar.
- Närmast föregående händelse år 1955.

Störfall 2 är en regional storstörning med ett stort antal samtidiga skador, sannolikt orsakad av en storm.

- Med varaktighet upp till ett dygn varannat år.
- Med varaktighet upp till 3 dygn vart femte år.

Störfall 3 är en regional eller lokal storstörning, orsakad av flera samtidiga fel i vitala delar av elmatningen till en hel region eller en stor tätort.

- Varaktighet 2-3 dygn, i extrema fall en vecka.
- Två händelser har inträffat de senaste 20 åren.

3.4 Övriga utgångspunkter

Inträffade störningar av skilda slag ger erfarenheter som kan läggas till grund för åtgärder. Kommissionen och dess arbetsgrupper har tagit del av åtskilligt material som redovisar systematisk insamling och bearbetning av sådana erfarenheter hos berörda myndigheter, samhällseliga organ i övrigt samt i näringslivets företag och organisationer. Vidare har kommissionens arbetsgrupp B utnyttjat statens energiverks bearbetning av erfarenheter från störningarna den 13 januari 1984. Kommissionen vill understryka värdet av sådana arbeten. I avsnitt 6.1.6 har kommissionen lagt förslag till hur bearbetningen av erfarenheter ytterligare kan förbättras.

Erfarenheterna från storstörningen den 27 december 1983 är en viktig utgångspunkt för kommissionens arbete. Störningens förlopp och en sammanställning av erfarenheterna redovisas i kapitel 4.

Kommissionen och dess arbetsgrupper har slutligen utgått från Vattenfalls rapport Elavbrottet 27-12-83 (1984-02-01) och har också fått redogörelser för Vattenfalls fortsatta utredningsarbete under 1984.

4 Storstörningen den 27 december 1983. Förlopp och erfarenheter

Här följer en punktvis beskrivning av förlopp och erfarenheter av störningen baserade på Vattenfalls rapport och rapporterna från grupperna A, B och C (och deras underlagsmaterial).

4.1 Elproduktion och stamnät

- 40 minuter före elavbrottet stoppades den ena reaktorn i Oskarshamn. Bortkoppling av elpannor började. Överföringen norr-söder ökades till 5,6 GW (mot maximalt ca 6 GW¹).
- 30 minuter före elavbrottet upptäcktes varmgång på ett kopplingsorgan i ställverket i Hamra (brännskador på s k frånskiljararm).
- Felet bedömdes allvarligt och Kraftkontroll gav tillstånd till omkoppling i ställverket. Detta innebar att ställverket som normalt är uppdelat i två halvkor kom att bli hopkopplat till en enhet.
- I slutet av omkopplingen uppstod jordfel genom att frånskiljararmen kom i kontakt med marken. Detta var den primära orsaken till elavbrottet. Genom den tillfälliga kopplingen i Hamra ledde det till samtidig bortkoppling av två 400 kV-ledningar från Norrland.
- Bortfallet av Hamra ledde till hård belastning på 220 kV-ledningen över Mälaren. Efter 8 sekunder föll den bort på grund av överbelastning.
- Det svaga nätet i östra Svealand medförde att västra nätet blev hårt ansträngt. Matningen österut skedde via Hallsberg. Spänningen sjönk i centrala delen av Sverige. Systemet lyckades bemästra påfrestningarna i nätet i nästan 1 minut.
- Ytterligare en 400 kV-ledning (till Hallsberg) utlöstes på grund av överbelastning. Spänningsregleringen räckte ej till för att motverka spänningsfallet i Hallsberg.
- Brytningen ledde till spänningskollaps, som orsakade att alla överföringsledningar mellan Norrland och Mellansverige bröts. Stamnätet delades i en sydlig och en nordlig del. Forsmark matade elenergi norrut.
- Utvecklingen gick sedan mycket snabbt. Frekvensen föll snabbt och spänningen sjönk. Belastningen bortkopplades dels genom frekvensstyrd bortkopplingsautomatik, dels genom spänningsautomatik. Den

¹Det exakta värdet beror på drift- och belastningssituationen.

frekvensstyrda belastningsbortkopplingen kom för sent för att kunna "rädda" nätet. Det skulle krävas en annan typ av skydd för att klara detta.

- De snabba frekvens- och spänningsändringarna gjorde det omöjligt för kärnkraftverken att fortsätta sin produktion. Samtliga kärnkraftsaggregat som var i drift fränkopplades utom Forsmark I. Inget aggregat lyckades med s k husturbindrift. Förhållandena vid sammanbrottet var dock sådana att sannolikheten för att lyckas var liten.
- Produktionsöverskottet i det norra systemet ledde till bortkoppling av vattenkraftverk medan belastningen låg kvar. En viss del av belastningen (Umeå/Örnsköldsvik) bortkopplades (på grund av frekvensstörning).
- Skyddssystemet fungerade som avsett. Det gällde reläskydden för olika anläggningar och automatikerna i systemet. Inställningen av reläskydden ledde till vissa olämpliga utlösningar av kärnkraftverken.
- Återuppbyggnaden gick i stort sett bra och följde uppgjorda planer. (Några förseningar berodde på avställd automatik.)
- Överföringen från Norge och Danmark bidrog till en snabb återuppbyggnad.
- Långsam reserv i form av kondens- och mottrycks kraft startades. Fyra aggregat hade kortare beredskapstid än 5 timmar, exkl Gotland.
- 400 kV-nätet var återuppbyggt efter 50 minuter, och nästan hela 220 kV-nätet efter ytterligare 30 minuter.
- Återuppbyggnadstiden vid störningen förlängdes något på grund av att man ej lyckades med husturbindrift för kärnkraftverken.
- Lasttillkopplingen skedde enligt anvisningar regionsvis. Vissa delar av belastningen återkopplades efter 1/2 timme, andra först efter 7 timmar. Tillkopplingsförloppet var i början snabbare än och gick senare ungefär i samma takt som motsvarande störningar utomlands.¹
- Under viss tid av återuppbyggnaden förekom regional effektutdelning från Kraftkontroll. På regional nivå förekom viss prioritering med hänsyn till känsliga elanvändare.

4.2 Eldistribution, elanvändning och reservkraft

- Elavbrottets längd (ca 1 - 7 timmar) var kortare än då allvarliga samhällskonsekvenser uppstår (12 - 24 timmar, se kapitel 6).
- Storstörningens konsekvenser för samhället minskade genom tidpunkten ("mellandag", dagtid, mildt väder).
- De rent ekonomiska konsekvenserna av elavbrottet har (utifrån avbrottsvärderingsuppgifter) uppskattats till ca 100 milj kr för industrin och 100-200 milj kr för övriga elanvändare samt ca 20 milj kr för kraftindustrins merkostnad.²

¹Se Vattenfalls rapport (bil 2, s 8).

²Enligt Vattenfalls rapport. Industriförbundets enkätundersökning anger ca 100 milj kr för fyra stora branscher (stål, massa, kemi, verkstad). Angående avbrottsvärdering se avsnitt 2.7.

- Vid en störstörning är målet att så snabbt som möjligt sätta elnätet under spänning och regionalt inkoppla belastning igen. Detta innebar att "prioritering" av belastning endast var aktuell i vissa situationer med effektbegränsning.
- Befintlig reservkraft fungerade i stort sett bra vid elavbrottet, men vissa brister har lett till översyn och utredningar om reservkraft inom myndigheter, företag och organisationer.
- På sjukhusen fungerade reservkraften för de mest akuta behoven.
- Spårbunden kollektivtrafik drabbades av långa avbrott. En 1/2 timme efter elavbrottet beslöt Storstockholms Lokaltrafik AB (SL) om utrymning av tunnelbanetågen till fots genom tunnarna. Utrymningen tog 45 minuter.
- 39 av statens järnvägars (SJ) 58 stationer för omformning av spänning drabbades av elavbrott på vanligen 1/2-1 1/2 timme. Inkopplingen för SJ fördröjdes på grund av brister vid spänningssättningen. Reservkraft finns för signaler, växlar m m. Alla reservanläggningar fungerade ej.
- Telenätet fungerade i stort sett helt under elavbrottet, genom inkoppling av batterier. Endast 10 av berörda 4 500 automatstationer var ur drift, varav 7 på grund av att elavbrottet blev för långt för batteriernas drifttid.
- Reservkraftsaggregaten på de större FM-sändarstationerna fungerade (3 stationer saknade reservkraft). Av de mindre FM-sändarna är endast vissa försedda med reservkraft (dieselaggregat eller batteri).
- Vattenverk och avloppsrening i t ex Stockholm stoppade (2-3 timmar). Avloppsvatten rann direkt ut i sjöar och vattendrag. Vattenförsörjningen påverkades ej då reservoarerna räckte.
- I många industriföretag blev den verkliga avbrottstiden för driften mycket längre än själva elavbrottet (långa återstarttider i processindustri). Motsvarande försening uppträdde även för datorsystem (1 timme enligt grupp Bs undersökning).
- Nödkylning av värmeprocesser skapade vissa problem i industrin.
- För vissa datasystem fanns reservkraft för det centrala systemet (men ej för terminalerna), t ex i bankerna.
- Huvuddelen av detaljhandeln stängde vid elavbrottet.
- Hissar, kodlås m m ledde till obehag i form av inne- eller utestängning vid elavbrottet.
- Flera viktiga samhällsfunktioner uppvisade inga direkta negativa konsekvenser på grund av att elavbrottet var kort. Stora problem kan uppstå vid längre elavbrott (se grupp Bs rapport). Det gäller t ex vattenförsörjning/avlopp, lantbruk, uppvärmning, drivmedelsförsörjning (bussar, last- och personbilar). I det senare fallet är det de eldrivna bränslepumparna som utgör begränsningen.
- I några fall fungerade ej reservkraften vid elavbrottet på grund av bristande tillsyn.
- I några fall förelåg olämplig systemutformning för reservsystemets drift eller start (t ex kylning).

4.3 Information

- Ett samlat omdöme är att informationen till allmänheten fungerade någorlunda acceptabelt vid elavbrottet.
- Den inre kommunikationen inom Vattenfall fungerade inte bra i början (Kraftkontroll-Prekstjänst, snabbtelefoner).
- Den första kontakten för information till massmedia dröjde till ca 20 minuter efter avbrottets början (Eko-redaktionen, TT).
- Under avbrottet lämnades därefter omfattande information om elavbrottet i radions olika kanaler.
- Informationen från Vattenfall och övriga kraftföretag till återdistributörerna, direkt eller via de regionala enheterna, fungerade inte helt tillfredsställande.
- Direkt information till beredskapsorgan (polis, brandförsvaret, larmcentraler) var bristfällig.
- Många avbrottskänsliga företag klagade över bristande information om elavbrottet och speciellt om bedömd avbrottstid.
- Rutinerna för extern information från kraftföretag och eldistributörer varierar.
- Reservkraften för FM-sändarna fungerade bra vid elavbrottet (tre större stationer och flertalet mindre saknade dock reservkraft). Totalt var det 300 000 - 400 000 personer som ej kunde lyssna på "rätt" lokalradiostation. Motsvarande antal för riksradien var ca 250 000.
- Reservkraften för telestationer fungerade bra under avbrottet, men nätet utsattes för hård belastning. De första 1-2 timmarna av avbrottet var belastningen ca 50 % större än normalt, vilket ledde till omfattande blockeringar.
- En undersökning¹ visar att de flesta fick information om elavbrottet via radio eller muntlig kontakt. Inom 1 timme var hälften informerade, varav ca 55 % via radio och ca 40 % via muntlig information. Nyheten om elavbrottets orsak spreds långsammare än om dess omfattning.
- Undersökningar^{1,2} visar att drygt hälften av de tillfrågade ansåg informationen om elavbrottet tillfredsställande.
- En undersökning¹ visar att 50 % av de tillfrågade hade tillgång till fungerande batteri- eller bilradioapparat vid elavbrottet.

¹Beredskapsnämndens för psykologiskt försvar undersökning via SIFO (500 personer).

²Vattenfalls undersökning via Institutet för marknadsundersökning (500 personer).

5 Överväganden och förslag avseende elproduktion och stamnät

Kommissionens arbetsgrupp A har haft som huvudsaklig uppgift att behandla frågor om elproduktion och stamnät. Dess sammansättning framgår av kapitel 1 och dess rapport redovisas i bilaga 2.

Arbetsgruppen har därvid särskilt behandlat följande frågeställningar i direktiven:

- Orsaker och konsekvenser av störningen den 27 december 1983.
- Hur påverkades olika produktionsanläggningar av störningen och i vad mån inverkade de på dess förlopp.
- Studera riskerna av att ett i och för sig förhållandevis litet tekniskt fel får stora verkningar på elförsörjningssystemet i övrigt och hur sådana verkningar skall undvikas eller begränsas.
- Värdera kriterierna för elöverföringens dimensionering och utbyggnad samt analysera hur riskerna för allvarigare avbrott beräknas.
- Belysa möjligheterna att inom begränsade områden klara elförsörjningen trots att centrala nät har slagits ut.
- Studera rutiner och prioriteringar för bortkoppling av elbelastningen samt för återinkoppling av densamma. Bedöma om det finns skäl att ändra dessa rutiner och prioriteringar med hänsyn till att det finns vissa områden eller funktioner som bör prioriteras framför andra. Därvid bör samspelen mellan den centrala kraftkontrollen och regionala driftcentraler ävensom driftcentralerna sinsemellan studeras.

Därutöver har arbetsgruppen studerat planering och aktuella utbyggnadsplaner för stamnätet, vissa utbildningsfrågor, rollfördelningen i vissa frågor mellan kraftföretag samt mellan dessa och berörda myndigheter samt det internationella erfarenhetsutbytet inom gruppens arbetsområde.

De olika frågorna har behandlats i speciella arbetspromemorior som har utarbetats av gruppens experter. Dessa har sedan diskuterats i hela gruppen. De utgör också underlag för gruppens rapport. Ett viktigt underlag för gruppen har varit Vattenfalls rapport Elavbrottet 27-12-83 och redovisning av pågående utredningar och överväganden. Arbetet i grupp A har inriktats på de förhållanden som gäller i fredstid.

I det följande redovisas kommissionens ställningstaganden till arbetsgruppens förslag enligt bilaga 2, kapitel 5. Motiven för förslagen återfinns i bilaga 2 och upprepas inte här.

De sex frågorna i direktiven behandlas i avsnitten 5.1-5.6. Dessutom kommenteras rollfördelningen (avsnitt 5.7) och redovisas en sammanfattande bedömning (avsnitt 5.8).

5.1 Dimensioneringskriterier och riskbedömning

5.1.1 Dimensioneringskriterier

En diskussion om dimensioneringskriterier pågår kontinuerligt inom kraftbolagen och inom ramen för Nordel. Denna sker i takt med de förändringar och den utveckling som sker i systemet och efter de erfarenheter som inhämtas.

Kommissionen finner den kontinuerliga översynen ändamålsenlig och att den inträffade störningen inte föranleder någon principiell ändring av de nu tillämpade dimensioneringskriterierna.

5.1.2 Principer för drift av stamnätet

Huvudprincipen för driften av stamnätet är att klara fel inom dimensioneringskriterierna utan att elförsörjningen till någon förbrukare bortfaller. Emellertid uppträder tillfälliga situationer då tåligheten mot fel enligt dimensioneringskriterierna är otillräcklig.

Då sådana situationer uppträder tillser driftledningen att systemet återställs inom en specificerad tidsrymd, som beror av den aktuella driftsituationen, så att man åter klarar fel inom kriterierna. Då påtaglig risk för storstörning föreligger är tidsrymden högst 15 minuter.

Kommissionen finner dessa principer ändamålsenliga.

5.1.3 Bedömning av risk för elavbrott i stamnätet

Kommissionen finner efter genomgång av tillämpade metoder att Vattenfalls bedömningar av risker för elavbrott på grund av fel i stamnätet är godtagbara för planering, dimensionering och drift.

5.2 Driftsäkerheten i stamnätet

5.2.1 Översyn av riktlinjer för drift

För driften av stamnätet finns dokument såsom instruktioner, direktiv, driftorder och veckovisa driftplaner, som vägleder handlandet i förutsedda situationer. Dessutom tillämpas praxis, baserad på drifterfarenheter, som ett komplement vid bedömning av lämpliga åtgärder.

Vattenfall har efter störningen den 27 december 1983 sett över bl a av störningen berörda instruktioner och funnit att några väsentliga förändringar inte erfordras. Efter störningen har praxis modifierats för att ytterligare reducera risken för storstörning vid onormala driftsituationer.

Kommissionen finner dessa riktlinjer och de gjorda modifieringarna ändamålsenliga.

5.2.2 Förbättring genom nyanläggningar

Under de närmaste åren avser Vattenfall att nyanlägga ca 1 200 km 400 kV-ledningar jämte ett flertal transformator- och kopplingsställverk.

Det är enligt kommissionens mening angeläget att dessa anläggningar färdigställs snarast möjligt och att möjliga förbättringar av systemets driftsäkerhet därvid tillvaratas. Det bör härvid påpekas att situationen för östra Svealand är särskilt sårbar tills nuvarande utbyggnadsplaner har resulterat i driftsatta ledningar.

Den normala tiden för koncessionsbehandling av ärenden rörande stamnätet är ca 1 år. Tiden har under senare år minskats betydligt. Den totala tiden för samråd och handläggning är dock lång.

Kommissionen finner det angeläget att fortsatta ansträngningar görs av myndigheter och berörda organ för att ytterligare minska handläggningstiden och tiden för det samråd med kommuner och länsstyrelse, som föregår koncessionsansökan.

5.2.3 Modernisering av befintliga anläggningar

En modernisering av befintliga anläggningar pågår. Eftersom arbeten i dessa anläggningar medför driftavbrott måste den planerade moderniseringen avvägas mot konsekvenserna av sådana driftavbrott. Erfarenheter från Hamrastörningen beaktas vid prioriteringen av denna moderniseringsverksamhet.

Vissa äldre ställverk i stamnätet kräver extra underhållsarbete och kan därför medföra störningsrisker.

Kommissionen finner de överväganden och åtgärder som Vattenfall redovisat viktiga och ändamålsenliga.

5.2.4 Utökad skyddsutrustning

En kontinuerlig översyn av stamnätets skyddssystem pågår.

Händelseförloppet vid störningen visar på behovet av åtgärder för att vid multipla ledningsbortfall undvika kraftig överbelastning av stamnätet och därmed sammanhängande spänningskollaps. Som komplement till existerande automatik för frekvensstyrd belastningsfrånkoppling (se 5.5.1) bör därför göras en genomgång av möjligheterna att åstadkomma ett utökat nätskydd. Avsikten därmed är att minska risken för spänningssammanbrott och stabilitetsstörningar vid ledningsbortfall.

Ett utredningsarbete har påbörjats men den komplicerade problemställningen kräver omfattande överväganden innan någon slutlig rekommendation kan avges.

Kommissionen finner det angeläget att frågan om utökat nätskydd prövas.

5.2.5 Reserver för spänningsstabilisering

Tillgängliga reserver för spänningsstabilisering (s k reaktiv effekt) är tillräckliga för normala driftförhållanden. Vattenfall och övriga kraftbolag

överväger om man skall införa extra resurser för spänningsstabilisering för att klara speciellt svåra störningar.

Kommissionen finner denna översyn angelägen.

5.2.6 Utbildning och erfarenhetsåterföring

En förstärkning av kompetensen inom Kraftkontroll har skett successivt under flera år. Personal som arbetar med teoretiska analyser av stamnätets beteende under olika förhållanden deltar också i den dagliga driften. Därmed säkerställs ett ömsesidigt kunskapsutbyte mellan drifterfarenheter och teoretiska analyser.

Personal från Kraftkontroll deltar i utbildningen av personal från de regionala driftcentralerna. Utbildningen omfattar bl a träning i handlande vid olika typer av störningar, vilket är en bra metod att upprätthålla god beredskap för sällsynta händelser. Vattenfall har funnit att utbildning i många fall är ett bättre sätt att åstadkomma hög driftsäkerhet än utökade skriftliga instruktioner. Vattenfall har ett omfattande utbildningsprogram, som i en första etapp gäller t o m år 1985.

Kommissionen finner dessa metoder ändamålsenliga, eftersom de säkerställer en angelägen snabb spridning av erfarenheter och förändrade riktlinjer.

5.3 Storstörningen och elproduktionsanläggningarna

5.3.1 Erfarenheter

Kommissionen har inte funnit att elproduktionsanläggningarna påverkades på något oförutsett sätt eller påverkade störningen negativt. Det kan dock konstateras att även vid lyckad övergång till husturbindrift i kärnkraftverken kan ett förlopp liknande störningen den 27 december 1983 ej förhindras - men däremot kan en snabbare återuppbyggnad uppnås.

5.3.2 Åtgärder

Utredningsarbete inom kraftindustrin visar att:

- En översyn av utlösningsvillkor för kärnkraftsblocken vid nätstörningar bör göras med avseende på möjligheterna att särskilja stabilitetsstörningar från linje- eller apparatfel. Dessutom bör de begränsningsfunktioner som påverkar möjligheterna till spänningsstabilisering ses över.
- Ökad uppmärksamhet bör ägnas åt kärnkraftsblockens förmåga till övergång till husturbindrift. Vid fall av misslyckad husturbindrift bör orsaken fastställas, åtgärder om möjligt vidtagas och verifierande prov vid lämpligt tillfälle utföras.
- Även för de konventionella värmekraftverken bör en översyn av beredskapen för övergång till husturbindrift göras, åtminstone för anläggningar med någorlunda lång planerad årlig drifttid.

Kommissionen finner dessa utredningar angelägna.

5.4 "Små" fel som ger stora verkningar

Elsystemet är dimensionerat för att klara enstaka fel av vissa typer (se 5.1). Erfarenheterna visar, att enstaka fel praktiskt taget alltid klaras utan inträffade störstörningar. I normala fall innebär detta marginaler för att klara av även kombinationer av fel. Emellertid uppträder situationer som kan resultera i störstörningar:

- Enstaka fel, svårare än dimensioneringskriterierna.
- Enstaka fel följda av ytterligare fel, s k felspridning.
- Avsiktliga driftläggningar i elsystemet som innebär att risken för störning tillfälligtvis ökar (jämför 5.1.2).
- Felaktiga operatörsingripanden.

Den trasiga frånskiljararmen i Hamra kan upplevas som ett "litet" tekniskt fel, men genom kopplingsituationen ledde den till samtidig utslagning i Hamra av två överföringsledningar från Norrland ("stort" fel). Systemet försökte bemästra situationen, men lyckades inte. Instabiliteten ledde till slutligt sammanbrott av stamnätet.

Kommissionens överväganden och förslag för att minska riskerna för att "små" tekniska fel får stora verkningar på elsystemet täcks av avsnitten 5.1.2, 5.2.3 och 5.2.4. Åtgärder för att begränsa verkningarna täcks också av dessa avsnitt samt av avsnitt 5.3.2.

5.5 Från- och tillkoppling av elbelastning

5.5.1 Automatisk från- och tillkoppling

Det frekvensstyrda automatiska systemet för från- och tillkoppling av 50% av belastningen (i fem steg) är till för att skydda nätet mot överbelastning. Det arbetar på 130 kV-nätet och kan endast i mycket begränsad utsträckning användas för prioritering av elanvändare.

Kommissionen har inte funnit något, som sett från stamnätets synpunkt, skulle innebära att nuvarande rutiner för från- och tillkoppling av belastning bör frångås.

När det gäller prioritering av elanvändare hänvisas till kommissionens förslag i 6.1.7.

5.5.2 Driftåteruppbyggnad

Rutiner och instruktioner för driftåteruppbyggnad anpassas successivt efter de förändringar och den utveckling som sker i systemet och de erfarenheter som inhämtas.

Erfarenheterna från det decentraliserade systemet för driftåteruppbyggnad är goda. Arbetssättet möjliggör en snabb återuppbyggnad, eftersom driftpersonalen ute i nätet kan påbörja sina inkopplingar utan att vänta på order från Kraftkontroll.

Kommissionen finner detta arbetssätt ändamålsenligt.

5.6 Elförsörjning inom begränsade områden

5.6.1 Isolerade elsystem vid eller direkt efter störning

Det svenska elsystemet karaktäriseras av stark integration och samkörning med de nordiska länderna. Återuppbyggnaden efter stora elavbrott på stamnätet tar normalt ett par timmar.

Förutsättningarna för att klara plötslig övergång till drift på större separata system eller uppbyggnad av sådana från spänningslöst tillstånd är alltför komplexa för att kunna uppfyllas. Det är främst de regler tekniska svårigheterna och de driftorganisatoriska aspekterna som inverkar eftersom man ej kan förutsäga på vilket sätt störningen kommer att ske.

Det föreligger en mycket stor risk för att en struktur med denna ambition i verkligheten skulle komplicera åtgärderna vid mera triviala och ofta förekommande fel och då leda till obefogade bortkopplingar.

Kommissionen avvisar därför tanken på isolerade elsystem i samband med störningar på stamnätet, särskilt som sådana störningar i fredstid inte förväntas ha en längre varaktighet än 12 timmar.

5.6.2 Isolerade elsystem vid längre elavbrott

Störningar med längre varaktighet än 12 timmar förekommer i de regionala och lokala näten. Arbetsgruppen A har inte i detalj studerat möjligheterna och förutsättningarna för lokalt uppbyggda nät i detta fall, men anser att det kan vara angeläget att frågan analyseras närmare. Arbetsgruppen B har belyst möjligheterna för isolerade elsystem vid vissa störfall och i samband med ÖEFs och Vattenfalls perspektivstudie. Kommissionens förslag lämnas i avsnitt 6.1.8.

5.7 Rollfördelning mellan berörda organisationer

5.7.1 Samverkan i stamnätsfrågor

Kommissionen finner att de samarbetsformer mellan Vattenfall och övriga kraftbolag, som under lång tid etablerats i stamnätsnämnden, har visat sig ändamålsenliga och bör bibehållas.

5.7.2 Myndigheternas roll

Enligt starkströmsförordningen (1957:601) skall olycksfall vid koncessionspliktig anläggning anmälas till ansvarig myndighet, numera statens energiverk. Även olycksfall hos abonnent skall anmälas av eldistributören när denne fått kännedom härom. Driftstörning som kan ha väsentlig betydelse för den allmänna säkerheten skall sedan år 1939 också anmälas. Viss oklarhet råder om innebörden av begreppet "driftstörning som kan ha väsentlig betydelse för den allmänna säkerheten". Arbetsgruppen har inhämtat att statens elektriska inspektion f n arbetar för att erhålla en precisering av begreppet.

Kommissionen finner för sin del dels att viss oklarhet råder om innebörden av begreppet, dels att frågan synes komma att prövas i gängse administrativ ordning.

5.8 Sammanfattande bedömning

Kommissionen har i kapitel 5 redovisat överväganden och förslag rörande stamnätet och dess koppling till elproduktionsanläggningar.

Kommissionen finner sammanfattningsvis att planerna för stamnätets utbyggnad och modernisering samt rutiner och principer för dess drift är fullt tillfredsställande.

Kommissionens analys visar att det inom berörda organisationer bedrivs en kontinuerlig översyn av planer och driftprinciper för att anpassa elsystemets utveckling till erhållna drifterfarenheter och förändringar i omvärlden. Detta ger en god grund för en elförsörjning med fortsatt hög leveranssäkerhet.

6 Överväganden och förslag avseende eldistribution, elanvändning och reservanordningar

Kommissionens arbetsgrupp B har haft som huvudsaklig uppgift att behandla frågor om eldistribution och elanvändning och i samband därmed reservanordningar speciellt reservkraft. Dess sammansättning framgår av kapitel 1 och dess rapport redovisas i bilaga 3.

Arbetsgruppen har särskilt behandlat följande frågeställningar i direktiven.

- Kartläggning av konsekvenserna för särskilt utsatta samhällsfunktioner av störningen den 27 december 1983.
- Hur påverkades fjärrvärmesystem och andra värmesystem av den aktuella störningen.
- Hur skall viktiga samhällsfunktioner såsom tv-system, radiokommunikationer, sjukvård, trafiksystem etc kunna fungera även vid elavbrott som varar under längre tid.

Utöver dessa uppgifter har arbetsgruppen studerat förhållanden inom lokal eldistribution bl a pågående och planerade nätförstärkningar samt gjort en genomgång av känsligheten hos olika samhällsfunktioner för elavbrott av varierande längd. En analys har utförts mot bakgrund av tre av arbetsgruppen konstruerade typfall av störningar. Gruppen har slutligen redovisat vidtagna och tänkbara åtgärder för att lindra konsekvenserna av elavbrott för olika samhällsfunktioner samt i viss mån angivit kostnader för dylika åtgärder.

Gruppens experter har utarbetat arbetspromemorior för olika delar av arbetsområdet vilka diskuterats i hela gruppen och utgjort underlag för dess rapport. Särskilda uppdrag har lagts ut till konsultföretaget INFOSEC PROSAB AB beträffande känsligheten för elavbrott hos datoranvändare samt till FOA beträffande reservkraftsfilosofi inom olika samhällsfunktioner samt reservkraftsmarknaden.

I det följande redovisas kommissionens ställningstaganden till arbetsgruppens förslag enligt bilaga 3 kapitel 9. Motiven för förslagen återfinns i bilaga 3 och upprepas inte här.

Gruppens slutsatser och förslag är uppdelade i tre delar, allmänna slutsatser, funktionsvisa förslag samt kommunal planering.

6.1 Allmänna slutsatser

Utgångspunkten för elsystemets dimensionering och beredskap mot fredstida elavbrott bör vara:

- Elavbrott får inte leda till fara eller mycket stor olägenhet för den enskilde.
- Elavbrott får inte leda till stora (långsiktiga) konsekvenser för samhälle eller näringsliv.
- Vissa samhällsfunktioner måste kunna upprätthållas för att begränsa konsekvenserna av elavbrott.

6.1.1 Känslig elavbrottstid

Grupp B har granskat hur långa avbrott olika elanvändare tål innan allvarliga samhällskonsekvenser inträffar. Det gäller t ex sjukvård, livsmedelsförsörjning, vattenförsörjning, avlopp, uppvärmning, kollektivtrafik, animalieproduktion m m.

Kommissionens slutsats är att med befintlig och planerad reservkraft klarar viktiga samhällsfunktioner elavbrott på 12 timmar till 1 dygn utan större negativa samhällseffekter. Längre elavbrott medför växande problem.

6.1.2 Långa elavbrott

Grupp B har undersökt störfall med elavbrott på 2-3 dygn. Det gäller dels stormskador på landsbygden, dels utslagning av viktiga anläggningar (i region eller tätort). Om ingen alternativ matningsväg finns eller reservutrustning kan disponeras kan avbrottet bli längre. I extrema fall kan det ta flera veckor, om man tvingas ersätta stora transformatorer.

Kommissionen anser allmänt att ökad uppmärksamhet bör ägnas långa elavbrott (upp till 2-3 dygn, se 6.1.8 och 6.2).

6.1.3 Avvägning mellan åtgärder hos användare och i elnät

Kommissionen anser att nuvarande avvägning i huvudsak är rimlig med hänsyn till nätets totala sammansättning av abonnenter samt kostnader och effekter av ytterligare nätförstärkning.

För särskilt viktiga samhällsfunktioner (t ex telekommunikation, akut-sjukvård etc) och väsentliga funktioner i näringslivet (t ex nödsystem, kylning etc) måste abonnenten själv vidtaga egna åtgärder mot elavbrott (t ex egen reservkraft, fler matningar, högre abonnemangsspänning, reservlösningar som ej kräver tillgång på el).

De flesta av landets nästan 5 miljoner abonnenter kan acceptera obehaget av elavbrott vid nuvarande nivå på avbrottstid och avbrottsfrekvens.

6.1.4 Åtgärder hos användare/reservkraft

Driftsäkerheten i det svenska elsystemet är så hög att få elanvändare har bedömt det motiverat att anskaffa egen reservkraft. Det finns ca 5 000 dieseldrivna reservkraftsaggregat av olika storlek i landet. En översyn av behov och dimensionering av reservkraft pågår på många håll i samhället efter störstörningen. I samband med införande av ny teknik förändras förutsättningarna och lönsamheten för reservkraft.

Kommissionen anser:

- Någon allmän ökning av reservkraft behövs inte, däremot påvisas behov av kompletteringar inom vissa samhällsfunktioner (se 6.2).
- Näringslivets förmåga att upprätthålla produktionen vid långa elavbrott kan endast marginellt påverkas av ytterligare reservkraft, utom möjligen i jordbruket.
- Alternativ till reservkraft bör uppmärksammas (matningsvägar, spänningsnivå, eloberoende lösningar m m).
- Underhåll av reservkraft är mycket viktigt. Eftersom elavbrotten är sällsynta bör systemen provas under realistiska betingelser. Reservkraften bör ses över i samband med omorganisationer och införande av ny teknik.
- Billig reservkraft med litet behov av underhåll är avgörande för en utökad användning. Statens energiverk och Svenska Elverksföreningen har initierat arbete med standardisering och teknisk utveckling av reservkraftsaggregat (främst för jordbruket). Detta arbete bedöms angeläget. Eventuellt statligt stöd till visst tekniskt utvecklingsarbete bör kunna lämnas inom nuvarande forskningsprogram vid styrelsen för teknisk utveckling och statens energiverk.

6.1.5 Nätförstärkning

Stormskadorna år 1969 ledde till rekommendationer att öka driftsäkerheten i distributionsnäten. Väsentliga förbättringar har skett genom förnyelse och modernisering under 15 år. Detta har lett till kortare avbrottstider, t ex vid stormen i januari 1984. Regionledning (130-30 kV) är som regel "trädsäkra" (25-30 m bred gata). Moderna luftledning för lågspänning byggs med hängkabel. Högspänningsnäten på 20-6 kV svarar för många lokala avbrott genom fallande träd. Moderna högspänningsledning byggs dock med starkare material. Leveranssäkerheten kan också ökas genom nätutformningen (dubbelmatning, slingnät m m) och teknisk utrustning (återinkoppling, fjärrkontroll m m).

Statligt stöd (2 milj kr/år) utgår tom budgetåret 1984/85 i vissa fall till modernisering av landsbygdsnät, där det är svårt att få moderniseringen till stånd av ekonomiska skäl.

Kommissionen finner att:

- Eldistributörernas moderniseringsarbete bör fortsätta enligt nuvarande inriktning.
- Uppdrag bör ges till statens energiverk att undersöka behov av fortsatta åtgärder för uppbyggnad av vissa landsbygdsnät.

6.1.6 Avbrottsvärdering

Avbrottsvärdering är ett av flera medel som används av kraftföretag och eldistributörer vid dimensioneringen av elsystemet. Svenska Elverksföreningen genomförde år 1982 en avbrottsvärdering. Metoden bygger på olika elanvändares uppskattning av kostnaden för elavbrott av olika längd. Följtkostnader för tredje part ingår normalt inte. Avbrottsvärderingen används i varierande utsträckning direkt vid nätdimensionering. Den används främst som kontroll av andra tekniska dimensioneringsmetoder och då flera ekonomiskt "likvärdiga" alternativ föreligger för eldistributören.

I grupp Bs rapport redovisas av industrin uppskattade kostnader för störstörningen inom vissa branscher. Även om totalnivån på kostnaden är ungefär densamma som enligt avbrottsvärderingen skiljer det mycket på fördelningen på branscher.

Kommissionen anser det angeläget att industrins uppskattade kostnader för störstörningen granskas av Svenska Elverksföreningen, berörda företag och branschorganisationer och jämförs med motsvarande värden enligt nu tillämpad avbrottsvärdering. Skillnader i lokala förhållanden mellan olika företag i samma bransch bör observeras.

6.1.7 Prioritering av elanvändare

Leveranssäkerheten för en elanvändare bestäms i första hand av lokalisering och den spänningsnivå anslutningen gäller. Allmänna system för prioritering av abonnenter efter funktion vid bort- och tillkoppling av last saknas. Vid långvariga lokala elavbrott kan dock viss prioritering av abonnenter ske vid inkopplingen. Tekniska förutsättningar för prioritering är störst för abonnenter anslutna till regionnät eller högspända lokalnät i tätorter. Datoriserade driftcentraler kan i framtiden ge bättre förutsättningar för prioritering av elanvändare. I framtiden kan eventuellt tekniska system för s k belastningsstyrning (via telenät) användas även vid elavbrott.

Kommissionen finner det angeläget att elanvändare och kraftföretag/el-distributörer i samverkan eftersträvar lösningar som tar hänsyn till användarnas prioriterade elbehov. Speciella överenskommelser om återinkoppling i flera steg efter elavbrott bör prövas i enskilda fall.

6.1.8 Isolerade elsystem vid längre elavbrott

I några områden (t ex större städer) finns i princip möjlighet att bygga upp isolerade elsystem som utgår från lokala produktionsanläggningar och eventuella förstärkningsåtgärder. De skulle kunna innebära ett sätt att minska konsekvenserna av långa, lokala elavbrott. För att bygga upp systemet från spänningslöst tillstånd krävs tillgång på startkraft (gasturbin, vattenkraft etc) för att kunna starta de kondens- eller mottryckskraftverk som finns i området. Vidare krävs tillgång på frekvensstabiliserande utrustning och utbildad personal. Kvaliteten på "lokal" elenergi blir sämre än vid normal elförsörjning.

På några ställen i landet undersöks möjligheterna till lokala elsystem vid

längre elavbrott. Detta är även av betydelse för krigsberedskapen då hotbilden enligt de allmänna förutsättningarna för det ekonomiska försvarets perspektivstudie innebär större risk för stannatssammanbrott vid krig/krigsförberedelse än tidigare.

Kommissionen anser att möjligheterna att bygga upp lokala elsystem vid långa elavbrott (upp till 2-3 dygn) bör undersökas av de kommuner där allmänna förutsättningar enligt ovan föreligger. Detta bör prövas mot andra åtgärder inom ramen för en kommunal planering för att möta långa elavbrott (se 6.3).

Kommissionen konstaterar vidare att ÖEF och Vattenfall i anslutning till de fortsatta studierna om ökad beredskap för elförsörjningen avser att inventera förutsättningarna för lokal och regional försörjning. Härigenom bör översiktlig planering och förberedelser även för långvariga men osannolika elavbrott under fredstid kunna täckas in.

6.2 Funktionsvisa förslag

För flera viktiga samhällsfunktioner varierar förhållandena starkt, varför lokala lösningar bör förordas. I vissa fall bör generella lösningar väljas, t ex då ansvaret för funktionen är centraliserat. Ansvariga myndigheter bör utfärda råd eller normer för vilken verksamhet som bör omfattas av reservkraft.

En översyn av reservåtgärder mot elavbrott pågår inom många myndigheter och organisationer. Tillgängligt material har granskats av grupp B. Funktionerna redovisas nedan i samma ordning som i grupp B.

6.2.1 Sjukvård

Enligt en undersökning av Spri (Sjukvårdens planerings- och rationaliseringsinstitut) klarar endast 1/3 av sjukhusen längre elavbrott. Normer/riktlinjer för reservkraft finns för nya sjukhus.

Kommissionen föreslår att socialstyrelsen ges i uppdrag att, i samråd med Landstingsförbundet, inventera reservkraftsläget vid landets sjukhus och föreslå åtgärder för att ge äldre sjukhus en rimlig uthållighet vid elavbrott. Vattenförsörjningen bör också uppmärksammas i detta sammanhang.

6.2.2 Transporter och drivmedelsförsörjning

Drivmedelpumpar är normalt beroende av eltillförsel och bensinstationer saknar reservkraft. ÖEF har anskaffat några nätoberoende drivmedelpumpar för att öka uthålligheten vid elavbrott i krig. Dessa finns f n i beredskapslager.

Inom spårbunden trafik skiljer man mellan drivström (för tågdrift) och hjälpström (för signaler m m). En översyn av reservlösningar för kollektivtrafik pågår både inom statens järnvägar (SJ) och Storstockholms Lokaltrafik AB (SL).

Kommissionen föreslår att transportrådet, i samråd med ÖEF, ges i

uppdrag att utreda hur man uppnår en rimlig uthållighet för drivmedelsförsörjningen av prioriterade behov vid elavbrott. Drivmedelsförsörjningen för reservkraftsaggregat bör särskilt uppmärksammas.

Kommissionen anser att länshuvudmännen bör överväga hur drivmedelsförsörjningen till kollektivtrafikens bussar skall kunna fungera vid elavbrott.

Kommissionen har tagit del av SJs förslag till åtgärder. Kommissionen finner dem angelägna och har inget att tillägga.

Kommissionen har tagit del av SLs förslag till åtgärder. Kommissionen finner dem angelägna och har inget att tillägga.

Kommissionen anser det angeläget att Stockholms Energiverk och SL undersöker förutsättningarna för att vid långa elavbrott driva tunnelbanan med lokalt producerad elenergi.

Kommissionen konstaterar att sjöfarts- och luftfartsverken internt behandlar frågan om förbättringar i reservkraften på sina områden.

6.2.3 Post, bank

Kommissionen konstaterar att en utbyggnad av avbrottsfri eltillförsel pågår inom post- och bankväsendet.

6.2.4 Uppvärmning¹

Praktiskt taget alla uppvärmningssystem är beroende av elenergi för cirkulationspumpar, brännare, elvärme etc. Uthålligheten vid elavbrott beror på husets standard och utformning av värmesystemet. Öppen spis, braskamin etc utgör reservalternativ.

Kommissionen föreslår att byggnadsnämnderna rekommenderar att bostadsfastigheter anknutna till landsbygdsnät förses med reservuppvärmning (för åtminstone något rum), som kan fungera några dygn utan el från nätet.

6.2.5 Hissar, kodlås m m

Hissar, kodlås m m leder till obehag i form av inne- eller utestängning vid elavbrott.

Kommissionen föreslår att det planerade centrala räddningsverket ges i uppdrag att utreda behovet av åtgärder för att föra hissar till närmaste våningsplan och att eventuellt föreslå nya normer.

Kommissionen anser det angeläget att fastighetsägare ser över behovet av reservkraft för kodlås och garageportar.

6.2.6 Vatten och avlopp

Mindre vattenverk har ofta fullständig reservkraft. För större vattenverk är det inte ekonomiskt rimligt att installera fullständig reservkraft. Tryckhållningen i rören är viktig, annars kan föroreningar tränga in. Förhållandena

¹Se även fjärrvärme 6.2.7.

(tillgång på reservoarer, reservkraft m m) varierar starkt mellan olika orter. Mobila reservkraftverk placeras i vissa kommuner vid vattenverken.

Kommissionen anser det angeläget att Vatten- och avloppsverksför- eningen anpassar sina dimensioneringsnormer till kraven vid långa elav- brott. Frågan om reservkraft för vatten- och avloppssystemen bör därvid bedömas samlat för att undvika oönskade utsläpp till sjöar och vattendrag.

Kommissionen anser det angeläget att söka tekniska och organisatoriska lösningar, som medger ökad användning av eldistributionernas mobila re- servkraftsaggregat för prioriterade behov, t ex vattenförsörjningen.

6.2.7 Fjärrvärme/naturgas

Fjärrvärme är speciell genom att både producent och användare av hetvat- ten behöver elenergi för matningen. För naturgasdistribution behövs el- energi.

Kommissionen anser det angeläget att de lokala förutsättningarna för att driva fjärrvärmesystem vid långa elavbrott studeras i kommunerna. Detta bör ske inom ramen för kommunal planering för att möta långa elavbrott (se 6.3). Fjärrvärmeleverantörerna bör därvid även studera effekten på fjärrvärmesystemet av periodisk bortkoppling av elabbonenter vid begrän- sad tillgång på eleffekt.

Kommissionen förutsätter att reservfilosofi och reservkraftens dimen- sionering även fortsättningsvis uppmärksammas vid uppbyggnaden av na- turgassystem.

6.2.8 Telenät

Alla telestationer har batterireserv. De större stationerna har också diesel- aggregat för 3-5 dygns drift. De mindre stationerna har batterier för högst 10 timmars normaldrift. De stationära reservaggregaten täcker hälften av teleabbonenterna samt data- och telexnäten. Mobila reservaggregat kom- pletterar när det gäller de mindre stationerna. De kan användas för återupp- laddning av batterier. Televerket utreder f n behovet av stationära reserv- aggregat för mindre telestationer. Mobiltelefonnätets reservkraft kommer att förbättras.

Abonnentväxlar större än ca 125 anknjutningar har batterireserv. I stor- leken 25-125 anknjutningar kan de förses med batterier efter abonnentens önskemål.

Kommissionen konstaterar att televerket f n ser över reservsystemet för att göra telenätet mindre sårbart vid elavbrott. Televerkets utredning är angelägen mot bakgrund av telenätets särskilda betydelse vid elavbrott.

6.2.9 Radiokommunikation

Televerket har våren 1984 försett de tre återstående större FM-sändarna med reservkraft. Några av de mindre FM-sändarna har fått eller planeras få dieseldrivna reservkraftsaggregat. (Detta gäller främst de sändare som täcker många hushåll.)

För de "mindre" FM-sändarna undersöker televerket nu möjligheterna

att förse dem med begränsade batterireserver (2-4 timmars drift). Batterierna måste bli billiga och underhållsfria annars blir totalkostnaden per sändare/hushåll för hög.

Efter utförda installationer under 1984 återstår 150 000 personer i landet som ej täcks av rätt lokalradiostation vid elavbrott i hela landet. Efter införande av ytterligare reservkraftsaggregat och batterier enligt ovan skulle antalet minska till 50 000 i framtiden.

Riksradien har reservkraft för programproduktion i Stockholm och Göteborg. Lokalradion har reservkraft på sina huvudredaktioner. Aggregaten har oftast manuell start och relativt lång starttid. Sveriges Radio ser över sin reservkraft.

Vid Tidningarnas telegrambyrå AB (TT) installeras reservkraft hösten 1984.

Kommissionen finner de av televerket planerade och föreslagna åtgärderna avseende sändare angelägna mot bakgrund av radions särskilda betydelse vid elavbrott. De bör anses tillräckliga vid en total avvägning av resurser och effekter.

Kommissionen konstaterar att Sveriges Radio ser över reservåtgärder för lokalradio och riksradien. Sveriges Radios utredning är angelägen mot bakgrund av radions särskilda betydelse vid elavbrott. Åtgärderna bör utformas så att hela kedjan från programproduktion till distribution får samma säkerhet vid elavbrott.

6.2.10 Polis

Förhållandena när det gäller reservkraft inom polisen varierar.

Kommissionen föreslår att rikspolisstyrelsen och byggnadsstyrelsen ser över riktlinjerna för reservkraft vid polisstationer och polisradions sändare.

6.2.11 Larmsystem

Viktiga larmsystem måste fungera även vid elavbrott. Det gäller dels problem med falsklarm på grund av elavbrott, dels säkerställande av trygghets- och driftlarm.

Kommissionen föreslår att det planerade centrala räddningsverket ges i uppdrag att se över funktionssäkerheten vid elavbrott hos viktiga larmsystem.

6.2.12 Vädertjänst

Vädertjänsten har vissa brister i tillgångar på reservkraft.

Kommissionen konstaterar att utredning pågår inom Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI).

6.2.13 Miljöfarlig verksamhet

Skyddssystem har införts för att undvika person- och miljöskador. Lagar och föreskrifter reglerar områdena miljö- och arbetarskydd. Oklarhet kan råda om skyddssystemens funktionssäkerhet vid elavbrott.

Kommissionen föreslår att uppdrag ges till arbetarskyddsstyrelsen att i samråd med berörda myndigheter se över lagstiftningen och skyddssystemens funktionssäkerhet vid elavbrott.

6.2.14 Industri

För industrin gäller att vid elavbrott avstannar produktionen. Reservkraft installeras främst för nödsystem och liknande, men inte för att hålla produktionen i gång. (Viss lokal mottryckskraft finns inom pappers- och massaindustrin.) Större energianvändare är ofta anslutna på högre spänningsnivåer. Härigenom erhålls högre driftsäkerhet (fel på det egna nätet och nedtransformeringen förekommer dock). Vissa processindustrier är speciellt känsliga vid elavbrott (kemisk och metallurgisk). Skador kan uppkomma och dessa företag önskar erhålla begränsad effekt tidigt under återuppbyggnaden efter elavbrott. Dataanvändare och vissa processindustrier är också känsliga för mycket korta elavbrott och spänningsvariationer.

Kommissionen konstaterar att leveranssäkerheten i elförsörjningen är så hög att få industriföretag bedömt det motiverat att skaffa egen reservkraft.

Kommissionen anser det angeläget att näringslivets branschorgan tar fram underlag och information som hjälp inför beslut om åtgärder inom företagen för att minska sårbarheten vid elavbrott. (Säkerhetssystem, datasystem och telefonväxlar bör uppmärksammas.)

Angående begränsad effekttilldelning efter elavbrott se prioritering av elanvändare, 6.1.7.

Kommissionen har inte närmare studerat frågan om spänningsvariationer och mycket korta elavbrott. Många företag har påpekat att dessa är lika besvärande för driften som normala elavbrott. Berörda företag och kraftföretag bör ägna frågan ökad uppmärksamhet.

6.2.15 Datorer

Även på datorområdet, där kommissionen låtit göra en undersökning, har endast högst 15 % av dataanvändarna (huvudsakligen stora företag och myndigheter) egen reservkraft.

Kommissionen anser det angeläget att ansvariga företag och myndigheter ser över sina system.

6.2.16 Handel och livsmedelsförsörjning

Vid elavbrott stängs de flesta affärer. Vissa varuhus har reservkraft men övriga affärer saknar. Det sker en snabb teknisk utveckling av el- och databeroende system inom handeln (kassaapparater, distribution och la-

gerhantering m m). System med inbyggd reservkraft kan visa sig lönsamma.

Kommissionen anser det angeläget att kommunerna i samverkan med eldistributörerna förbereder anslutning av ett mobilt reservkraftverk till någon affär och lagercentral för att lokalt klara främst livsmedelsförsörjningen vid långa elavbrott. Detta bör ske i anslutning till kommunal planering för att möta långa elavbrott (6.3).

6.2.17 Jordbruk/animalieproduktion

Lantbruk med stora djurbesättningar har behov av reservkraft. Djur kan komma att lida allvarlig skada vid elavbrott. Reservkraftsaggregat finns ofta vid kycklingfarmer, svinstallar och gårdar med större mjölkbesättningar. Det är önskvärt att fler djurhållande lantbruk anskaffar reservkraft. Detta är också ett starkt beredskapsintresse speciellt för gårdar med mjölkbesättningar.

Från kommissionens utgångspunkter finns inte tillräckliga motiv att föreslå direkt statligt bidrag till jordbruket för anskaffning av reservkraft. Sådana förslag kan övervägas inom det ekonomiska försvarets ram. Kommissionen anser dock att anskaffningen bör stimuleras genom att investeringar som enbart avser reservkraft får utgöra låneunderlag för statsgaranterade lån.

Kommissionen anser det viktigt att lantbruksnämnderna och LRF hjälper lantbrukarna med underlag för bedömning av reservkraftens lönsamhet och dimensionering. Standardisering av aggregat och anslutningar är viktig.

6.3 Kommunal planering

Problem med vattenförsörjning, avlopp, värmeförsörjning m m uppkommer i flera kommuner vid långa elavbrott (se ovan under 6.2). Förhållandena varierar starkt lokalt, varför frågorna bör angripas på kommunal nivå. Allmänna föreskrifter om reservkraft m m är därför mindre lämpliga.

Några kommuner har f n enligt lagen om kommunal beredskap (1963:64) tagit fram underlag för bedömning av behovet av reservanordningar. Enligt gällande bestämmelser skall 90% statsbidrag utgå för detta ändamål men medel har ännu inte anslagits. Erfarenheterna är att beredskapsbehoven blir stora.

Det finns många gemensamma drag mellan kommunal beredskapsplanläggning och en planering för att i fredstid möta långa elavbrott. Förhållandena i krig och fred är dock så olika (tillgång på personal/materiel, elanvändningens omfattning etc) att en särskild planering inriktad på fredstida förhållanden är motiverad. En sådan plan bör omfatta organisation, beskrivning av tillgängliga resurser och förslag till åtgärder. Merarbetet för kommunerna torde bli begränsat med hänsyn till det underlag som tas fram inom kommunal beredskapsplanläggning och kommunal energiplanering.

Kommissionen föreslår att kommunerna bör få ansvaret för att genomföra

ra en planering för att möta långa elavbrott. De bör vidare verka för att nödvändiga åtgärder och investeringar genomförs.

Kommunerna bör utarbeta planen i samverkan med berörda distributörer och råkraftleverantörer. Dessa bör ha ansvaret för att ge underlag beträffande de störfall som kan vara aktuella för kommunen i fråga samt i förekommande fall beträffande möjligheterna till uppbyggnad av isolerade elsystem.

En central arbetsgrupp bör tillsättas för att utarbeta allmänna råd och anvisningar med syftet att samordna mellan kommunernas planering för att möta långa elavbrott och den kommunala beredskapsplanläggningen. Sambanden med kommunal energiplanering bör också uppmärksammas. Arbetsgruppen bör även behandla frågan om finansiering av reservanordningar m m som har nytta både för freds- och krigstid och därvid erforderliga ändringar i 6 § i lagen om kommunal beredskap.

7 Överväganden och förslag avseende information vid elavbrott

Kommissionens arbetsgrupp C har haft som huvudsaklig uppgift att behandla frågor om information vid elavbrott. Dess sammansättning framgår av kapitel 1 och dess rapport redovisas i bilaga 4.

Arbetsgruppen har särskilt behandlat följande frågor i direktiven.

- Hur fungerade informationen vid störningen den 27 december 1983.
- Hur bör information fungera vid elavbrott.

Gruppen har gjort en genomgång av nu rådande förhållanden och lämnat förslag beträffande organisation och behov av information, informationskanaler och därvid särskilt studerat förhållanden och åtgärder inom radion, informationens utformning samt erforderliga förberedelser.

Gruppen har byggt sitt arbete på befintligt material samt det material som myndigheter, företag och organisationer tagit fram med anledning av elavbrottet den 27 december 1983. Beredskapsnämnden för psykologiskt försvar genomför en studie om elavbrottet. Gruppen har tagit del av den första delen av denna studie Informationen vid det stora strömavbrottet (1984).

Gruppen har vidare inhämtat fakta och synpunkter från ett stort antal berörda, bl a i form av en hearing.

Gruppen har noterat att åtgärder vidtas och planeras av elleverantörerna, televerket och Sveriges Radio m fl för att förbättra informationen vid elavbrott.

I det följande redovisas kommissionens ställningstaganden till arbetsgruppens förslag enligt bilaga 4 kapitel 8. Motiven för förslagen redovisas i bilaga 4 och upprepas inte här.

7.1 Organisation och behov av information

Kommissionen anser att:

- Elleverantörerna bör organisera arbetet så att inte bara operativa utan även informativa uppgifter kan lösas väl. Därvid bör operativ personal i så stor utsträckning som möjligt avlastas från informativa uppgifter samtidigt som den personal som avdelas för dessa uppgifter hela tiden hålls underrättad om utvecklingen.
- Informationen bör i första hand lämnas till dem som kan informera vidare (radio, TT etc).

- Viktiga samhällsorgan som polis, brandförsvaret och länsalarmeringscentraler bör också få snabb information om elavbrott, så att de kan vidta nödvändiga åtgärder. Motsvarande bör eftersträvas för särskilt avbrottskänsliga elanvändare.
- Snabb direkt information från kraftföretag till återdistributörer bör eftersträvas. Kraftföretagen bör undersöka om detta kan ske med hjälp av de informationsvägar som finns inom driften av elsystemet.

7.2 Informationskanaler

Kommissionen anser att:

- Radion är den bästa kanalen för information vid elavbrott. Sveriges Radio bör överväga någon form av jourssystem för lokalradion.
- Tillgänglig reservkraft till televerkets sändare bör vid behov kunna reserveras för enbart ljudradiosändarna.
- På grund av risk för överbelastning av telefonförbindelser vid elavbrott bör informationsvägen mellan elleverantör och "mottagare" säkerställas genom t ex direkta telefonnummer (för berörda), fasta teleförlbindelser eller mobil teletrafik.
- Länsalarmeringscentraler bör utnyttjas vid informationsgivningen.
- En utbyggnad av TTs telefonnyheter (0710-numret) kan öka möjligheterna att sprida information om elavbrott.

7.3 Informationens utformning

Kommissionen anser att:

- Informationen vid elavbrott bör lämnas snabbt och sedan regelbundet vid bestämda tidpunkter. Den får inte fördröjas av ambitionen att lämna fullständig information från början.
- I regioner med hög andel invandrare bör informationen lämnas även på de vanligast förekommande invandrar språken eller på sk "lätt svenska".

7.4 Förberedelser

Kommissionen anser att:

- Allmänheten bör informeras om betydelsen av att ha batteriradiomottagare (med fungerande batterier) till hands.
- Elleverantörerna bör planera de informationsåtgärder som behövs vid elavbrott så att en beredskap byggs upp. Kraftföretagen bör tillsammans med återdistributörerna, regionsvis, planera åtgärderna. De som har särskilt behov av information och de som kan informera vidare inom regionen bör delta i överläggningarna om informationsåtgärderna.

Kommittédirektiv



Dir 1984:2

Elförsörjningens sårbarhet

Dir 1984:2

Beslut vid regeringssammanträde 1984-01-12.

Statsrådet Dahl anför.

De flesta större elproduktionsanläggningar är anslutna till det riksfattande storkrafts nätet, som består av ledningar och transformatorstationer för 220 kV och 400 kV. Nätet utnyttjas för överföring på större avstånd av elenergi mellan produktionsanläggningar och konsumtionsområden. Nätet är en förutsättning för samkörning mellan kraftföretagen och med övriga nordiska länder. Samkörningen gör det möjligt att utnyttja det totala elproduktionssystemet på det mest ekonomiska sättet. Tillfälliga störningar i elproduktionen liksom fel på större ledningar m. m. klaras normalt utan avbrott för abonnenterna. Sverige anses ha ett väl utbyggt system för elförsörjningen med en hög leveranssäkerhet. Ett framtida system med god motståndskraft mot störningar förbättrar också förutsättningarna för att vidmakthålla systemet i krig.

Tisdagen den 27 december 1983 drabbades den svenska elförsörjningen av en allvarlig störning som ledde till att kraftleveranserna avbröts till södra hälften av landet. Upphovet till störningen var överhettning och brand i ett kopplingsorgan i en transformatorstation vid Enköping. Detta fel ledde bl. a. till att produktionen i kärnkraftstationerna inte kunde upprätthållas utan fränkoppling skedde av samtliga block utom Forsmark 1.

Statens vattenfallsverk har tillsatt en intern arbetsgrupp med uppgift att klarlägga störningens förlopp och orsakerna till dess stora omfattning. Arbetsgruppen skall vidare föreslå åtgärder som kan medverka till att minska risken för omfattande störningar i elförsörjningen och föreslå de ytterligare utredningar som anses påkallade. En slutlig sammanfattande rapport skall lämnas senast den 1 februari 1984.

Utredningar om konsekvenserna av elabrottet har påbörjats inom beredskapsnämnden för psykologiskt försvar och Sveriges Radio AB.

Med anledning av omfattningen av den inträffade störningen anser jag det väsentligt att frågan om elförsörjningens sårbarhet ytterligare utreds i ett

vidare sammanhang tillsammans med frågan om vilka åtgärder som bör vidtas för att begränsa störningar i eltilförseln och verkningarna av sådana störningar. Jag anser att en sådan utredning bör omfatta närmast störningar i fredstid.

Med hänvisning till vad jag nu har anfört förordar jag att en särskild utredare tillkallas för att utreda elförsörjningens sårbarhet mot bakgrund av störningen i eltilförseln den 27 december 1983 och lämna förslag till vilka åtgärder som bör vidtas för att minska sårbarheten i elförsörjningen och begränsa konsekvenserna av en omfattande störning. Därvid bör ett underlag vara den rapport som vattenfallsverket kommer att utarbeta.

Utredaren bör redovisa den nu aktuella störningens orsaker och konsekvenser. I detta sammanhang bör utredaren studera hur olika elproduktionsanläggningar påverkades av störningen och i vad mån anläggningarna inverkade på störningens förlopp.

Utredaren bör studera riskerna av att ett i och för sig förhållandevis litet tekniskt fel får stora verkningar på elförsörjningssystemet i övrigt och hur sådana verkningar skall undvikas eller begränsas. Utredaren bör i samband härmed värdera kriterierna för elöverföringens dimensionering och utbyggnad och analysera hur riskerna för allvarigare avbrott beräknas. Utredaren bör också belysa möjligheterna att inom begränsade områden klara elförsörjningen trots att centrala nät har slagits ut.

Andra frågor som utredaren bör studera är rutiner och prioriteringar för bortkoppling av elbelastningen samt för återinkoppling av densamma. Utredaren bör bedöma om det finns skäl att ändra dessa rutiner och prioriteringar med hänsyn till att det finns vissa områden eller funktioner som bör prioriteras före andra. Därvid bör samspelet mellan den centrala kraftkontrollen och regionala driftcentraler ävensom driftcentralerna sinsemellan studeras.

Vidare bör studeras hur fjärrvärmesystem och andra värmesystem påverkades.

Olika reservaggregat klarade elförsörjningen under den aktuella störningen för de mest utsatta funktionerna såsom sjukhus och telefontrafik. Däremot drabbade elavbrottet andra viktiga samhällsfunktioner, såsom spårbunden kollektivtrafik. Hade avbrottet varat ytterligare ett par timmar kunde också exempelvis avsevärda störningar ha uppstått i telefontrafiken. Mot bakgrund härav bör utredaren närmare studera hur viktiga samhällsfunktioner såsom tv-system, sjukvård, trafiksystem etc. skall kunna fungera även vid elavbrott som varar under längre tid. Radiokommunikationerna spelar härvid en viktig roll. Vid det nu aktuella tillfället visade det sig att även vissa radiosändare stoppades vid strömavbrottet, vilket var synnerligen allvarligt.

Vid elavbrott är det viktigt att så snart som möjligt informera allmänheten och de organ som kan behöva vidta åtgärder om elavbrottet, dess omfattning och orsaker samt när det gäller allmänheten om lämpliga åtgärder, möjligheter till hjälp etc. Utredaren bör studera hur informationen har fungerat och hur den bör fungera. Genom en snabb, öppen och klar information skapas förutsättningar för att störningens konsekvenser för samhället skall kunna mildras.

Utredaren bör samråda med berörda myndigheter och organisationer samt bereda dessa tillfälle att framföra synpunkter.

Jag vill i detta sammanhang erinra om att regeringen den 22 juni 1983 beslutade att uppdra åt det ekonomiska försvarets myndigheter att genomföra en studie som redovisar hur krigsskydds- och beredskapsåtgärderna skall utformas för att stärka kraftsystemets drift under alla förhållanden. Denna studie skall redovisas i preliminär form den 30 april 1984 och slutligt den 8 juni 1984. Utredaren bör beakta resultatet av denna studie.

En viktig del i det ekonomiska försvaret är livsmedelsberedskapen. Livsmedelsförsörjningens sårbarhet utreds f. n. av 1983 års livsmedelskommitté (Dir 1982:103). Utredaren bör samråda med kommittén.

Utredaren bör bedriva sitt arbete så att resultatet kan redovisas senast i augusti 1984. Om utredaren inte hinner slutföra sitt arbete inom ett visst område bör han ange vilka ytterligare utredningsinsatser som erfordras.

Med hänvisning till vad jag nu har anfört hemställer jag att regeringen bemyndigar det statsråd som har till uppgift att föredra ärenden som rör energipolitiken

att tillkalla en särskild utredare med uppdrag att utreda elförsörjningens sårbarhet mot bakgrund av störningen i elförsörjningen den 27 december 1983 och lämna förslag till vilka åtgärder som bör vidtas för att minska sårbarheten i elförsörjningen och begränsa konsekvenserna av en störning,

att besluta om sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde åt utredaren.

Vidare hemställer jag att regeringen beslutar

att kostnaderna skall belasta tolfte huvudtitelns kommittéanslag.

Regeringen ansluter sig till föredragandens överväganden och bifaller hennes hemställan.

(Industridepartementet)

ELPRODUKTION OCH STAMNÄT

Rapport från gruppen för analys av elsystemet:
Grupp A inom kommissionen
(I 1984:01) om elförsörjningens
sårbarhet (ELFÖRS)

Innehåll

1	<i>Inledning</i>	62
1.1	Bakgrund	62
1.2	Arbetsgruppens sammansättning	62
1.3	Arbetsmetodik	63
2	<i>Det svenska elsystemet</i>	64
2.1	Elförsörjningens särdrag	64
2.2	Utbyggnadsplanering	65
2.2.1	Planeringsmetoder	65
2.2.2	Projektering	65
2.3	Stamnätets drift	66
2.3.1	Driftprinciper	66
2.3.2	Ansvarsfördelning	66
2.3.3	Driftövervakning	67
2.3.4	Drifttillsyn, underhåll och reparation	67
2.3.5	Utbildning	67
2.4	Koncession	68'
2.5	Myndighetstillsyn	68
2.6	Utbyggnadsplaner för stamnätet	69
2.6.1	Utbyggnadsprogram inom de närmaste 2-3 åren	69
2.6.2	Utbyggnadsplaner med 10-15 års perspektiv	70
2.6.3	Utbyggnadsplaner på lång sikt	70
3	<i>Driftstörningar i elsystem</i>	71
3.1	Störningen 1983-12-27	71
3.2	Störningsstatistik i Sverige	72
3.3	Svenska och utländska erfarenheter av störningar	73
4	<i>Direktivens frågeställningar</i>	75
4.1	Värdering av dimensioneringskriterier och riskbedömning	75
4.1.1	Dimensioneringskriterier	75
4.1.2	Risker för elavbrott	75
4.1.3	Värderingskriterier	76
4.2	Hur skall stora störningar kunna undvikas eller begränsas?	77
4.2.1	Skyddssystem	77
4.2.2	Spänningshållning	79
4.2.3	Driftövervakning och driftinstruktioner	80
4.3	Rutiner och prioriteringar för från- och tillkoppling av elbelastningen	81

4.3.1	Förutsättningar för från- och tillkoppling	81
4.3.2	Från- och tillkoppling av belastning i samband med störningen 1983-12-27	82
4.4	Risker av att fel får stora verkningar på elförsörjningen	82
4.4.1	Mycket svåra fel och driftläggningar med ökad risk för störning	83
4.4.2	Felspridning	84
4.5	Störningens inverkan på elproduktionsanläggningarna	84
4.5.1	Kärnkraftens förutsättningar för drift vid störningar	84
4.5.2	Händelseförloppet i kärnkraftsblocken vid störningen 1983-12-27	85
4.5.3	Kärnkraftsblockens återstarttid	85
4.5.4	Konventionella värmekraftverk	86
4.5.5	Vattenkraftverk	86
4.6	Elförsörjning inom begränsade områden - "ödrift"	86
4.6.1	Omedelbar övergång efter störning	86
4.6.2	Uppbyggnad efter en storstörning	87
4.6.3	Inkoppling till stamnätet	87
5	<i>Slutsatser</i>	89
5.1	Dimensioneringskriterier och riskbedömning	89
5.1.1	Dimensioneringskriterier	89
5.1.2	Principer för drift av stamnätet	89
5.1.3	Bedömning av risk för elavbrott i stamnätet	90
5.2	Driftsäkerheten i stamnätet	90
5.2.1	Översyn av riktlinjer för drift	90
5.2.2	Förbättring genom nyanläggningar	90
5.2.3	Modernisering av befintliga anläggningar	90
5.2.4	Utökad skyddsutrustning	91
5.2.5	Reserver för spänningsstabilisering	91
5.2.6	Utbildning och erfarenhetsåterföring	91
5.3	Storstörningen och elproduktionsanläggningarna	91
5.3.1	Erfarenheter	91
5.3.2	Åtgärder	92
5.4	"Små" fel som ger stora verkningar	92
5.5	Från- och tillkoppling av elbelastning	92
5.5.1	Automatisk från- och tillkoppling	92
5.5.2	Driftåteruppbyggnad	92
5.6	Elförsörjning inom begränsade områden	93
5.6.1	Isolerade elsystem vid eller direkt efter störning	93
5.6.2	Isolerade system vid längre elavbrott	93
5.7	Samverkan i stamnätsfrågor	93
5.8	Sammanfattande bedömning	93
6	<i>Referenser</i>	94
Bilaga 1	<i>Dimensioneringsregler för det samkörande nordiska nätet</i>	95
Bilaga 2	<i>Årlig avbrotts tid</i>	97
Bilaga 3	<i>Driftstörningsstatistik 1978-1980</i>	98

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Den 27 december 1983 inträffade en störning som påverkade en mycket stor del av landets elförsörjning, en storstörning. Detta föranledde regeringen att tillsätta en kommission om elförsörjningens sårbarhet. Föreliggande rapport utgör redovisning av arbetet inom kommissionens arbetsgrupp A, vilken behandlat följande del av direktiven, se referens 1:

”Utredaren bör redovisa den nu aktuella störningens orsaker och konsekvenser. I detta sammanhang bör utredaren studera hur olika elproduktionsanläggningar påverkades av störningen och i vad mån anläggningarna inverkade på störningens förlopp.

Utredaren bör studera riskerna av att ett i och för sig förhållandevis litet tekniskt fel får stora verkningar på elförsörjningssystemet i övrigt och hur sådana verkningar skall undvikas eller begränsas. Utredaren bör i samband härmed värdera kriterierna för elöverföringens dimensionering och utbyggnad och analysera hur riskerna för allvarigare avbrott beräknas. Utredaren bör också belysa möjligheterna att inom begränsade områden klara elförsörjningen trots att centrala nät har slagits ut.

Andra frågor som utredaren bör studera är rutiner och prioriteringar för bortkoppling av elbelastningen samt för återinkoppling av densamma. Utredaren bör bedöma om det finns skäl att ändra dessa rutiner och prioriteringar med hänsyn till att det finns vissa områden eller funktioner som bör prioriteras före andra. Därvid bör samspelet mellan den centrala kraftkontrollen och regionala driftcentraler ävensom driftcentralerna sinsemellan studeras.”

1.2 Arbetsgruppens sammansättning

Arbetsgruppen har satts samman av representanter för olika organisationer och myndigheter verksamma inom elförsörjningen och av oberoende expertis inom speciella områden för att belysa elförsörjningens sårbarhet så allsidigt som möjligt. De personer som ingått i gruppen är:

Ordförande	Lars Gunnar Larsson, Statens Kärnkraftsinspektion
Sekreterare	Carl Mattsson, ÅF-Energikonsult AB
Experter	Jan Björk, Industridepartementet
	Michel Chamia, ASEA
	Anders Fröman, Försvarets forskningsanstalt
	Sivert Göthlin, Vattenfall

Karl-Erik Hedhag, Energiverken i Göteborg
Torsten Johansson, Vattenfall
Lars Norlin, Krångedegruppens Samkörning AB
Sture Stéen, Statens elektriska inspektion
Gunnar Tedestål, OKG AB

1.3 Arbetsmetodik

Kommissionens direktiv enligt ovan har brutits ned i ett antal delfrågor. Dessa har specialstuderats av gruppens ledamöter och arbetspromemorior har utarbetats avseende vart och ett av de behandlade områdena. Innehållet i dessa promemorior har presenterats vid gruppens sammanträden och synpunkter inhämtats från övriga ledamöter.

Ett väsentligt underlag har vidare varit Vattenfalls rapport om elavbrottet, daterad den 1 februari 1984, se referens 2. Muntlig redovisning av Vattenfalls pågående arbeten har gjorts. Uppdrag har lämnats till Sveriges Tekniska Attachéer för att inhämta underlag för en internationell utblick. Synpunkter på störningens återverkan inom Norden har inhämtats från Nordel. Arbetet har inriktats mot de förhållanden som råder i fredstid.

Utifrån detta underlag har föreliggande slutrapport utarbetats. Den har behandlats vid arbetsgruppens sammanträden och utgör gruppens rapport till kommissionen.

2 Det svenska elsystemet

Det svenska elnätet omfattar dels det s k storkraftnätet dvs kraftledningar och transformatorstationer för spänningarna 400 kV och 220 kV, dels regionala och lokala distributionsnät. Sedan år 1946 har Vattenfall i uppdrag att svara för planering, utbyggnad och drift av storkraftnätet. Den del av storkraftnätet som benämns stamnätet utnyttjas även av 11 större enskilda eller kommunala kraftföretag, de s k transitörerna¹. Dessa har med Vattenfall ett gemensamt avtal, stamnätsavtalet, som reglerar utbyggnad, drift och ekonomi för stamnätet. I den fortsatta framställningen används begreppet stamnätet för hela storkraftnätet.

Det svenska systemet är även hopkopplat med grannlänternas nät. Stamnätet fyller en viktig funktion i svensk och nordisk energiförsörjning. Genom det samkörande nätet skapas möjligheter att utnyttja elkraftproduktionen på ett ekonomiskt sätt, vilket minskar behovet av kraftverksutbyggnader och ger låga kostnader för elproduktionen. Stamnätet bidrar därigenom till låga elpriser. Genom det samkörande stamnätet erhålls också en mycket hög tillgänglighet, vilket bidrar till att elleveranserna blir av hög kvalitet. Den helt dominerande delen av de elavbrott som drabbar konsumenterna beror av fel på nät med lägre spänningar än 220 kV, se avsnitt 3.2.

För framdragning av starkströmsledning krävs koncession. Tillsyn av starkströmsledningar utövas av statens energiverk och statens elektriska inspektion.

2.1 Elförsörjningens särdrag

Produktion och distribution av elenergi har flera särdrag, som markant skiljer dem från försörjningen av andra varor och tjänster.

- Konsumtionen bestämmer i varje ögonblick produktionen. Elenergin måste därför produceras i samma ögonblick som den konsumeras.

¹ Avesta Jernverk AB, Bålforsens Kraft AB, Graningeverken AB, Gullspångs Kraftaktiebolag, Krångede AB, AB Skandinaviska Elverk, AB Svarthålsforsen, Sydskraft AB, Skellefteå Kraftaktiebolag, Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag och Värmlandskraft AB.

- Endast små avvikelser från normal balans mellan produktion och konsumtion är tekniskt möjliga; frekvensen i systemet får således endast i mycket ringa grad överstiga eller understiga normalvärdet 50,00 Hz.
- Alla får vid inkoppling elenergi från nätet utan köbildning eller prioritering. Alla har således "butikens för el" i den egna lokalen för prompt och ögonblicklig betjäning.
- För den svenska och nordiska elförsörjningen tillkommer dessutom till följd av elsystemets stora längd och omfattning överföringsmässiga problem såsom synkron stabilitet, spänningsstabilisering etc.
Detta ställer höga krav på elförsörjningens kvalitet och leveranssäkerhet.

2.2 Utbyggnadsplanering

Planeringen av stamnätet sker inom Vattenfall, varvid ett samarbete sker med de svenska företagen inom den s k Stamnätsnämnden och med kraftföretagen i de nordiska länderna inom Nordel. Stamnätsnämnden är rådgivande och består av 4 ledamöter representerande transitörerna och 4 ledamöter från Vattenfall med en ordförande och vice ordförande utsedda av regeringen. Under nämnden finns dels en planeringskommitté, dels en driftkommitté, vilka förbereder aktuella frågor.

2.2.1 Planeringsmetoder

Behovet av elöverföring bestäms av förväntad elkonsumtion och tillhörande elproduktion. För att utforma konkreta åtgärdsprogram erfordras ett stort antal detaljerade data. På grundval härav utför Vattenfall en planering utgående från tekniska beräkningar varvid svagheter och behov av förstärkningar i det befintliga systemet klarläggs. Alternativa åtgärder utvärderas med hänsyn till ekonomi, systemstabilitet och driftsäkerhet.

Den grundläggande principen är att elsystemet dimensioneras så att elkonsumtionen tillgodoses till så låga kostnader som möjligt. I detta inkluderas också konsumenternas kostnader för elavbrott, vilka framkommit efter enkäter till industrin och övriga elanvändare. I praktiken kan man tillämpa en ekonomisk avbrottsvärdering genom att uttrycka kraven på driftsäkerhet i form av fasta kriterier, dvs feltyper som elsystemet skall klara utan sammanbrott, se bilaga 1.

Planeringshorisonten är i regel 10–15 år, men även speciella undersökningar utförs som sträcker sig 30 år framåt i tiden eller längre. Vid de ekonomiska utvärderingarna beaktas kostnaden för kapital, drift och underhåll av ledningar och stationer, kostnader för aktiva och reaktiva effekt- och energiförluster samt driftsäkerhet. Planeringsprocessen resulterar i konkreta utbyggnadsförslag, t ex nya ledningar och transformatorstationer.

2.2.2 Projektering

Vid projekteringen av en planerad utbyggnad undersöks ett antal alternativa lokaliseringar av stationer och ledningar som mynnar ut i ett huvudalternativ.

En förutsättning för koncession är behandling i enlighet med naturvårdslagen § 20. Samråd sker därvid med företrädare för län, kommuner och regionala sektorsorgan. I förekommande fall tas även kontakt med regionplanekontor eller kommunalförbund och andra intresseorganisationer.

Samtidigt tar Vattenfall ytterligare kontakter med centrala verk och myndigheter. För vissa objekt ges tidig markägarinformation samt information till massmedia.

Därefter fattar Vattenfall ett beslut att genomföra projektet, vilket innebär bl a att projekteringen fullföljs och koncessionsansökan lämnas in. Utbyggnadsskedet påbörjas sedan koncession erhållits.

2.3 Stamnätets drift

2.3.1 Driftprinciper

Stamnätet drivs så att sådana fel som beaktas inom dimensioneringskriterierna, se bilaga 1, inte skall medföra att någon förbrukare kopplas bort. Detta gäller också sådana situationer när vissa nätdelar är ur drift för arbeten eller på grund av fel. Inom hela det samkörande nordiska nätet följs dessa driftprinciper. Elsystemets dimensionering och elsystemets drift innebär att marginalerna under andra tider än höglasttid är så stora att även betydligt svårare eller flera samtidiga fel kan klaras utan leveransavbrott.

För driften av stamnätet finns dokument såsom instruktioner, direktiv, driftorder och veckovisa driftplaner, som vägleder handlandet i förutsedda situationer. Dessutom tillämpas praxis baserade på drifterfarenheter som ett komplement vid bedömning av lämpliga åtgärder.

Då nätdelar av betydelse för driftsäkerheten skall tas ur drift utförs vid planering alltid nätberäkningar för att utröna konsekvenserna av sådana störningar som ligger till grund för dimensioneringskriterierna. I praktiken innebär detta att planlagda driftomläggningar normalt sker under låglasttid, dvs under kvällar, nätter och helger.

Emellertid uppträder plötsliga fel som medför bortfall av nätdelar eller elproduktionsanläggningar så att de förhållanden, som dimensioneringskriterierna utgår ifrån, inte uppfylls. Principen är då att återställa elsystemets tålighet mot ytterligare störningar inom en specificerad tidsrymd, vilken beror av den aktuella driftsituationen. Då påtaglig risk för storstörning föreligger är tidsrymden högst 15 minuter.

2.3.2 Ansvarsfördelning

I det löpande driftarbetet finns två ansvarsnivåer. Systemansvaret bärs av driftledningen som representeras av Vattenfalls Kraftkontroll och det lokala ansvaret för enskild anläggning upprätthålls av den lokala driftorganisationen.

Driftledningen ansvarar för driftplanering och driftövervakning. Till driftplanering hör kapacitetsberäkningar, avbrottsplanering, utarbetande av driftinstruktioner och uppföljning av driftvaktsorganisationen. För

driftövervakning finns kontrollrumspersonal, som följer systemets driftsituation och ingriper vid tendenser till överbelastning och/eller störningar. En viktig uppgift är tillståndsgivning vid arbete på nätet.

Den lokala driftorganisationen består av bl a driftvakter som är ansvariga för genomförande av kopplingar i anläggningarna och som har ansvar för anläggningssäkerheten. Driftvakten måste ständigt ha kännedom om kopplingsbilden i sina anläggningar. Kopplingar utförs efter order från driftledningen eller efter på förhand given instruktion.

2.3.3 Driftövervakning

Samverkan mellan Vattenfall och transitörerna regleras som tidigare nämnts i stamnätsavtalet. Efter särskilda avtal kan privata och kommunala intressenter vid sidan av Vattenfall också delta med lokal driftövervakning. De lokala driftställena är f n 56 till antalet, varav 22 hanterar 400 kV-nätet.

Driftvakten kan finnas i en driftcentral med övervaknings- och styrutrustning för flera stationer, eller i enstaka fall vara placerad i en enskild station. Styrning eller koppling kan bestå i en fjärrmanöveråtgärd, en order till ett kopplingsbiträde eller en lokal manöver med ett kopplingsorgan.

För kopplingar med icke fjärrkontrollerade apparater i obemannade stationer finns utryckningsberedskap. Utryckning av sådan beredskapspersonal beordras av driftvakten.

2.3.4 Drifttillsyn, underhåll och reparation

Vattenfall ansvarar enligt stamnätsavtalet för drifttillsyn, underhåll och reparation av stamnätet. I vissa fall sköts uppgiften av andra företag genom avtal.

2.3.5 Utbildning

Vattenfall har ett omfattande utbildningsprogram för personal med operativa arbetsuppgifter inom Kraftkontroll och de regionala driftcentralerna.

Den grundläggande utbildningen sker vid centrala kurser och genom deltagande i praktiskt arbete. Den sammanlagda utbildningstiden uppgår till 2,5 år.

Utbildningen omfattar grundutbildning och utbildning avseende driftbetingelserna för eget och angränsande elsystem samt återkommande träning i simulerade driftfall. Utbildningen upprepas och uppdateras för varje person vart tredje år och för mellanliggande år genomförs minst ett organiserat störningsspel för driftcentralernas personal.

Ovanstående utbildningsprogram har detaljutformats under 1982 och skall i en första omgång drivas t o m 1985. Möjligheterna att använda erfarenheter från störningen den 27 december 1983 inom utbildningen kommer att beaktas.

2.4 Koncession

Det övergripande regelverket inom elområdet är dels ellagen (1902:72), se referens 3, dels starkströmsförordningen (1957:601), se referens 4. Enligt ellagen fordras koncession, som meddelas av regeringen eller av statens energiverk. För stamnätet är det i regel regeringen som fattar beslutet. Det finns två typer av koncession, områdeskoncession och linjekoncession. Områdeskoncession innebär rätt att distribuera el inom ett geografiskt bestämt område och omfattar ledningar för distribution. Linjekoncession innebär rätt att bygga och driva en ledning i en bestämd sträckning. Koncession kan meddelas endast om ledningen behövs och är förenlig med en planmässig elektrifiering. Beslut om linjekoncession för överföringsledningar som ingår i stamnätet föregås av ingående prövning. Ansökningar om koncession för sådana ledningar kräver ett fylligt underlag, se avsnitt 2.2.2.

Ansökan om koncession för stamnätet ställs till regeringen och inges till statens energiverk, som remitterar den till myndigheter och företrädare för intressen, markägare och andra som berörs av ledningen. Länsstyrelsen genomför remissomgången på regional nivå medan centrala myndigheter hörs direkt av energiverket.

Remisstiden är nominellt tre månader men oftast blir den längre. Den normala tiden för koncessionsbehandling av ett ärende som rör stamnätet är f n ca 1 år.

I totala behandlingstiden tillkommer det samrådsförfarande som beskrivits i avsnitt 2.2.2.

2.5 Myndighetstillsyn

Statens energiverk är central förvaltningsmyndighet för ärenden som rör elförsörjning. Det åligger verket att utfärda föreskrifter för elektriska starkströmsanläggningar och att i vissa fall meddela områdes- och ledningskoncession.

Statens energiverk är vidare chefsmyndighet för statens elektriska inspektion, vilken är den lokala statliga organisationen för ärenden om tillsyn över elektriska starkströmsanläggningar och därmed sammanhängande frågor. Inspektionen besiktigar anläggningar, granskar ansökningar om tillstånd att få ha nya eller ombyggda elektriska ledningar i drift och meddelar efter granskning drifttillstånd för dessa samt utreder elektriska olycksfall och bränder.

Enligt starkströmsförordningen skall, sedan 1939, elolycksfall vid koncessionspliktig anläggning anmälas, vilket sedan 1983 sker till statens energiverk. Olycksfall hos abonnent skall anmälas av eldistributören när denne fått kännedom härom. Driftstörning som kan ha väsentlig betydelse för den allmänna säkerheten skall också anmälas. Viss oklarhet råder om innebörden av det senare begreppet. Inspektionen arbetar f n för att erhålla en precisering.

2.6 Utbyggnadsplaner för stamnätet

Det svenska stamnätet täcker hela landet och omfattar ca 14 000 km ledning för 400 och 220 kV. Till nätet är direkt eller indirekt kraftstationer med en sammanlagd effekt på ca 25 000 MW anslutna. Hopkoppling med nät för regional distribution sker genom ett stort antal transformatorer med en sammanlagd kapacitet på ca 15 000 MVA.

Överföringskapaciteten söder om Lule älv, där nätet består av 3 st 400 kV ledningar, uppgår till ca 2 000 MW. På överföringssträckan Indalsälven-Mellansverige finns 7 st 400 kV ledningar och 6 äldre 220 kV ledningar och här kan ca 6 000 MW överföras söderut. Längst i söder kan normalt ca 2 000 MW transporteras både i sydlig och nordlig riktning. I Mellansverige är riktningen på krafttransporterna varierande bl a beroende på aktuell belastningsnivå och produktion i de olika kärnkraftsblocken.

Stamnätet är hopkopplat med överföringssystemen i grannländerna via flera ledningar och den sammanlagda överföringskapaciteten är ca 4 000 MW.

Stamnätets nyanläggningskostnad uppgår till 10 000–15 000 milj kr och de årliga kapital-, drift- och underhållskostnaderna är ca 800 milj kr. Det pågående investeringsprogrammet är mycket omfattande och inom 2–3 år kommer nyanläggningar på sammanlagt 2 700 milj kr att färdigställas.

2.6.1 Utbyggnadsprogram inom de närmaste 2-3 åren

Under de närmaste åren sker en omfattande utbyggnad av 400 kV ledningar för anslutning av och kraftöverföring från kärnkraftverken i Forsmark och Oskarshamn. Ledningarna från Forsmark som passerar Stockholm har stor betydelse för östra Svealands elförsörjning. I samband med produktionsutbyggnaden i Oskarshamn byggs en ledning från Norrköping över Oskarshamn till Alvesta, vilken blir den fjärde överföringsledningen till Sydsverige.

För att bättre kunna utnyttja vattenkraften i övre Norrland uppförs en ledning från Boden till Sollefteå. I utbyggnadsprogrammet ingår även en andra 400 kV kabelförbindelse till Själland med idrifttagning hösten 1985. Tillsammans med en del kortare ledningar kommer ca 1 200 km nya stamledningar att tas i drift under åren 1984-1986. Nätets driftsäkerhet ökar därmed.

Under de närmaste två åren sker även utbyggnad av flera ställverk och transformatorstationer. Fyra nya transformeringsanläggningar anslutna till stamnätet tillkommer liksom lika många nya 400 kV kopplingsställverk. Vidare sker moderniseringar och tillbyggnader i många befintliga stationer varvid ca 150 milj kr per år investeras. Samtidigt investeras under de närmaste åren 700 milj kr i en utbyggnad av datoriserade övervakningssystem.

Den planerade moderniseringstakten av befintliga anläggningar beror i stor utsträckning av möjligheterna att ta anläggningsdelar ur drift under tillräckligt lång tid för ombyggnad.

2.6.2 Utbyggnadsplaner med 10-15 års perspektiv

Mot slutet av 1980-talet kommer utbyggnaderna i stor utsträckning att inriktas på modernisering och effektivisering av det äldre anläggningsbeståndet. Omfattande återinvesteringar kommer att ske i de stora transformatorstationerna och kopplingsställverken. Ombyggnader av detta slag motiveras både av driftsäkerhetsskäl och av ekonomiska skäl.

De äldsta 220 kV ledningarna mellan Indalsälven och Mälardalen behöver moderniseras. Överföringsnätet blir effektivare både med hänsyn till ekonomi och driftsäkerhet om 220 kV ledningarna ersätts med ett par 400 kV ledningar. Detta beräknas ske under 1990-talet.

Genom att omsorgsfullt välja ledningssträckningar och anslutningspunkter för de nya ledningarna kan stamnätets driftsäkerhet på sträckan Ångermanälven-Mälardalen avsevärt förbättras vid oförändrad överföring.

Även nätet norr om Ångermanälven kan under 1990-talet genomgå en förändring och bli kraftigare hopkopplat med det norska systemet.

2.6.3 Utbyggnadsplaner på lång sikt

Bortsett från ett fortsatt behov av återinvesteringar i befintliga anläggningar kan i ett längre perspektiv någon detaljerad utbyggnadsplanering ej ske. Den framtida utformningen av elsystemet kommer att bero av de politiska beslut som sammanhänger med den framtida strukturen på elproduktionen.

3 Driftstörningar i elsystem

3.1 Störningen 1983-12-27

Driftsituationen i elkraftsystemet var före störningen normal. Sverige importerade el från Norge, ca 1 300 MW, och exporterade el till Danmark och Finland, ca 200 MW resp. ca 120 MW. Vattenkraftdelen var ca 64 %, med en betydande elkraftöverföring från norra till södra Sverige. Belastningen var ca 18 600 MW, varav ca 1 100 MW bestod av avkopplingsbara elpannor.

Ungefär 40 minuter före störningen drogs elproduktionen i kärnkraftverket Oskarshamn 1 ner till noll på grund av droppläckage på ett tryckmätande instrument. Detta elbortfall kompenseras dels av minskade leveranser till avkopplingsbara elpannor, dels av en ökad vattenkraftproduktion i norr. Den senare ledde till att överföringen på stamnätet från Norrland till Mellansverige ökade med 200-300 MW till ca 5 600 MW. Gränsen för tillåten överföring var vid tillfället ca 6 000 MW.

Den ökade belastningen på nätet från Norrland och därmed också i Hamra blev något högre än eljest. Det medförde inte att några tekniska överföringsgränser uppnåddes och hade ingen betydelse för störningens uppkomst.

Ungefär samtidigt med att produktionsomläggningen pågick upptäcktes brännskador på ett kopplingsorgan i Hamra och omkopplingar inleddes.

Driftledningen gjorde bedömningen att fortsatt drift med den felaktiga anläggningsdelen utgjorde en större störningsrisk än omedelbar omkoppling för urdrifttagning av kopplingsorganet. Omkopplingarna i Hamra innebar att stamnätet kortvarigt, till dess belastningsnivån hunnit sänkas, inte klarade alla felfall som det gör i normal drift, se bilaga 1.

Elleveranser till elpannor minskades ytterligare och samkörande företag uppmanades att hålla skärpt beredskap för att starta gasturbiner.

Kl 12.57 havererade kopplingsorganet i Hamra och orsakade överslag, vilket fick till följd att stationen kopplades bort helt. Driftsituationen i nätet blev därför mycket ansträngd med kraftiga spänningsfall i vissa kritiska punkter som följd. Efter ca 1 minut kollapsade elnätet i södra Sverige och bröts loss från det norra elnätet. I norr uppstod ett elöverskott, vilket ledde till bortkoppling av kraftstationer. En begränsad del av belastningen kopplades även bort, vilket orsakades av ett följdfel i en strömbrytare i Kilforsen.

Balans mellan produktion och konsumtion erhöles snabbt för större delen av det norra nätet och leverans utan avbrott kunde ske till majoriteten av kunderna norr om Dalälven, exkl Umeå- och Örnsköldsviksområdet. I söder påbörjades driftuppbyggnaden genom anslutning och spänningssättning norrifrån av stamnätet. Inom 50 minuter var 400 kV-nätet återuppbyggt. Efter ytterligare ca 30 minuter var 220 kV-nätet i huvudsak intakt.

I samband med kollapsen kopplades alla kärnkraftsblock förutom Forsmark 1 bort. Återinkopplingen av dessa påbörjades ca 9 timmar efter störningen. Situationen beträffande kärnkraftsblocken diskuteras närmare i avsnitt 4.5.

Återinkopplingen av kunder i södra Sverige kom därför att bero av dels hur snart överföringen av vattenkraft från norr och elimporten kunde påbörjas, dels i vilken takt värmekraftverk i södra Sverige kunde leverera el. Inom 2 timmar efter störningen hade 70 % av landets elleveranser återupptagits. De resterande 30 % av elleveranserna var koncentrerade till södra Sverige. Efter ca 6 timmar hade i praktiken alla elleveranser återupptagits, se referens 2.

3.2 Störningsstatistik i Sverige

Alla elkonsumenter måste räkna med avbrott i elleveransen, eftersom inget elsystem kan göras helt avbrottsfritt. Felen kan uppdelas i sådana som orsakas av fel på produktionsanläggningar och sådana som orsakas av fel på överföringsanläggningar. De senare kan uppdelas vidare i sådana som uppstår på stamnätet (400-220 kV), regionala nät och lågspänningsnäten.

För högspänningsleveranser, dvs leveranser till större industrier och kommunala distributionsbolag, har Vattenfall alltsedan 1940-talet fört en detaljerad statistik över leveranssäkerheten för den egna eldistributionen, se bilaga 2. Avbrottstiden har minskat väsentligt under årens lopp och har de senaste åren i genomsnitt varit under 30 min/år. Det mycket höga värdet för 1969 sammanhänger med stormar som orsakade långa avbrottstider i de regionala näten. De tidigare mest omfattande störningarna inträffade åren 1955 och 1979, se avsnitt 3.3.

Utän störningen den 27 december skulle avbrottstiden 1983 blivit i nivå med det hittills lägsta som noterades 1982. Inkl denna störning blir avbrottstiden ungefär 80 minuter.

Den genomsnittliga årliga avbrottstiden för Vattenfalls högspänningsabonnenter har för den senaste 10-årsperioden varit ca 30 minuter. Av detta kan mindre än 5 minuter hänföras till produktionsanläggningarna och stamnätet, medan resten faller på de regionala näten, dvs 130 - 20 kV. Antalet fel och uteblivna energileveranser inom Vattenfalls elsystem på grund härav under åren 1973-1982 framgår av tabell 1.

Tabell 1 Störningsstatistik 1973-1982 för Vattenfalls elsystem

Överföringsanläggning	Antal fel/år	Energi-avstängning MWh/år
400-220 kV systemspänning	110	500
130- 70 kV "	450	1 110
50- 20 kV "	1 200	2 100
	1 760	3 710

Av de 110 felen per år på stamnätet har ungefär 5 % fått återverkan hos abonnenterna.

Åsknedslag, storm och andra väderförhållanden är, som framgår av tabell 2, den största anledningen till fel.

Tabell 2 Störningsstatistik 1973-1982 fördelat på felorsak för Vattenfalls elsystem

Felorsak	Antal fel/år	%	Energi-avstängning MWh/år
Väderlek (därav åska)	750 (530)	43	1 950 (870)
Utrustning	170	10	810
Personal	50	3	280
Åverkan	40	2	270
Övriga klarlagda orsaker	130	7	170
Ej klarlagd orsak	620	35	280
	1 760	100	3 750

I bilaga 3 visas Elverksföreningens statistik över den relativa fördelningen av såväl antalet störningar som energibortfall för abonnenter på olika spänningsnivåer 1978-1980 och var de inträffar, se referens 5. Statistiken visar att huvuddelen av störningarna inträffar i nät med lägre spänningar än stamnätets. Statistiken för tidigare år visar att den relativa fördelningen är oförändrad år från år.

3.3 Svenska och utländska erfarenheter av störningar

I Vattenfalls störningsrapport, se referens 2, redovisas erfarenheter från tidigare störningar på stamnät i Sverige och i utlandet.

Närmast föregående storstörning med stamnätssammanbrott i Sverige av motsvarande omfattning som den 27 december 1983 skedde 1955. År 1979 inträffade en störning, dock ej med stamnätssammanbrott, men med konsekvenser för många elabbonenter över hela landet.

De mest omtalade utländska storstörningarna är de som drabbade New York-området 1965 och 1977. Andra omfattande störningar inträffade i Frankrike 1978, Belgien 1982, Kanada 1982 och i västra USA 1982 och 1984. Några fakta för vissa av dessa störningar redovisas i tabell 3 som hämtats ur Vattenfalls störningsrapport, se referens 2.

Tabell 3 Storstörningarna i New York 1977, Frankrike 1978 och Belgien 1982 ställda mot störningen i Sverige 1983

Tidpunkt	Lastbortfall %	Återuppbyggnadstid minuter	Svårighetsgrad systemminuter	
1977-07-13-14	100	1 320	1 000	New York
1978-12-19	74	450	141	Frankrike
1982-08-04	44	330	58	Belgien
1983-12-27	67	330	72	Sverige

^a Återuppbyggnaden anses vara klar när mer än 90 % av bortfallet är återställt

^b Svårighetsgrad definieras som icke levererad energi jämfört med elsystemets storlek

CIGRE¹ och UNIPED² är internationella organisationer där de svenska kraftbolagen är medlemmar och deltar i arbete. Arbetet sker inom olika arbetsgrupper och kommittéer som behandlar aktuella frågeställningar för kraftindustrin. Det svenska engagemanget säkerställer erfarenhetsutbytet med andra länder. Det gäller inte minst frågeställningar som rör störningar. Ett annat forum är Nordel, som bl a utarbetar driftstörningsstatistik, se referens 7. Statistiken visar att det svenska elsystemet har något bättre leveranssäkerhet än det nordiska genomsnittet.

I sammanhanget bör även nämnas erfarenhetsutbytet inom den amerikanska ingenjörorganisationen IEEE³, i vilken många svenskar är medlemmar.

Ett exempel på internationellt utbyte och lärdomar från störningar utomlands är systemet med frekvensstyrd belastningsfrånkoppling. Detta system infördes i Sverige som en följd av överväganden efter störningen i USA 1965. År 1979 prövades detta system första gången vid en riksomfattande störning och fungerade då i allt väsentligt enligt förväntan.

¹ CIGRE = Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques a Haute Tension

² UNIPED = Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie Electrique

³ IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers

4 Direktivens frågeställningar

4.1 Värdering av dimensioneringskriterier och riskbedömning

Det är naturligt att pröva om erfarenheterna vid det omfattande elavbrottet den 27 december 1983 skulle motivera några ändringar i nu tillämpade principer och regler för stamnätets utformning. Syftet med dessa eventuella ändringar skulle vara att minska riskerna för en störning och/eller begränsa konsekvenserna av detta. En sådan prövning måste dock ske mot bakgrund av bl a följande grundläggande förhållanden:

- Mycket omfattande investeringar har gjorts i det befintliga elsystemet.
- Den skilda lokaliseringen i Sverige av anläggningar för elproduktion och tunga konsumtionsområden medför även framgent behov av långa överföringar.
- Elsystemet i Sverige samkörs i växande omfattning med elsystemen i våra nordiska grannländer vilket är gynnsamt från drifekonomisk synpunkt.

4.1.1 Dimensioneringskriterier

Det svenska elsystemet dimensioneras utifrån dels allmänna principer, dels fasta kriterier, se bilaga 1. Kriterierna anger vilka fel som systemet skall tåla utan att någon kund drabbas av elavbrott.

Även fel utanför dimensioneringskriterierna såsom bortfall av all produktion i ett kraftverk studeras. Åtgärder planläggs för att begränsa verkningarna av dessa fel. Dimensioneringsreglerna är gemensamma för alla nordiska länder.

4.1.2 Risker för elavbrott

Driftserfarenheterna tyder på att avbrott i elleveranser till 80 % orsakas av störningar och fel av lokal natur i distributionsnäten. Avbrott i stamnätet förväntas ge i medeltal ett årligt leveransbortfall av 500 MWh, varav något mer än hälften beror på störningar. Vattenfall har för stamnätets 400-220 kV del bedömt riskerna och åtföljande konsekvenser för konsumenterna på följande sätt, se även avsnitt 3.2.

Tabell 4 Frekvens av störningar i stamnätet.

	Händelse	Antal per år
1.	Landsomfattande störning med stora kraftbortfall	0,02 - 0,05
2.	Regionala störningar med betydande kraftbortfall (För en bestämd region)	0,5 - 2
3.	Lokala störningar med begränsat kraftbortfall	0,05 - 0,1
		4 - 8

Störningar av typ 2 och 3 ovan inträffar flera gånger årligen. Det finns därför ett empiriskt underlag som används för att identifiera känsliga punkter i elnätet och för att planera och genomföra åtgärder för ökad driftsäkerhet. Kortslutningsfel som medför att skyddsutrustningen reagerar sker i genomsnitt 110 gånger per år. Bortkoppling av en eller flera brytare genom tekniskt fel eller felaktigt operatörsingripande inträffar i genomsnitt 25 gånger per år i stamnätet. Sådana fel leder endast undantagsvis till leveransavbrott. Detta illustrerar stamnätets driftsäkerhet och höga tillgänglighet även vid störningar.

Sällsynta avbrott med potentiellt stora konsekvenser kan inte behandlas på samma sätt som andra mer frekventa typer av störningar. Sannolikheten för sådana storstörningar måste till väsentlig del bestämmas genom teoretiska beräkningar och analyser. Hur Vattenfall har fått fram den ovan redovisade frekvensen 0,02 - 0,05 fel per år framgår inte av någon tillgänglig, sammanställd dokumentation. Att döma av intervjuer och diskussioner grundas bedömningen dels på en felträdsanalys där ett omfattande felstatistiskt underlag för komponenter och (del)anläggningar utnyttjats, dels beräkningar med ett datorbaserat simuleringsprogram. Detta program används av Vattenfall liksom av ca 100 andra kraftföretag i världen bl a för att från driftsäkerhetssynpunkt pröva olika alternativ för stamnätets utbyggnad. Simuleringar har även gjorts för att rekonstruera och analysera händelseförlopp vid storstörningar, t ex den som inträffade den 27 december 1983. Dessa beräkningar har demonstrerat programmets goda kapacitet att beskriva stamnätets egenskaper i olika driftsituationer. Svårigheterna torde dock vara betydande att få fram en noggrann, kvantitativ uppskattning av riskerna för storstörningar. Ett stort antal olika och var för sig osannolika händelseförlopp är tänkbara. Konsekvenserna av dessa kan inte enkelt överblickas, eftersom de bl a beror på den aktuella driftsituationen och hur utbyggnadsplaner genomförs. Risken är störst under vintertid då stamnätet ofta är hårt belastat.

4.1.3 Värderingskriterier

Grundläggande för elöverföringens dimensionering och utbyggnad är att säkerställa en hög tillgänglighet för abonnenternas elförsörjning till rimlig kostnad. Leveranssäkerhet kan dock inte i sin helhet värderas i ekonomiska termer utan inrymmer även andra överväganden från samhällets sida. Vid långvariga och omfattande avbrott kan det vara svårt eller omöjligt att i pengar värdera t ex betydelsen av att information når allmänheten via radio, och att sjukvården, räddningstjänsten och kollektivtrafiken fungerar.

Andra faktorer som är styrande för elsystemets dimensionering och utbyggnad är:

- Ställningstagande till elanvändningens roll i landets framtida energisystem
- Avvägningen mellan sådana åtgärder som minskar riskerna för avbrott och sådana som begränsar konsekvenserna vid avbrott
- Val av metod för att i synnerhet vid allvarliga avbrott säkerställa elförsörjningen till viktiga samhällsfunktioner
- Sårbarheten i krigssituationer och i viss mån vid terroristhandlingar.

Dessa faktorer har i huvudsak inte behandlats av arbetsgruppen. Med hänsyn till avgränsningarna i gruppens arbetsuppgifter kan dock följande konstateras:

Tillgängligheten i allmänhet och hänsynstagande till dessa faktorer bestäms inte enbart av stamnätets utformning och driftsäkerhet utan till betydande del även av produktionsanläggningarnas och de lokala distributionsnätets driftegenskaper samt reservkraftens tillgänglighet och kapacitet. En hög driftsäkerhet i stamnätet är dock viktig dels därför att nätet är en förutsättning för den energi- och reglerroll som vattenkraften i norr har, dels därför att avbrott i nätet kan få omfattande konsekvenser.

Som påpekats tidigare har stamnätet en hög driftsäkerhet. Det är inte självklart att omfattande förstärkande insatser är motiverade med hänsyn till störningar. Om detta trots allt skulle bedömas erforderligt finns flera strategier. Riskerna för avbrott med stora konsekvenser kan minskas t ex genom att öka antalet stamlinjer, driftmarginalen på befintliga linjer eller driftsäkerheten hos komponenter och anläggningar, se avsnitt 4.2. Man kan också välja att acceptera en viss avbrottssannolikhet och i stället söka begränsa konsekvenserna.

4.2 Hur skall stora störningar kunna undvikas eller begränsas?

4.2.1 Skyddssystem

Elsystemets normala funktion kan störas av händelser såsom stormar, åsknedslag eller plötsliga fel i elapparater med onormala drifttillstånd som följd. Speciella utrustningar, såsom reläskydd, installeras därför på olika platser i elsystemet med uppgift att reagera för varje onormalt tillstånd som kan äventyra driften eller orsaka följdskador. Reläskyddet skall snabbt upptäcka och lokalisera ett uppkommet fel. Den del som inte fungerar kopplas bort från elsystemet genom att reläskyddet ger order om att slå ifrån någon eller några strömbrytare.

I ett elsystem finns dessutom ett antal automatiker som ingriper under vissa och på förhand bestämda förutsättningar. Om en strömbrytare slår ifrån på order från ett reläskydd kan en så kallad återinkopplingsautomatik ombesörja att strömbrytaren åter slås till efter en viss tid.

En annan och viktig typ är automatik för fränkoppling och tillkoppling av belastning. Den förstnämnda tillgrips (vid störd drift) när tillgången på

effekt ej längre kan möta efterfrågan. Tillkoppling av belastningen sker automatiskt då tillgång och efterfrågan på effekt åter kan balanseras.

För att uppnå en snabb och pålitlig återställning efter en störning i nätet finns speciella automatiker för driftåteruppbbyggnad. Dessa ombesörjer inkoppling av de utlösta strömbrytarna i en station så att ledningar, transformatorer och övriga apparater spänningssätts i den ordning och efter de villkor som bestämts på förhand.

Det är en viktig skillnad mellan reläskydd och automatiker. De förstnämnda tar inte aktiv del för att påverka kraftsystemets drift utan fungerar som ett försvar i det fall något inträffar. De senare däremot har i viss utsträckning funktioner för att aktivt påverka kraftsystemets drift.

Ett exempel på det senare är automatisk lindningsomkoppling. Dessa apparater sitter på transformatorerna mellan 400 kV och 130 kV näten, mellan de senare och 20 kV näten, osv. Deras funktion är att vid spänningsfall återställa spänningen hos elkonsumenterna genom att ändra transformatorernas omsättning.

Reläskyddets utformning

Reläskyddsfunktionen utgör en sista försvarslinje när de skilda reglermekanismerna i elsystemet är oförmögna att avhjälpa en driftstörning. Utformningen sker utifrån erfarenheter och kunskaper om elsystemets beteende samt etablerad praxis.

För att gardera mot fel som drabbar själva reläskyddsutrustningen eller strömbrytaren utnyttjas flera skydd för en och samma anläggningsdel.

Det är väsentligt att finna mätkriterier för varje specifik typ av störning. Med hänsyn till förhållandena i ett elsystem, är det ofta mycket svårt att renodla mätkriterierna. Man får då acceptera att ett visst kriterium blir uppfyllt för fler än en typ av störning. Kompromissen i reläskyddets utformning är nödvändig för att bibehålla enkelhet och överskådlighet. Detta gagnar tillförlitligheten i skyddssystemet.

Skyddsfunktionen måste verka så att bortkoppling av fler anläggningsdelar än de som berörs av felet undviks. Detta görs bl a genom att reläskyddens funktionstid graderas på ett sådant sätt att minsta möjliga bortkoppling sker vid inträffat fel.

Överföring av information från ett ställe i nätet till ett annat, t ex med hjälp av teleförbindelse eller från ett reläskydd till ett annat inom samma anläggning, kan förbättra skyddsverkan.

Svensk och internationell praxis

Den svenska reläskyddsfilosofin grundar sig på funktionella krav som formuleras utifrån fasta dimensioneringsregler för elsystemet som redovisas i bilaga 1. Utöver dessa funktionella krav tillämpas i Sverige ett antal principer för uppbyggnaden av reläskyddet av vilka de viktigaste är:

- Skyddssystemet skall helst kunna fungera självständigt utan hjälp av teleförbindelse.
- Skyddssystemet bör ej blockeras av parallella mätfunktioner t ex vid effektpendlingar.

- Skyddssystemet skall helst byggas upp redundant.
- Lokala reservskyddsfunktioner skall om möjligt komplettera den skyddsverkan som erhålls från fjärrbelägna reläskydd.

Svensk reläskyddspraxis står sig mycket väl i internationella sammanhang, vilket bl a visar sig i statistikutfallet över korrekta resp obehöriga eller uteblivna funktioner. Det bör dock poängteras att många länder tillämpar helt andra principer än de i Sverige gällande.

Såsom tidigare omnämnts är det inte möjligt att formulera universella lösningar för reläskydd. Utformningen i varje land beror i stor utsträckning på elsystemets egenskaper samt vunna erfarenheter och gällande praxis.

Reläskydds- och automatikfunktion i samband med störningen den 27 december 1983

Reläskydden har i samband med störningen den 27 december 1983 fungerat på avsett sätt.

Till skillnad från reläskydden har inte alla automatiska funktioner kunnat arbeta helt på avsett sätt, bl a på grund av störningens förlopp. Förloppet var så snabbt att automatiken för frångkoppling av belastningen inte hann bortkoppla mer än ca hälften av den möjliga effekten.

Lindningskopplarnas automatiker i mellersta och södra Sverige försökte höja den låga spänningen. Detta resulterade i att belastningen därigenom ökade och spänningen på stamnätet sjönk. Avställda automatiker för driftåteruppbyggnad förorsakade i några fall smärre förseningar i arbetet med återuppbyggnaden.

Automatikerna för tillkoppling av belastning har fungerat på avsett sätt.

4.2.2 Spänningshållning

I ett stort elsystem med långa ledningar måste frågan om spänningshållning och spänningsreglering ägnas särskild uppmärksamhet. Vid en ökande överföring på en ledning från norra till södra Sverige kommer spänningen i mottagningsändan att successivt och i växande grad sjunka såvida man inte vidtager åtgärder för att upprätthålla spänningen. Ökar överföringen ännu mera och ingen spänningskompensering vidtas, uppnås ett läge där överföringen icke längre kan upprätthållas, man får se spänningskollaps. För att undvika spänningsfall tillförs se reaktiv effekt.

Situationen i det svenska överföringssystemet Stamnätet karakteriseras, speciellt under höglasttid, av stora effektöverföringar på ledningarna från norr till söder. Det karakteriseras vidare av att effektöverföringarna stiger mycket hastigt vid större störningar i söder. Det föreligger i allmänhet inga svårigheter att vidta spänningskompenserande åtgärder och hålla en fullgod spänning tack vare möjligheterna till spänningsreglering som finns i de många vattenkraftgeneratorerna och kärnkraftsblocken. Vidare finns speciellt avsedda utrustningar, kondensatorbatterier och synkronkompensatorer anslutna till stamnätet. I vissa delar av södra Sverige är förhållandena däremot sådana att stor uppmärksamhet måste ägnas åt kravet att alltid ha tillräckliga resurser i beredskap för spänningshållning.

Spänningskänslighet vid störningar

Den beskrivna problematiken blir mest påtaglig vid stora störningar i elsystemet. Om exempelvis ett kärnkraftsblock helt plötsligt skulle falla bort i det svenska systemet, kommer större delen av bortfallet att automatiskt ersättas genom ökad överföring från vattenkraften i norr. Denna ökning måste då automatiskt kompenseras genom spänningsstabiliserande åtgärder i söder för att undvika spänningsfall. Samma förhållande uppstår vid fel på nätet då en eller flera ledningar från Norrland bortkopplas. Dimensioneringsreglerna innebär att erforderlig reserv skall finnas tillgänglig.

4.2.3 Driftövervakning och driftinstruktioner

För driften av stamnätet finns utarbetade instruktioner rörande:

- Spänningshållning
- Frekvenshållning
- Åtgärder vid övergående fel
- Åtgärder vid bestående fel

Instruktionerna kompletteras av utbildningsprogram för berörd personal.

När det gäller frekvens- och spänningshållningen reglerar instruktioner det lokala handlandet, samspelet med Kraftkontroll och mellan de lokala driftcentralerna.

De instruktioner som finns utarbetade är av generell natur. För att driftpersonalen på bästa möjliga sätt skall klara av de situationer som uppträder finns ett omfattande utbildningsprogram innefattande bl a störningsspel.

I driftorganisationens funktion ingår driftövervakning för att fortlöpande övervaka belastningen och spänningshållningen på alla anläggningsdelar samt att ha samspelet mellan kraftöverföringen och de omedelbart tillgängliga reserverna under uppsikt.

Särskild uppmärksamhet ägnas åt kravet att alltid ha tillräcklig reserv för att med bibehållen driftsäkerhet kunna klara vissa svåra störningar i systemet. Man måste bl a förvissa sig om att nätet har rimlig driftsäkerhet vid plötsliga ändringar av spänningen i viktiga punkter speciellt vid höga effektöverföringar. Variationen – och den tidvis rätt så stora minskningen – i ansluten tillgänglig reaktiv effekt i söder har ökat kraven på driftledningens övervakning av de momentant tillgängliga reserverna för spänningsreglering.

Driftorder för kopplingar

För de åtgärder som erfordras i ställverken för planerade driftomläggningar utfärdar driftledningen sk driftorder (skrivna instruktioner). Av dessa framgår arbets- och ansvarsfördelning. Driftordern anger den åtgärdskedja som skall vidtas för att medföra minsta möjliga intrång i driftsäkerheten och samtidigt garantera personsäkerheten.

Driftomläggningar erfordras av olika anledningar och kan vara av mång-

skiftande slag. De kan behövas för bortkopplingar av frånskiljare, brytare, ledningar och andra anläggningsdelar, t ex för översyn eller till följd av felindikeringar etc. och för tillkopplingar av ersättande nätdelar. De kopplingskonfigurationer som ingår i åtgärdskedjan kan då se olika ut från fall till fall.

Driftåteruppbyggnad efter störningar

På det svenska stamnätet har alltid tillämpats ett decentraliserat system för driftåteruppbyggnaden efter sådana störningar som brutit upp delar av nätet. Principen för återuppbyggnaden av 400 kV och 220 kV ledningsnäten är således att berörda driftcentraler och stationer skall ta i drift frånkopplade ledningar utan några direktiv från Kraftkontroll.

Alla kraftstationer och ställverk har skriftliga instruktioner för vilka åtgärder som skall vidtas för denna återuppbyggnad. Driftpersonalen skall enligt dessa instruktioner spänningssätta egna samlingsskenor och därefter inkoppla ledningarna. I vissa obemannade stationer arbetar automatik för driftåteruppbyggnad (DUBA) efter samma principer.

Kraftkontroll skall vid störningar på stamnätet endast ingripa när de givna instruktionerna inte kan eller bör följas.

Detta återuppbyggnadssystem visade sig också fungera mycket tillfredsställande efter störningen den 27 december 1983.

4.3 Rutiner och prioriteringar för från- och tillkoppling av elbelastningen

4.3.1 Förutsättningar för från- och tillkoppling

Som en följd av överväganden efter storstörningen i USA 1965 aktualiserades införandet av en automatisk frånkoppling av belastning vid låg frekvens på stamnätet. Avsikten med den införda automatiken är att delar av belastningen automatiskt kopplas bort när tillgänglig elproduktion inte räcker till i elsystemet. När sedan förhållandena återgår till det normala skall den frånkopplade belastningen kopplas till planmässigt och automatiskt.

Hälften av den sammanlagda belastningen i södra och mellersta Sverige ingår i planen för belastningsfrånkoppling. Den sammanlagda lasten är f_n max 14 000 MW, varav alltså 7 000 MW omfattas av planen. Den berörda delen av landet har indelats i 10 st block, med ungefär lika stor belastning. För vart och ett av dem finns en sammanställning, som anger hur stor belastning som skall kopplas bort.

Lastfrånkopplingen sker i 5 steg, dvs sammanlagt med ca 1 400 MW i varje steg. I varje berörd transformatorstation kopplas ca 100 MW bort i varje steg.

Inom varje block har i samråd med berörda kraftbolag en detaljerad plan för belastningsfrånkoppling och belastningstillkoppling, en s k BFK-BTK-plan uppgjorts. Utrustningen har placerats i transformatorstationer i 130 kV nätet från vilken lasten huvudsakligen utmatas radiellt.

De lokala kraftföretagen har själva fått avgöra vilken last som skall ingå i de olika BFK-stegen. Genom en sådan decentraliserad handläggning kan den lokala kunskapen om de olika abonnenternas problem bättre tas till vara. Elförsörjningen till statens järnvägar ingår ej i BFK-BTK-planen.

Samtliga automatiker har utförts lika och har samma utrustning för de olika stegen. Detta innebär att man enkelt kan flytta konsumenter mellan stegen och därigenom nå större rättvisa mellan olika abonnenter.

Bortkopplingen påbörjas när frekvensen sjunkit till 48,50 Hz och fortsätter därefter vid ytterligare frekvensfall. Resulterar bortkopplingen i att frekvensen åter når värdet 49,80 Hz spärras fränkopplingsautomatiken och belastning börjar tillkopplas. Med hänsyn till att situationen kan vara ansträngd efter en frekvensstörning har belastningstillkopplingen, BTK, uppdelats i ett flertal steg.

Efter det att frekvensen nått 49,80 Hz startar tillkopplingen med ca 3 minuters fördröjning. Vid en total urkoppling med samtliga steg, dvs då ca 7 000 MW urkopplats, tar återuppbyggnaden till full belastning ca 30 minuter. Om igångkörning av elproducerande anläggningar ej går i samma takt som laståteruppbyggnaden och frekvensen åter sjunker under 49,80 Hz så stoppas tillkopplingen.

Under de senaste åren har stora avkopplingsbara elpannor installerats. Dessa kopplas bort inom frekvensintervallet 49,50–49,70 Hz och således före den last som bortkopplas genom BFK-BTK.

För att möjliggöra en analys av frekvensstörningars förlopp har instrument som registrerar frekvens installerats i stationerna Letsi, Borgvik, Söderåsen och i samtliga kärnkraftverk.

4.3.2 Från- och tillkoppling av belastning i samband med störningen 1983-12-27

Under den senare delen av störningsförloppet sjönk frekvensen snabbt och passerade hastigt de nivåer där BFK-automatiken skall koppla bort belastningen. Ungefär hälften av utrustningarna hann träda i funktion. På grund av det mycket snabba spänningsfallet kopplades stora delar av belastningen bort av skyddsanordningar i stamnätet.

I den situation som rådde kunde inte BFK-systemet rädda den södra delen av elsystemet. Förutsättningarna för att uppnå en stabil effektbalans var obefintliga.

Belastningstillkopplingen skedde dels med hjälp av BTK-automatiken, dels med manuella åtgärder, i bägge fallen med lokal information som grund. Den manuella belastningstillkopplingen gjordes i stort försiktigt för att inte riskera ett bakslag som skulle leda till ytterligare fränkopplingar.

4.4 Risker av att fel får stora verkningar på elförsörjningen

Elsystemet är dimensionerat för att klara enstaka fel av vissa typer, se bilaga 1. Erfarenheterna visar, att enstaka fel praktiskt taget alltid klaras utan inträffade störningar. I normala fall innebär detta marginaler för

att klara av även kombinationer av fel. Emellertid uppträder situationer som kan resultera i störstörningar:

- Enstaka fel, svårare än dimensioneringskriterierna
- Enstaka fel i kombination med följdfel s k felspridning
- Avsiktliga driftläggningar som innebär att risken för störning tillfälligtvis ökar
- Felaktiga operatörsingripanden.

För att motverka störstörningar prövas elsystemet inte bara mot fel i enlighet med dimensioneringskriterierna utan även mot svårare förutsebara fel såsom fel på sektioneringsbrytare. En sådan tålighet innebär större möjligheter att klara andra störningar utanför dimensioneringskriterierna. Situationerna ovan har sitt ursprung i fel på delar antingen i stamnätet eller fel på stamnätets skydds- och kontrollutrustning. Båda feltyperna leder till risk för större störningar om de inträffar där flera nord-sydgående ledningar löper samman.

4.4.1 Mycket svåra fel och driftläggningar med tillfälligt ökad risk för störning

Ett av de allvarligaste felen som kan uppträda är s k samlingsksenefel. Detta innebär att alla ledningar som är anslutna till ett ställverk kopplas bort. För att minska konsekvenserna delas samlingsksenan i två eller flera sektioner. Antalet bortkopplade ledningar vid sådant fel reduceras därigenom. Sektionerna sammankopplas via strömbrytare, s k sektioneringsbrytare. Inträffar ett fel på en del av samlingsksenan, skall skyddsutrustningen koppla bort felaktig sektion och ledningar anslutna till denna med hjälp av bl a sektioneringsbrytaren.

Fel på sektioneringsbrytaren kan leda till att hela eller en stor del av ett ställverk måste kopplas bort. Detta är ett fel som inte ryms inom dimensioneringskriterierna.

Man tvingas under arbete ibland göra kopplingar medförande speciell driftläggning såsom att koppla fler ledningar än normalt till en samlingsksenesektion, som skedde i Hamra. Motståndskraften mot fel som ryms inom dimensioneringskriterierna har då väsentligt reducerats eller försvunnit.

För att minska risken i ett läge likartat Hamrafallet kan man välja att reducera belastningen eller permanent koppla isär skensektionerna. Alternativt kan ställverket utrustas med en andra, extra brytare som används för automatisk sektionering vid fel. En extra brytare motiveras då antalet omkopplingar i stationen förväntas vara så stort att risken för fel som den extra brytaren innebär är mindre än risken för fel utan brytaren.

Lika allvarliga fel som ovan kan uppstå vid samtidigt fel i ledningar i gemensam stolpe. Dessa fel kan uppträda vid blixtnedslag i ena ledningen eller i den gemensamma stolpen. Andelen dubbelledningar av denna typ i stamnätet är emellertid mycket liten.

Samtidigt fel på skilda ledningar i samma ledningsgata kan också innebära svåra fel. Men även om antalet kilometer parallella ledningar i samma ledningsgata är stort, är antalet fel som hittills har inträffat mycket litet.

4.4.2 Felspridning

Enstaka fel, såsom bortfall av ledningar och komponenter som inte fungerar, kan i kombination inom en eller mellan flera anläggningar ge allvarliga fel som leder till störstörning. Det finns ett stort antal dylika kombinationer liksom sådana där tänkbara felaktigheter i kontroll-/skyddsutrustningen ingår som tillsammans kan leda till allvarliga konsekvenser.

Kontrollutrustningen i ställverket skall först upptäcka att fel har uppstått och var felet finns och avgöra vilken slags koppling som måste göras och slutligen ombesörja att denna blir utförd. Vid fel i denna händelsekedja, som medför utebliven omkoppling, kan ett enstaka fel, t ex ledningsfel, transformatorfel eller generatorfel, innebära att det enkla felet blir inledningen till en störstörning. För att minska risken för detta bygger man därför så långt möjligt upp flera av varandra oberoende system.

Detta standardutförande tillämpas fn vid nybyggnad av kontrollutrustning i stamnätsstationer. Stationerna har starkt varierande ålder. Kombination av primära och sekundära fel innebär en större risk i de äldre stationerna än i de moderna stationerna. En modernisering och komplettering av de äldre stationerna sker kontinuerligt.

4.5 Störningens inverkan på elproduktionsanläggningarna

Hamrafelet gav inte omedelbart någon allvarlig störning i kärn- och värmekraftverkens drift. Efter knappt en minut räknat från Hamrafelet inträffade ett sammanbrott i överföringen från norr till söder i stamnätet vilket medförde att de kärnkraftsblock, som var i drift med ett enda undantag snabbstoppades.

Det bör framhållas att samtliga kärnkraftsblock fungerade helt på avsett sätt vad beträffar de nukleära säkerhetsfunktionerna.

4.5.1 Kärnkraftsblockens förutsättningar för drift vid störningar

Två motstridiga önskemål finns beträffande kärnkraftsblockens beteende vid störningar:

- Kärnkraftsblocken skall bidra till att upprätthålla och stabilisera driften av elsystemet vid och efter en störning.
- Kärnkraftsblocken skall vid en allvarlig störning fränkopplas från elnätet dels innan det finns risk för skador på anläggningen, dels innan det önskvärda fränkopplingsförloppet försvåras.

Störningar på elsystemet yttrar sig som avvikelser från normalvärdena för spänning och/eller frekvens. Kärnkraftsblocken är byggda för att tåla vissa avvikelser i såväl spänning och frekvens som kombinationer av dessa beträffande storlek och tidsförlopp utan fränkoppling från elnätet. Fränkopplas ändå blocket från nätet är målet att driften av reaktor och turbin omställs till försörjning av det egna hjälpkraftnätet, s k husturbindrift. När förhållandena i elsystemet åter är normala kan inkoppling och uppgång till 80-90 % effekt ske inom någon timme.

Övergång från normal drift till husturbindrift innebär en synnerligen drastisk omläggning av driften, vilket dessutom måste ske på mycket kort tid. Det sätter anläggningen på hårda prov och sannolikheten för reaktor- eller turbinsnabbstopp är ganska stor. Samtliga svenska kärnkraftsblock är dock konstruerade för att kunna genomföra övergång till husturbindrift och har visat denna förmåga såväl vid prov som vid verkliga störningstillfällen. Detta beskrivs närmare i referens 6.

4.5.2 Händelseförloppet i kärnkraftsblocken vid störningen 1983-12-27

Av de 8 kärnkraftsblocken, som var i drift vid störningen, blev endast ett kvar i drift, med anslutning till den nordliga delen av stamnätet. De övriga 7 snabbstoppades av olika anledningar, som kan sammanfattas så här:

- Direkta utlösningssfunktioner från nätets eller generatorns elektriska skyddsutrustning medförande snabbstopp. Störningens ovanliga eller oförutsedda förlopp var en bidragande orsak (4 block).
- Onormal nätfrekvens efter störningen (1 block).
- Pågående provning, med fränkoppling av automatikfunktioner (1 block).
- Misslyckad husturbindrift (1 block).

Som synes är det endast i ett kärnkraftsblock, som övergång till husturbindrift ingick i händelseförloppet. Störningens karaktär gav inte de övriga blocken möjlighet till detta.

Tiden från störningen till återinkoppling på elnätet varierade mellan 9 timmar och 50 timmar.

4.5.3 Kärnkraftsblockens återstarttid

Det är vanligt i kärnkraftsblocken att behov av justering eller underhåll av någon komponent konstateras under löpande drift, men att åtgärden endast kan genomföras vid stopp av anläggningen. Avställningens tid kan då påverkas av tidsåtgången för nämnda åtgärder. Detta var fallet även vid det här aktuella tillfället. Exempelvis berodde den långa avställningstiden 50 timmar på en sådan planerad underhållsåtgärd, som var angelägen att genomföra.

Vidare gäller att anläggningar vid snabbstopp utsätts för påkänningar, som kan leda till behov av justering och underhåll. En noggrann kontroll av anläggningen i detta avseende utförs därför efter ett snabbstopp. Ett antal timmar för denna kontroll och genomförande av eventuella åtgärder är därför normalt efter ett snabbstopp. Till detta kommer sedan tidsåtgången för normalt startförfarande som är ca 4 timmar.

Kärnkraftsblockens roll som basproduktion i elsystemet är sådan att det inte ställs några krav på mycket kort återstarttid i samband med en störning. I samband med avställningen prioriteras åtgärder för att anläggningen skall få bästa möjliga produktionsekonomi i det långa loppet före en snabb återstart. De återstarttider för kärnkraftsblocken som noterats ovan vid den aktuella störningen kan mot bakgrund av nämnda förhållanden anses vara normala.

4.5.4 Konventionella värmekraftverk

Med konventionella värmekraftverk avses verk med förbränning av olja, kol eller annat bränsle. Vid den aktuella störningen var kraftvärmeverken i Västerås, Stockholm och Malmö i drift. Möjligheten att övergå till husturbindrift av dessa anläggningar finns i princip. Inte något av dessa lyckades dock övergå till husturbindrift. Mottrycksanläggningar anslutna till fjärrvärmeverk kan ha särskilda svårigheter vid bortfall av elförsörjningen till pumpar i fjärrvärmenätet. Återstarttiden efter en frånkoppling är ca 1 timme.

4.5.5 Vattenkraftverk

I samband med störningen blev frekvensen mycket hög. Flera vattenkraftstationer kopplades bort som ett resultat av kaskadutlösningar orsakade av för hög frekvens. Efter denna typ av störning är dock vattenkraftaggregaten som regel omedelbart tillgängliga för återstart. I de kvarvarande vattenkraftstationerna reglerades produktionen ned mycket snabbt på avsett sätt.

4.6 Elförsörjning inom begränsade områden - "ödrift"

Det svenska elsystemet drivs sammankopplat i normala fall. Orsaken är att den tillgängliga elproduktionen kan utnyttjas mycket rationellt i den meningen att elkraft produceras där den för tillfället är billigast. Dessutom innebär sammankopplingen att produktion i en del av nätet kan stötta produktion i en annan del av nätet. Leveranssäkerheten och tillgängligheten ökar därför som en konsekvens av sammankopplingen.

4.6.1 Omedelbar övergång efter störning

Under en störning sker allt så snabbt att viktiga ingrepp måste ske med automatiska organ för information, analys och kopplingar. Förloppet snabbhet gör att informationen till automatikerna måste hämtas från den egna stationen eller som enkla fjärröverförda indikeringar.

Det går inte att förutse när, var och hur störningar kommer att inträffa. Det är därmed synnerligen svårt att i förväg bestämma uppdelning och att fastställa kriterier för den automatiska övergången till isolerad elförsörjning inom begränsade delområden och driften av denna. Risken är uppenbar att detta leder till oönskade frånkopplingar vid mera normala, harmlösa störningar. Dessa skulle då få större konsekvenser än nödvändigt med försämrad leveranssäkerhet som följd.

En annan komplikation är att nästan alla delområden i södra Sverige är för sin elförsörjning beroende av krafttillförsel utifrån. För att få balans mellan produktion och konsumtion måste delar av området bortkopplas vid övergången.

Detta måste förberedas genom att i förväg utarbeta en allmän plan för hur mycket och vilka delar som måste bortkopplas. Dessutom måste ett regelsystem installeras för att vid övergången hela tiden upprätthålla

balansen inom delområdet. Detta reglersystem måste i övergången koppla bort exakt lika mycket belastning som tidigare matats in utifrån. Risken är mycket stor för att balansen mellan produktion och konsumtion går förlo-rad med bortkoppling av all förbrukning inom området.

Eftersom momentan övergång således knappast är möjlig bör övervägas vilka möjligheter som finns att från spänningslöst tillstånd lokalt bygga upp elförsörjningen i lämpligt stora delområden. Av särskilt intresse är detta efter en störning, där man kan befara att det tar lång tid att bygga upp det samlade systemet till en enhet.

4.6.2 Uppbyggnad efter en störning

Elförsörjningen i delområdet byggs i första hand upp av vattenkraft och gasturbiner vilka är mycket snabbstartade.

Efter en tid kan även lokala kraftvärmeverk startas och senare – om den stora återuppbyggnaden dröjer länge – även andra värmekraftverk.

Kärnkraftverken förutsätts icke medverka i uppbyggnaden. Om övergången till husturbindrift klaras vid störningen kommer dessa att medverka till snabb återuppbyggnad av det stora nätet, varför behovet av lokal elförsörjning bortfaller. Om däremot husturbindriften misslyckas är blocken borta för länge för att kunna ingå i den lokala försörjningen.

Vid återuppbyggnaden får inte den anslutna elbelastningen vara för stor. I så fall uppstår omedelbar bortkoppling. För att veta hur mycket av delområdet som kan anslutas bör man i förväg, runt varje lokal kraftstationsgrupp, ha gjort upp en grov plan över möjligt försörjningsområde.

Frekvensregleringen inom det isolerade området ombesörjs av i första hand vattenkraften men även av gasturbinerna. En komplikation är ett vattenkraftblocks svårigheter att ligga med låg produktion – man får då lätt turbulensstörningar och svängningar.

En besvärlig komplikation för små isolerade elsystem är att den relativa inverkan av belastningsfluktuationer och följdstörningar blir mycket stor. Svängningarna i spänning och frekvens blir därmed ytterligare förstärkta. Påfrestningarna på generatorer och kraftanläggningar kan bli så stora att de riskerar att kopplas bort av skyddssystemen.

Dessa farhågor bekräftades vid störningen den 27 december 1983, då några smärre delsystem bildades i Norrland där vattenkraftstationer ingick. Inget av dessa delsystem klarade sin balanssituation utan bröts ned genom successiva bortkopplingar: vattenkraftens stryktålighet och reglergenskaper hjälpte alltså icke.

Vid drift av ett litet delsystem måste driften styras lokalt. Den innebär helt nya arbetsformer för driftpersonal som normalt inte har till uppgift att styra produktionen och utvärdera vilka åtgärder som är nödvändiga. Erfarenheter från många störningar visar att detta är mycket svårt.

4.6.3 Inkoppling till stamnätet

Även om uppbyggnaden av lokal elförsörjning skulle lyckas återstår en stor svårighet, nämligen hopkopplingen med det stora systemet när detta börjar återuppbyggas. För att denna skall lyckas utan komplikationer

måste dels frekvensen vara lika i de båda systemen, dels spänningarna på ömse sidor om hopkopplingspunkten ligga i fas och vara ungefär lika stora.

För hopkopplingen fordras därför att driftledningen för delområdet har "grepp" om frekvens- och spänningsregleringen samt att det i kopplingspunkten finns en utrustning som automatiskt kopplar ihop systemen när dessa ligger i fas. Sådana utrustningar måste vara installerade i förväg. Ett antal hopkopplingspunkter måste alltså vara utvalda i förväg, trots svårigheten att veta vilka delsystem som bildas i olika störningssituationer.

Det är alltså i hög grad ovisst om möjligheter finns för hopkoppling av ett delsystem med det stora nätet. Om så icke är fallet måste driften av delsystemet läggas ner före hopkopplingen, så att denna kan göras med delsystemet i frekvens- och spänningslöst tillstånd.

Att inkoppling av delsystem till det stora nätet innebär stora svårigheter visade ett prov vintern 1984 med ett system uppbyggt kring Stenkullafors vattenkraftverk i Norrland. Flertalet försök misslyckades här.

5 Slutsatser

Inget tekniskt system av någorlunda storlek kan drivas till en hundra procent tillförlitlighet. I praktiken kan man komma väldigt nära 100 %, men man kan aldrig helt nå dit.

För att uppnå en hög tillförlitlighet är det väsentligt med en analys av drifterfarenheter från systemet och åtgärder i systemet, baserade på en återföring av resultatet från sådana analyser. Störningar som inträffar ofta utgör ett viktigt underlag för statistiska analyser. Störningar som inträffar mycket sällan kan självfallet ej användas som ett statistiskt underlag, men kan ändå ge en viktig information om svagheter i systemet, som skulle vara svåra eller i praktiken omöjliga att få fram ur enbart teoretiska analyser.

Även om en analys av enstaka störningar, såsom störningen den 27 december 1983 således är mycket viktig, får man inte stirra sig blind på erfarenheter från dessa. Man måste vara medveten om att nästa ovanliga störning på stamnätet inträffar med en annan kombination av händelser och att förhållandena i systemet då kan ha ändrats.

5.1 Dimensioneringskriterier och riskbedömning

5.1.1 Dimensioneringskriterier

En diskussion om dimensioneringskriterier pågår kontinuerligt inom kraftbolag och inom ramen för Nordel. Denna sker i takt med de förändringar och den utveckling som sker i systemet och efter de erfarenheter som inhämtas.

Arbetsgruppen finner den kontinuerliga översynen ändamålsenlig och att den inträffade störningen inte föranleder någon principiell ändring av de nu tillämpade dimensioneringskriterierna.

5.1.2 Principer för drift av stamnätet

Huvudprincipen för driften av stamnätet är att klara fel inom dimensioneringskriterierna utan att elförsörjningen till någon förbrukare bortfaller. Emellertid uppträder tillfälliga situationer, då tålighet mot fel enligt dimensioneringskriterierna är otillräcklig. Då sådana situationer uppträder tillser driftledningen att systemet återställs inom en specificerad tidsrymd som

beror av den aktuella driftsituationen, så att man åter klarar fel inom kriterierna. Då påtaglig risk för störning föreligger är tidsrymden högst 15 minuter.

Arbetsgruppen finner dessa principer ändamålsenliga.

5.1.3 Bedömning av risk för elavbrott i stamnätet

Arbetsgruppen finner efter genomgång av tillämpade metoder att Vattenfalls bedömningar av risker för elavbrott på grund av fel i stamnätet är godtagbara för planering, dimensionering och drift.

5.2 Driftsäkerheten i stamnätet

5.2.1 Översyn av riktlinjer för drift

Vattenfall har efter störningen den 27 december 1983 sett över bl a av störningen berörda instruktioner och funnit att några väsentliga förändringar inte erfordras. Efter störningen har praxis modifierats för att ytterligare reducera risken för störning vid onormala driftsituationer.

Arbetsgruppen finner dessa riktlinjer och de gjorda modifieringarna ändamålsenliga.

5.2.2 Förbättring genom nyanläggningar

Under de närmaste åren avser Vattenfall att nyanlägga ca 1 200 km 400 kV-ledningar jämte ett flertal transformator- och kopplingsställverk.

Arbetsgruppen finner det angeläget att dessa anläggningar färdigställs snarast möjligt och att möjliga förbättringar av systemets driftsäkerhet därvid tillvaratas. Det bör härvid påpekas att situationen för östra Svealand är speciellt sårbar tills nuvarande utbyggnadsplaner har resulterat i driftsatta ledningar.

Arbetsgruppen finner det angeläget att fortsatta ansträngningar görs av myndigheter och berörda organ för att ytterligare minska handläggningstiden och tiden för det samråd med kommuner och länsstyrelse som föregår koncessionsansökan.

5.2.3 Modernisering av befintliga anläggningar

En modernisering av befintliga anläggningar pågår. Eftersom arbeten i dessa anläggningar medför driftavbrott, måste den planerade moderniseringen avvägas mot konsekvenserna av sådana driftavbrott. Erfarenheter från Hamra-störningen beaktas vid prioriteringen av denna moderniseringsverksamhet. Vissa äldre ställverk i stamnätet kräver extra underhållsarbete och kan därför medföra störningsrisker.

Arbetsgruppen finner de överväganden och åtgärder som Vattenfall redovisat viktiga och ändamålsenliga.

5.2.4 Utökad skyddsutrustning

Händelseförloppet vid störningen den 27 december visar på behovet av åtgärder för att vid multipla ledningsbortfall undvika kraftig överbelastning av stamnätet och därmed sammanhängande spänningskollaps. Som komplement till existerande automatik för frekvensstyrd belastningsfrånkoppling bör därför göras en genomgång av möjligheterna att åstadkomma ett utökat nätskydd. Avsikten är att minska risken för spänningssammanbrott och stabilitetsstörningar vid ledningsbortfall.

Ett utredningsarbete har påbörjats men den komplicerade problemställningen kräver omfattande överväganden innan någon slutlig rekommendation kan avges.

Arbetsgruppen finner det angeläget att frågan prövas.

5.2.5 Reserver för spänningsstabilisering

Tillgängliga reserver för spänningsstabilisering är tillräckliga för normala driftförhållanden. Vattenfall och övriga kraftbolag överväger om man skall införa extra resurser för spänningsstabilisering för att klara speciellt svåra störningar.

Arbetsgruppen finner denna översyn angelägen.

5.2.6 Utbildning och erfarenhetsåterföring

En förstärkning av kompetensen inom Kraftkontroll har skett successivt under flera år. Personal som arbetar med teoretiska analyser av stamnätets beteende under olika förhållanden deltar också i den dagliga driften. Därmed säkerställs ett ömsesidigt kunskapsutbyte mellan drifterfarenheter och teoretiska analyser.

Personal från Kraftkontroll deltar i utbildningen av personal från de regionala driftcentralerna. Utbildningen omfattar bl a träning i handlande vid olika typer av störningar, vilket är en bra metod att upprätthålla god beredskap för sällsynta händelser. Vattenfall har funnit att utbildning i många fall är ett bättre sätt att åstadkomma hög driftsäkerhet än utökade skriftliga instruktioner.

Arbetsgruppen finner dessa metoder ändamålsenliga, eftersom de säkerställer en angelägen snabb spridning av erfarenheter och förändrade riktlinjer.

5.3 Storstörningen och elproduktionanläggningarna

5.3.1 Erfarenheter

Arbetsgruppen har inte funnit att elproduktionsanläggningarna påverkades på något oförutsett sätt eller påverkade störningen negativt. Det kan dock konstateras att även vid lyckad övergång till husturbindrift i kärnkraftverken kan ett förlopp liknande störningen den 27 december 1983 ej förhindras - men däremot kan en snabbare återuppbyggnad uppnås.

5.3.2 Åtgärder

Utredningsarbete inom kraftindustrin visar att:

- En översyn av utlösningsvillkor för kärnkraftsblocken vid nätstörningar bör göras med avseende på möjligheterna att särskilja stabilitetsstörningar från linje- eller apparatfel. Dessutom bör de begränsningsfunktioner som påverkar möjligheterna till spänningsstabilisering ses över.
- Ökad uppmärksamhet bör ägnas åt kärnkraftsblockens förmåga till övergång till husturbindrift. Vid fall av misslyckad husturbindrift bör orsaken fastställas, åtgärder om möjligt vidtas och verifierande prov vid lämpligt tillfälle utföras.
- Även för de konventionella värmekraftverken bör en översyn av beredskapen för övergång till husturbindrift göras, åtminstone för anläggningar med någorlunda lång planerad årlig drifttid.
Arbetsgruppen finner dessa utredningar angelägna.

5.4 "Små" fel som ger stora verkningar

Arbetsgruppens överväganden och förslag för att minska riskerna för att "små" fel får stora verkningar på elsystemet täcks av avsnitt "Dimensioneringskriterier och riskbedömning, 5.1.2", "Modernisering av befintliga anläggningar, 5.2.3" och "Utökad skyddsutrustning, 5.2.4". Åtgärder för att begränsa verkningarna täcks också av dessa avsnitt samt av avsnittet "Åtgärder, 5.3.2" rörande produktionsanläggningar.

5.5 Från- och tillkoppling av elbelastning

5.5.1 Automatisk från- och tillkoppling

Arbetsgruppen har inte funnit något, som sett från stamnätets synpunkt, skulle innebära att nuvarande rutiner för från- och tillkoppling av belastning bör frångås.

5.5.2 Driftåteruppbyggnad

Rutiner och instruktioner för driftåteruppbyggnad anpassas successivt efter de förändringar och den utveckling som sker i systemet och de erfarenheter som inhämtas. Erfarenheterna från det decentraliserade systemet för driftåteruppbyggnad är goda. Arbetssättet möjliggör en snabb återuppbyggnad, eftersom driftpersonalen ute i nätet kan påbörja sina inkopplingar utan att vänta på order från Kraftkontroll.

Arbetsgruppen finner detta arbetssätt ändamålsenligt.

5.6 Elförsörjning inom begränsade områden

5.6.1 Isolerade elsystem vid eller direkt efter störning

Förutsättningarna för att klara plötslig övergång till drift på större separata system eller uppbyggnad av sådana från spänningslöst tillstånd är alltför komplexa för att kunna uppfyllas. Det är främst de regler tekniska svårigheterna och de driftorganisatoriska aspekterna som inverkar, eftersom man ej kan förutsäga på vilket sätt störningen kommer att ske. Det föreligger en mycket stor risk för att en struktur med denna ambition i verkligheten skulle komplicera åtgärderna vid mera triviala och ofta förekommande fel och då leda till obefogade bortkopplingar.

Arbetsgruppen avvisar därför tanken på isolerade elsystem i samband med störningar på stamnätet särskilt som sådana störningar i fredstid inte förväntas ha en längre varaktighet än 12 timmar.

5.6.2 Isolerade elsystem vid längre elavbrott

Störningar med längre varaktighet än 12 timmar förekommer i de regionala och lokala näten. Arbetsgruppen har inte i detalj studerat möjligheterna och förutsättningarna för lokalt uppbyggda nät i detta fall, men finner att det kan vara angeläget att närmare analysera frågan.

5.7 Samverkan i stamnätsfrågor

Arbetsgruppen finner att de samarbetsformer mellan Vattenfall och övriga kraftbolag som under lång tid etablerats i stamnätsnämnden har visat sig ändamålsenliga och bör bibehållas.

5.8 Sammanfattande bedömning

Arbetsgruppen har studerat frågor rörande stamnätet och dess koppling till elproduktionsanläggningar.

Arbetsgruppen finner sammanfattningsvis att planerna för stamnätets utbyggnad och modernisering samt rutiner och principer för dess drift är fullt tillfredsställande.

Arbetsgruppens analys visar, att det inom berörda organisationer bedrivs en kontinuerlig översyn av planer och driftprinciper för att anpassa elsystemets utveckling till erhållna drifterfarenheter och förändringar i omvärlden. Detta ger en god grund för en elförsörjning med fortsatt hög leveranssäkerhet.

6 Referenser

- 1 Elförsörjningens sårbarhet, kommittédirektiv, Dir 1984:2.
- 2 Elavbrottet 27-12-1983, Vattenfall.
- 3 Lagen (1902:72 s.1), innefattande vissa bestämmelser om elektriska anläggningar – ellagen.
- 4 Förordningen (1957:601) om elektriska starkströmsanläggningar – starkströmsförordningen.
- 5 Svenska Elverksföreningen, Driftstörningsstatistik 1980, Meddelande 33/81.
- 6 RKS-rapport 84-02.
- 7 Nordel, Driftstörningsstatistik 1980.

Ur Nordels Årsberättelse 1972

Dimensioneringsregler för det samkörande nordiska nätet

Avsnitt från "Samordnad utbyggnadsplanering inom Nordel", rapport utarbetad av Nordels planeringsutskott, Februari 1972.

1. Allmänt

Målsättningen för den samordnade nordiska utbyggnadsplaneringen på elkraftområdet är att utforma ett produktionssystem, som på ett ekonomiskt optimalt sätt tillgodoser elkraftbehovet inom de berörda länderna. Detta leder till att kraftutbyten mellan länderna blir nödvändiga. Den planering, utbyggnad och drift av det samkörande nätet, som detta kräver, måste ske på sådant sätt att leveranssäkerheten i framtiden kommer att hållas på en tillfredsställande hög nivå.

Grundprincipen skall vara att alla led i kraftsystemet dimensioneras och drivas så, att den elektriska kraftkonsumtionen tillgodoses till minimala kostnader — vari inkluderas kapitalkostnader och driftkostnader samt kostnader för längre och kortare leveransavbrott enligt en ekonomisk avbrottsvärdering. För att kraftsystemet skall kunna byggas ut på ett ekonomiskt optimalt sätt bör alltså driftsäkerheten vara en av de faktorer, som inkluderas i den ekonomiska avvägningen. I praktiken kan man tillämpa en ekonomisk avbrottsvärdering genom att uttrycka kraven på driftsäkerhet i form av fasta nätkriterier, dvs. ett antal feltyper som det samkörande nätet skall klara utan sammanbrott. För närvarande synes denna metod vara att föredra när den tillämpas i överensstämmelse med ovan nämnda grundprincip.

Den samkörning som man hittills haft inom de nordiska länderna har karakteriserats av att överföringseffekterna varit relativt små i förhållande till de berörda kraftsystemens storlek och att tillräckligt stor störningsreserv för att klara avbrott på samkörningsförbindelserna kunnat hållas i varje land för sig. Vid de stora kraftutbyten som i framtiden enligt utförda undersökningar visar sig ekonomiskt fördelaktiga blir överföringseffekterna betydligt större.

Det totala antalet allvarliga nättfel inom Nordelsystemet i samband med högt belastade samkörningsförbindelser och interna överföringsnät kommer därför att öka. Det blir då icke ekonomiskt att dimensionera samkörningsförbindelserna så svagt att varje allvarligt fel kan leda till kaskadutlösning av samtliga samkörningsförbindelser och/eller följdstörningar i flera samkörande nät, dels med hänsyn till avbrottskostnader i samband med driftstörningarna och dels med hänsyn

till de kostnader, som är förknippade med att inom varje land för sig hålla tillräcklig storlek på störningsreserven. Med en utvidgad samkörning blir det därför nödvändigt att behandla samtliga nationella nät och samkörningsförbindelser som ett enda elektriskt integrerat kraftsystem.

Dimensioneringskriterier, avsedda att bidra till att i framtiden hålla leveranssäkerheten på en tillfredsställande hög nivå, bör därför vara desamma för alla delar av det samkörande nordiska nätet. De måste vidare utgöra underlag för såväl utredningar som beslut rörande kraftsystemets utbyggnad och även tjäna som vägledning för driften av systemet.

Störningar som är av lokal natur och ej berör det samkörande nordiska kraftnätet behandlas ej i detta sammanhang.

2. Principer för kraftsystemets dimensionering

Grundläggande för dimensioneringskriterierna har varit följande allmänna principer.

2.1. Kraftsystemet måste planeras, byggas ut och drivas så, att det finns tillräcklig produktionskapacitet och överföringsförmåga att på ett ekonomiskt sätt täcka konsumtionen. Systemet skall utan återverkan på konsumenterna kunna klara de allra flesta fel, som kan inträffa.

2.2. De nättfel, som används vid dimensioneringen, är så sällsynta, att sannolikheten för två samtidigt av varandra oberoende fel är praktiskt taget försumbar. Det är därför tillräckligt att använda enstaka fel som grundval för dimensioneringsprinciperna. Kraftsystemet skall dimensioneras så, att enstaka fel inte leder till allvarliga följdfel. Om systemet dessutom testas vid svåraste överföringsförhållanden, erhålls en marginal för att klara mer komplicerade fel vid något lagre överföringar eller mindre kritisk lokalisering av fel.

2.3. Det nordiska systemet har stor geografisk utbredning och dess uppbyggnad är komplicerad. Med hänsyn till flexibilitetskrav för driften av detta komplexa system bör därför allt för snäva begränsningar (ex. i överföringskapacitet) undvikas. Blir nätet för kient dimensionerat kan behovet av driftövervakning säga avsevärt. Kriterierna bör därför väljas så, att tillräckliga marginaler erhålles med tanke härpå.

2.4. Det samkörande nätet måste planeras och drivas så, att självstrande effektpendlingar i kraftsystemet ej förekommer i normal drift och att pendlingar, som uppträder vid fel, får ett tillräckligt dämpat förlopp. Detta gäller särskilt vid val eller inställning av regleringsutrustningar och vid avställning av nätkomponenter för underhåll eller andra syften.

2.5. Det är ej tekniskt och ekonomiskt möjligt att nå en tillförlitlighet hos elförsörjningen om 100 %. Inträffade avbrott bör dock i största möjliga utsträckning begränsas i tid och rum. För att förbereda lämpligt handlingsprogram i katastrofsituationer bör nätstudier utföras även vid svårare fel än de som anges av dimensioneringskriterierna.

3. Allmänna dimensioneringskriterier

Överföringsnätet skall planeras och utbyggas på sådant sätt, att nedan angivna fel icke leder till statisk eller dynamisk instabilitet för det samkörande storkraftsystemet. De skall ej heller leda till otillåtna bestående förändringar i spänning och frekvens eller till frånkoppling av belastning. Kraftsystemet skall uppfylla kraven under varierande produktions- och belastningsförhållanden under hänsynstagande till erforderliga avställningar.

3.1. Bortfall av produktionsenhet. Med detta menas nödvändigtvis icke ett helt kraftverk utan snarare den komponent, som medför största produktionsbortfall, t ex en kärnreaktor.

3.2. Definitiv frånkoppling av ledning eller systemtransformator.

3.3. Trefasigt övergående fel på någon ledning med korrekt brytning och automatisk återkoppling av ledningen.

3.4. Definitiv frånkoppling av ledning efter misslyckad automatisk återkoppling av ledning behäftad med enfasigt kvarstående fel.

3.5. Trefasigt fel på någon samlingsskenesektion med definitivfrånkoppling utan automatisk återkoppling.

4. Samkörningsförbindelser

4.1. Dimensionering

Samkörningsförbindelserna mellan de nordiska ländernas nationella kraftnät ingår i det nordiska kraftsystemet och leveranssäkerheten vid överföring på dessa linjer skall vara densamma som vid överföring på de nationella näten. De skall följaktligen i princip dimensioneras enligt punkt 3 och de får därmed sin överföringskapacitet bestämd av de angivna dimensioneringskriterierna.

4.2. Bestämning av överföringsförmågan

Överföringsförmågan på samkörningsförbindelserna bestäms vid dimensionerande belastningsfall på respektive länders interna nät och prognoserad överföring på övriga samkörningsförbindelser. Prognoserna omfattar såväl fastkraftleveranser som utväxling av tillfällig kraft.

Anm. Vid förbindelser med endast en ledning eller vid stor olikhet i överföringskapacitet mellan parallella ledningar kan erforderlig reserv utgöras av roterande störningsreserv. Överföringsförmågan kommer då att bestämmas av fel utanför samkörningsförbindelsen jämte störningsreservens storlek och fördelning.

5. Planering för osannolika händelser

För att klargöra systemets styrka bör tester utföras även med svårare och mera osannolika fel än som angivits ovan. I samband därmed planläggs åtgärder för att begränsa verkningarna, om ett sådant fel trots allt skulle inträffa. Som exempel på sådana fel kan nämnas:

5.1. Bortfall av all produktion i ett kraftverk.

Anm. Det kan vara önskvärt att systemet klarar bortfall av all produktion i ett värmekraftverk. Det är emellertid för närvarande ej realistisk att kräva detta under alla belastningssituationer. Tills vidare får det anses tillräckligt att man studerar konsekvenserna av sådana händelser, för att längre fram eventuellt ändra kriteriet angående produktionsbortfall.

5.2. Bortfall av båda ledningarna på en dubbelledningsstolpe.

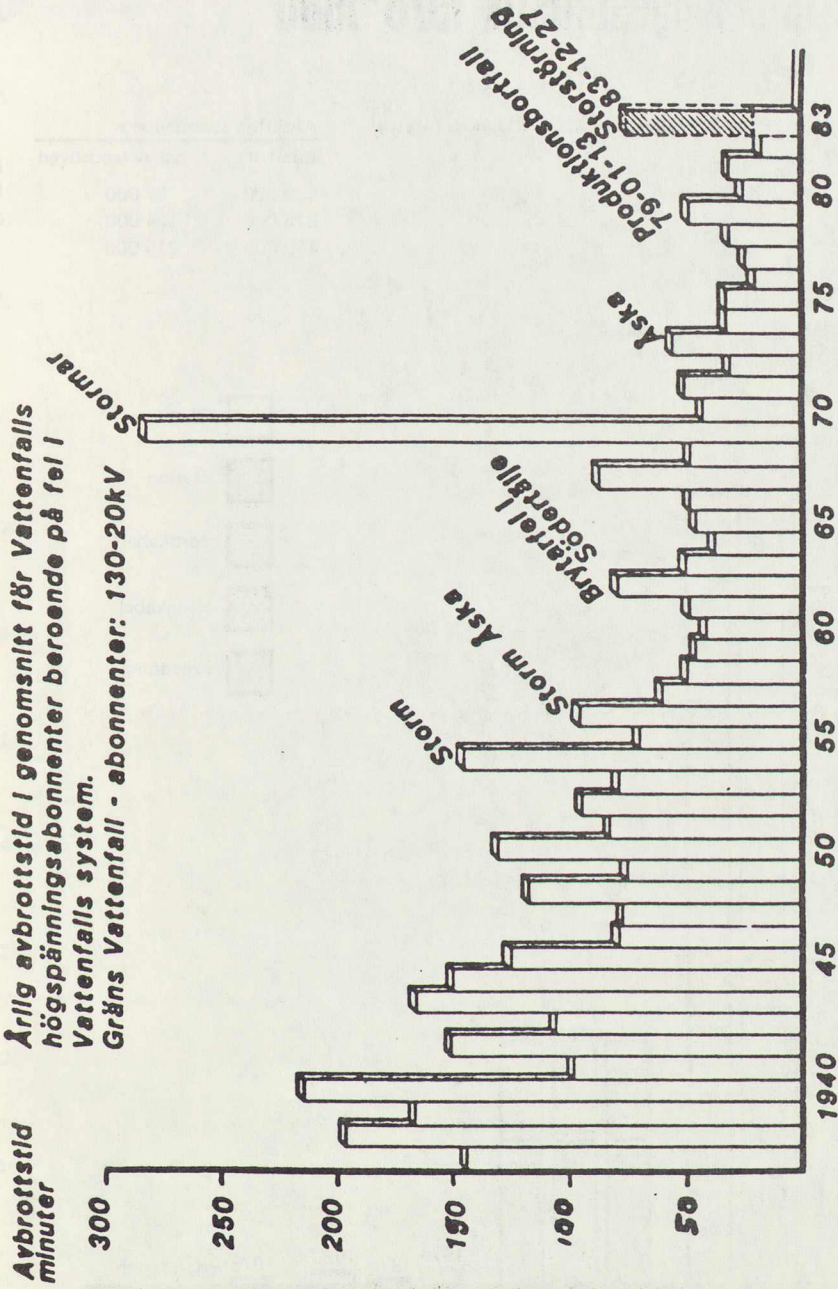
5.3. Bortfall av alla ledningar i en kraftledningsgata.

5.4. Kvarstående trefas ledningsfel med utebliven brytarfunktion i ena ledningsändan.

5.5. Definitiv frånkoppling av ledning efter misslyckad automatisk återkoppling av ledning behäftad med trefasigt kvarstående fel.

6. Störningsreserv

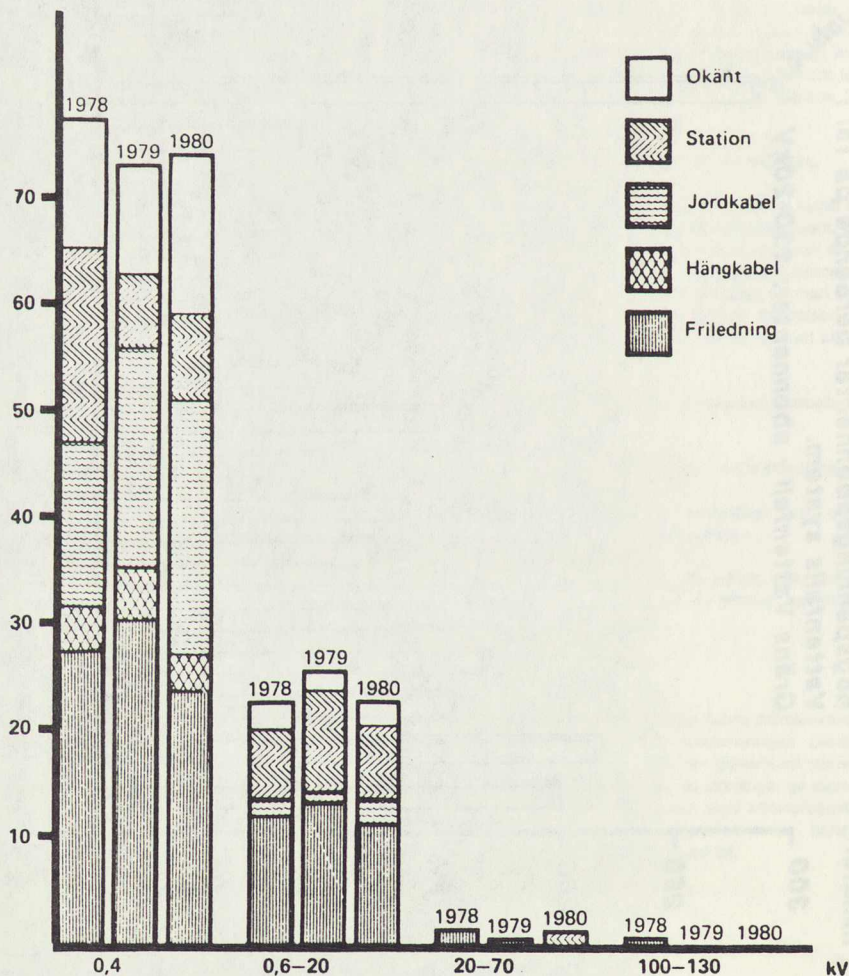
För att förbättra det nordiska nätets driftsäkerhet skall i samband med utbyggnadsplaneringen bestämmas storlek och fördelning hos en gemensam störningsreserv. Denna reserv skall vid störningar ge momentant bidrag av reaktiv effekt och aktiv effektproduktion för avlastning av nätet efter en med hänsyn till reglermöjligheterna avpassad tid.



Driftstörningsstatistik 1978-1980

År	Antal störningar st	Deltagande företag st	Anslutna abonnenter	
			totalt st	varav landsbygd
1978	9 143	17	625 000	97 000
1979	12 499	25	875 000	124 000
1980	12 611	30	1 450 000	215 000

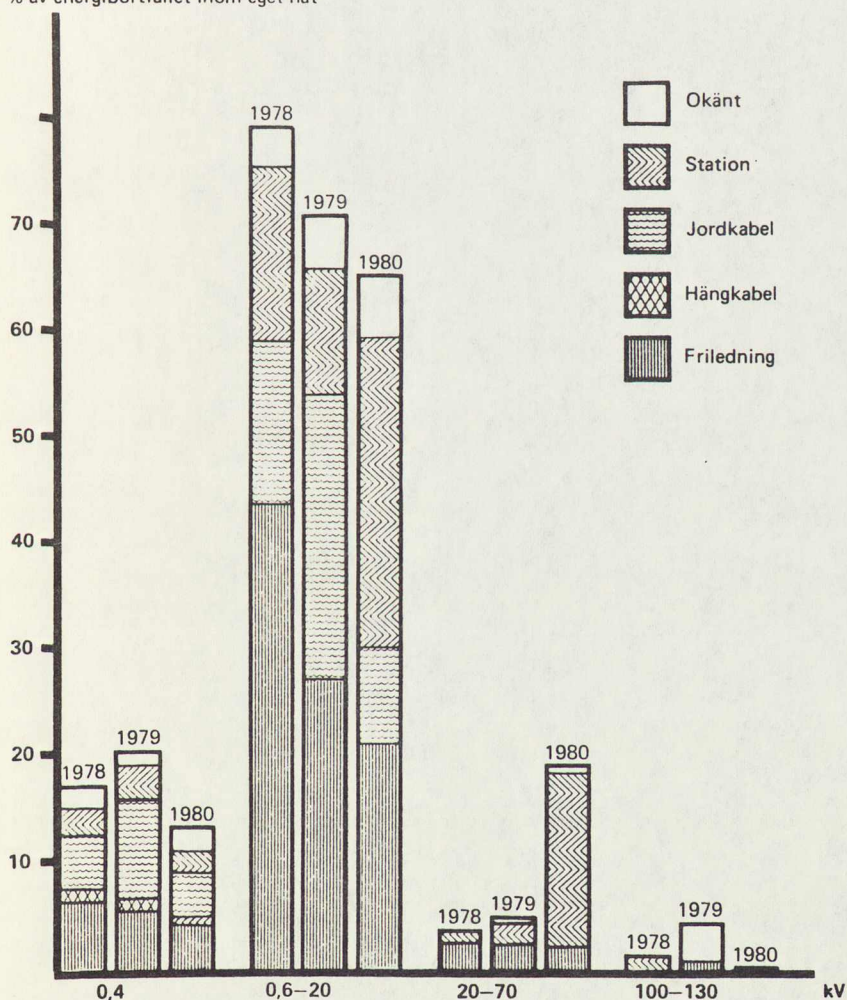
% av antal störningar



Driftstörningsstatistik 1978-1980

År	Energibortfall MWh			Antal störningar överliggande nät
	totalt	inom eget nät	överliggande nät	
1978	1 553,3	1 131,6	421,7	22
1979	1 990,6	1 808,5	152,1	56
1980	2 679,7	2 585,3	94,4	45

% av energibortfallet inom eget nät



Dr.

... ..
... ..
... ..

... ..



ELDISTRIBUTION, ELANVÄNDNING OCH RESERVANORDNINGAR

Rapport från gruppen för analys av
reservkraftsbehovet:
Grupp B inom kommissionen (I 1984:01) om
elförsörjningens sårbarhet (ELFÖRS)

Innehållsförteckning

1	<i>Inledning</i>	106
1.1	Bakgrund	106
1.2	Arbetsgruppens direktiv	106
1.3	Urval av samhällsfunktioner	107
1.4	Avgränsning av studerade störningar	108
1.5	Uppläggning av utredningsarbetet	109
1.6	Rapportens uppbyggnad	110
2	<i>Konsekvenser av elavbrott</i>	112
2.1	Inträffade störningar och erfarenheter av dessa	112
2.1.1	Vad kan vi lära av störningen den 27 december?	112
2.1.2	Hur långa elavbrott tål abonnenterna?	113
2.2	Funktioner där elavbrott kan medföra fara eller stora olägenheter för den enskilde	114
2.2.1	Sjukvård	114
2.2.2	Transporter, drivmedelsförsörjning,	115
2.2.3	Post, bank m m	117
2.2.4	Hus, fastigheter, uppvärmning	118
2.2.5	Försörjning med livsmedel	119
2.2.6	Kommunalt teknisk försörjning	120
2.3	Funktioner av betydelse för att begränsa verkningarna av ett elavbrott	124
2.3.1	Tele- och radionät	124
2.3.2	Ljudradio- och TV-distribution	126
2.3.3	Information via radio och TV	127
2.3.4	Lokal elproduktion och eldistribution	128
2.3.5	Polis	129
2.3.6	Larmsystem	129
2.3.7	Vädertjänst	130
2.3.8	Miljöfarlig verksamhet	130
2.4	Funktioner där elavbrott kan leda till stora kostnader i form av produktionsbortfall och kapitalförstörelse	130
2.4.1	Industri	130
2.4.2	Datorer	136
2.4.3	Handel	137
2.4.4	Jordbruk	137
2.5	Brytpunkter beträffande känslighet	139
2.6	Slutsatser	140

3	<i>Elförsörjningen</i>	142
3.1	Företagsstruktur	142
3.2	Ellagsstiftningen	143
3.3	Leveranssäkerhet	144
	3.3.1 Kraftindustrins leveranssäkerhetsfilosofier	144
	3.3.2 Kraftindustrins beredskap	145
	3.3.3 Avbrottsvärdering	146
3.4	Näten	147
	3.4.1 Ledningsutformning	147
	3.4.2 Styrssystem och automatik	148
	3.4.3 Systemutformning	149
	3.4.4 Teknisk utveckling	150
	3.4.5 Nätens kvalitet	150
3.5	Abonnentens installationer (industrinät)	151
3.6	Erfarenheter och överväganden	151
	3.6.1 Kraftledningarna	152
	3.6.2 Ledningsgatorna	153
	3.6.3 Automatik	153
	3.6.4 Fjärrkontroll	153
	3.6.5 Beredskapsorganisation	154
	3.6.6 Övrigt	154
3.7	Slutsatser	154
4	<i>Störfall</i>	156
4.1	Störfall 1 – Stamnätssammanbrott	157
	4.1.1 Erfarenheter	157
	4.1.2 Karaktäristik	158
4.2	Störfall 2 – Storstörning med ett flertal skador i distributionsnäten (stormstörning)	159
	4.2.1 Erfarenheter	159
	4.2.2 Karaktäristik	161
4.3	Störfall 3 – Storstörning till följd av haveri i vital anläggningsdel	163
	4.3.1 Tänkbara orsaker till avbrott	164
	4.3.2 Karaktäristik	165
4.4	Lokalt eller regionalt uppbyggda nät som metod att begränsa en störning	169
4.5	Möjliga åtgärder hos eldistributören för att möta långa elavbrott	171
4.6	Slutsatser	172
5	<i>Åtgärder för att motverka konsekvenserna av elavbrott</i>	173
5.1	Reservkraft – krav och kostnader	174
5.2	Avvägning mellan motåtgärder och konsekvenser	177
	5.2.1 Distribution av bränsle och drivmedel	177
	5.2.2 Kollektivtrafik	178
	5.2.3 Uppvärmning	179
	5.2.4 Hissar	181
	5.2.5 Vatten- och avloppsförsörjning	182

5.2.6	Datorer	183
5.3	Slutsatser	184
6	<i>Åtgärder för att vid elavbrott säkerställa viktiga samhällsfunktioner</i>	185
6.1	Behandlade funktioner	185
6.2	Funktioner där elavbrott kan medföra fara eller stora olägenheter för den enskilde	185
6.2.1	Sjukvård	185
6.2.2	Transporter och drivmedelsförsörjning	186
6.2.3	Post, bank m m	189
6.2.4	Hus, fastigheter, uppvärmning	189
6.2.5	Försörjning med livsmedel	190
6.2.6	Kommunalteknisk försörjning	190
6.3	Funktioner av betydelse för att begränsa verkningarna av ett elavbrott	192
6.3.1	Telenät	192
6.3.2	Radionät	193
6.3.3	Information via radio och TV	194
6.3.4	Lokal elproduktion och eldistribution	195
6.3.5	Polis	195
6.3.6	Larmsystem	195
6.3.7	Vädertjänst	196
6.3.8	Miljöfarlig verksamhet	196
6.4	Sammanfattande slutsatser	196
7	<i>Åtgärder för att begränsa produktionsbortfall och kapitalförstöring</i>	197
7.1	Industri	197
7.2	Datorer	199
7.3	Handel	199
7.4	Jordbruk	200
7.5	Slutsatser	201
8	<i>Kommunal planering för att möta långa elavbrott</i>	203
8.1	Åtgärder för att möta långa elavbrott	203
8.2	Erfarenheter av och synpunkter på kommunal planering för att möta långa elavbrott	206
8.2.1	Erfarenheter	206
8.2.2	Organisation	206
8.2.3	Inventering, åtgärder	208
8.2.4	Synpunkter	209
8.3	Utredningar av betydelse för den framtida störningsberedskapen på kommunal nivå	210
8.3.1	ProCK	211
8.3.2	Räddningstjänstkommittén	213
8.4	Studier och beredskap för elavbrott i krig	214
8.5	Slutsatser	215

9	<i>Förslag</i>	218
9.1	Allmänna utgångspunkter och slutsatser	218
9.1.1	Utgångspunkter	218
9.1.2	Störfall, känslig elavbrottstid	218
9.1.3	Avvägning mellan åtgärder hos användare och elnät	219
9.1.4	Reservkraft	220
9.1.5	Nätförstärkning	220
9.1.6	Avbrottsvärdering	221
9.1.7	Prioritering av elanvändare	221
9.1.8	Isolerade elsystem vid längre elavbrott	221
9.2	Funktionsvisa förslag	222
9.2.1	Funktioner där elavbrott kan medföra fara eller stora olägenheter för den enskilde	222
9.2.2	Funktioner av betydelse för att begränsa verkningarna av ett elavbrott	224
9.2.3	Funktioner där elavbrott kan leda till stora kostnader i form av produktionsbortfall och kapitalförstöring	225
9.3	Kommunal planering för att möta långa elavbrott	226
	Bilaga 1: <i>Ledningsnätets omfattning år 1973</i>	228
	Bilaga 2: <i>Sammanställning av data rörande elavbrottet i januari 1974</i>	229

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Den 27 december 1983 inträffade en störning i landets elförsörjning. Detta föranledde regeringen att tillsätta en kommission om elförsörjningens sårbarhet.

Kommissionens uppgift har varit

”att utreda elförsörjningens sårbarhet mot bakgrund av störningen i elförsörjningen den 27 december 1983 och lämna förslag till vilka åtgärder som bör vidtas för att minska sårbarheten i elförsörjningen och begränsa konsekvenserna av en störning.”

Arbetet i kommissionen har organiserats i tre arbetsgrupper. Grupp A har behandlat elproduktion och stamnät, grupp B har behandlat eldistribution och elanvändning samt reservanordningar speciellt reservkraft, och grupp C, slutligen, har behandlat information vid elavbrott.

Denna rapport är en redovisning av arbetsgruppen Bs arbete.

Uppgiften för grupp B har avgränsats till:

- Kartlägga konsekvenserna för utsatta funktioner av elavbrottet den 27 december 1983.
- Bedöma konsekvenserna för utsatta funktioner av även mer omfattande framtida elavbrott.
- Redovisa vidtagna och andra tänkbara åtgärder och i viss mån kostnader för dylika åtgärder.

1.2 Arbetsgruppens direktiv

Arbetsgruppen har behandlat följande avsnitt i kommissionens direktiv:

”Olika reservaggregat klarade elförsörjningen under den aktuella störningen för de mest utsatta funktionerna såsom sjukhus och telefontrafik. Däremot drabbade elavbrottet andra viktiga samhällsfunktioner, såsom spårbunden kollektivtrafik. Hade avbrottet varat ytterligare ett par timmar kunde också exempelvis avsevärda störningar ha uppstått i telefontrafiken. Mot bakgrund härav bör utredaren närmare studera hur viktiga samhällsfunktioner såsom tv- system, sjukvård, trafiksystem etc skall kunna fungera även vid elavbrott som varar under längre tid. Radiokommunikationerna spelar härvid en viktig roll. Vid det nu aktuella tillfället visade sig att även vissa radiosändare stoppades vid strömavbrottet, vilket var synnerligen allvarligt.”

''Vidare bör studeras hur fjärrvärmesystem och andra värmesystem påverkades.''

''Utredaren bör samråda med berörda myndigheter och organisationer samt bereda dessa tillfälle att framföra synpunkter.

Jag vill i detta sammanhang erinra om att regeringen den 22 juni 1983 beslutade att uppdraga åt det ekonomiska försvarets myndigheter att genomföra en studie som redovisar hur krigsskydds- och beredskapsåtgärderna skall utformas för att stärka kraftsystemets drift under alla förhållanden. Denna studie skall redovisas i preliminär form den 30 april 1984 och slutligt den 8 juni 1984. Utredaren bör beakta resultatet av denna studie.

En viktig del i det ekonomiska försvaret är livsmedelberedskapen. Livsmedelsförsörjningens sårbarhet utreds i en av 1983 års livsmedelskommitté (Dir 1982:103). Utredaren bör samråda med kommittén.''

1.3 Urval av samhällsfunktioner

Enligt direktiven skall utredaren studera hur viktiga samhällsfunktioner skall kunna fungera vid elavbrott som varar under längre tid. Behovet av att kunna fortsätta verksamheten vid elavbrott varierar mellan olika samhällsfunktioner. För näringslivet, stora delar av handeln osv gäller att alla de varor och tjänster som normalt produceras inte är oundgängligen nödvändiga för samhälle eller befolkning under den tid ett elavbrott varar. Däremot kan det finnas skäl att införa viss reservkraft för att undvika person- och miljöskador eller att undvika stora kostnader i form av stillestånd för industriprocesser med lång återstarttid, samt att undvika direkta skador på produktionsutrustning eller lager.

Arbetsgruppen har valt att studera ett urval samhällsfunktioner mot bakgrund av följande kriterier:

- Elavbrott får inte leda till fara eller mycket stor olägenhet för den enskilde.
- Fredstida elavbrott får inte leda till stora (långsiktiga) konsekvenser för samhälle eller näringsliv.
- Vissa funktioner måste kunna hållas igång för att begränsa konsekvenserna av ett elavbrott.

Valet av kriterier leder till att inte bara de funktioner som nämns i direktiven har studerats.

Följande funktioner har studerats mot bakgrund av den fara eller de stora olägenheter för den enskilde som driftavbrott av dessa funktioner kan orsaka:

- Sjukvård
- Transporter/drivmedelsförsörjning
- Post/bank
- Uppvärmning
- Hissar/kodlås m m
- Livsmedelsförsörjning
- Vatten och avlopp
- Fjärrvärme/naturgas.

Följande funktioner har studerats mot bakgrund av att de är väsentliga för att begränsa omfattningen och verkningarna av ett elavbrott:

- Telenät
- Radiokommunikation
- Lokal elproduktion och eldistribution
- Polis
- Larmsystem
- Vädertjänst
- Miljöfarlig verksamhet.

Slutligen har följande funktioner studerats mot bakgrund av att elavbrott kan leda till stora kostnader i form av driftavbrott och kapitalförstöring:

- Industri
- Datorer
- Handel
- Jordbruk/animalieproduktion.

1.4 Avgränsning av studerade störningar

En viktig fråga i en sårbarhetsstudie är hur allvarliga störningar som skall beaktas, vilket i sin tur hänger samman med gränsdragningen mellan fred och krig.

I direktiven anför:

”Med anledning av omfattningen av den inträffade störningen anser jag det väsentligt att frågan om elförsörjningens sårbarhet ytterligare utreds i ett vidare sammanhang tillsammans med frågan om vilka åtgärder som bör vidtas för att begränsa störningar i eltilförseln och verkningarna av sådana störningar. Jag anser att en sådan utredning bör omfatta närmast störningar i fredstid.”

Samtidigt finns det många beröringspunkter mellan sårbarheten i fred och krig. De störningar och skador på eldistributionen som kan uppstå i krig kan också uppstå i fred. Skillnaden är att i krigstid är störningarna fler och långvarigare. De kan också väntas sättas in avsiktligt mot särskilt sårbara punkter. Det senare gäller också terroristaktioner och enstaka sabotage, som inte kan uteslutas i fredstid.

Dessa förhållanden gör att avgränsningen mellan krig och fred inte är helt självklar.

Vid valet av åtgärder för att begränsa sårbarheten inför fredstida störningar anser gruppen att lösningar bör eftersträvas som kan utnyttjas även i krig. Speciellt gäller detta längre elavbrott där en samordning av resurserna kan vara av stor nytta. Ytterligare åtgärder kan vara nödvändiga för att även tillgodose behovet i krig. Dessa åtgärder behandlas ej i detta sammanhang.

Samhällets sätt att fungera och därmed efterfrågan på elkraft, tillgång till styrmedel och rimliga ambitionsnivåer skiljer sig åt i fred och krig. Den av ÖEF/Vattenfall genomförda perspektivstudien (se nedan) bygger därför i många avseenden på andra utgångspunkter än gruppens. Det finns dock flera beröringspunkter.

En viktig skillnad mellan krig och fred är risken för att stamnätet inte skulle kunna köras sammanhållet. I fred bedöms ett stamnätssammanbrott som en relativt kortvarig störning, medan ÖEF/Vattenfall menar att man i krig måste vara beredd på att kunna bygga upp separata nät då överföringen på stamnätet kan vara avskuren under längre tid. I fredstid bedöms drift i separata nät endast kunna bli aktuell i samband med lokala skador som skär av en stor stad från stamnätet.

1.5 Uppläggning av utredningsarbetet

En arbetsgrupp bildades för att studera reservkraftproblematiken. Arbetsgruppen bestod av representanter för vissa organisationer inom elförsörjningen, främst lokal och regional distribution samt representanter för ett urval myndigheter och organisationer. Vidare knöts en representant för FOA till gruppen mot bakgrund av de studier som där genomförts rörande sårbarhet i kris och krig.

Ordförande	Anders Söderholm, Landsorganisationen i Sverige
Sekreterare	Margareta Bergström, Försvarsdepartementet
Experter	Allan Algotsson, Danderyds sjukhus
	Leif Backéus, Stockholms Energiverk
	Jan Cedmark, Riksnämnden för kommunal beredskap
	Lars Dahlgren, Lanbrukarnas Riksförbund
	Jan-Olov Ericson, Kommunikationsdepartementet
	Göran Fredriksson, Överstyrelsen för ekonomiskt försvar
	Margareta Gefwert, Sveriges Industriförbund
	Kurt Hassel, Televerket
	Ulf Jordvall, Stockholms Vatten- och Avloppsverk
	Lena Lindén, Industridepartementet
	Harald Ljung, Svenska Kommunförbundet
	Börje Möller, Sydkraft AB (Svenska Elverksföreningen)
	Tore Peterson, Statens energiverk
	Krister Smedman, Televerket
	Peter Steen, Försvarets forskningsanstalt
	Carl-Gunnar Strand, Vattenfall
	Allan Thulin, Stockholms Lokaltrafik AB

Ett antal konsultuppdrag har lagts ut:

- Tillsammans med grupp A till de tekniska attachéerna för att samla in internationella erfarenheter
- Till FOA för inventering av reservkraftmarknaden och för att analysera reservkraftfilosofier inom olika sektorer
- Till INFOSEC PROSAB AB för en enkät rörande datorernas känslighet och graden av gardering.

Samråd har förekommit med 1983 års livsmedelskommitté (LMK) genom kontakter mellan sekretariatet, främst mellan grupp B och LMKs sårbarhetsgrupp, där grupp Bs sekreterare är expert. LMK har därför inte i detalj behandlat elsårbarheten i sin rapport, utan anmäler olika förhållan-

den. LMKs sårbarhetsgrupp har informerats om de delar av grupp Bs rapport som behandlar livsmedelsindustri och lantbruk.

Gruppen har tagit del av den förstudie som har genomförts av överstyrelsen för ekonomiskt försvar i samarbete med Vattenfall inom ramen för perspektivstudierna inför 1987 års försvarsbeslut.

Hela gruppen B har träffats vid 9 sammanträden. Ett par delgrupper har bildats för att behandla särskilda frågor. Representanterna för eldistributörerna samt statens energiverk har behandlat elförsörjningsfrågor och störfall. En annan grupp har analyserat kommunaltekniska frågor. Gruppens ledamöter har inom respektive område utarbetat material som utgjort en stor del av underlagsmaterialet.

Sekretariatet har genomfört ett antal besök hos olika typer av abonnenter, producenter av reservkraft samt ansvariga för olika samhällsfunktioner.

Gruppens sekreterare har för ömsesidig information deltagit i vissa av de övriga gruppernas sammanträden och i grupp Cs studieresa till Malmö.

Grupp C har framfört synpunkter till grupp B beträffande behov av reservkraft för att tillgodose av grupp C prioriterade informationsbehov.

Utifrån detta underlag har föreliggande slutrapport utarbetats. Den utgör gruppens rapport till kommissionen.

1.6 Rapportens uppbyggnad

Elavbrottet den 27 december har inom många samhällssektorer lett till en översyn av beredskapen mot elavbrott såväl avseende omfattning som funktionssäkerhet. I kapitel 2 redovisas dessa erfarenheter. Slutsatsen är, att det finns ett behov av kompletteringar av beredskapen både hos användaren och leverantören. Detta behov hänger främst ihop med brister i beredskapen för mer långvariga störningar än den 27 december.

Slutsatsen av den 27 december är att vårt samhälle är ganska väl rustat för att möta en störning av detta slag, särskilt mot bakgrund av att den är en mycket sällsynt händelse. Näringslivet drabbades dock av höga kostnader. Erfarenheter från andra störningar pekar på att gränsen för besvärande samhällskonsekvenser går vid ett halvt till ett dygn om många människor berörs. Gruppens analys har bestyrkt detta.

Detta leder då fram till frågan om hur långa och hur omfattande elavbrott som är tänkbara. (Som tidigare nämnts behandlar denna utredning inte krigsfallet.)

Både sannolikhet, omfattning och varaktighet påverkas emellertid av hur vårt elnät är uppbyggt och vilken beredskap eldistributörerna har att hantera störningar. Detta behandlas i kapitel 3 där också de mest angelägna förbättringarna redovisas.

Förbättringar kan ske i nätet eller i beredskapen för att möta ett avbrott. Förbättringar i nätet kan knappast motiveras om de inte allmänt höjer leveranssäkerheten. Vilka överväganden som ligger bakom val av leveranssäkerhet redovisas också i kapitel 3.

I kapitel 4 presenteras tre störfall som tillsammans kan ses som dimen-

sionerande för fredstida förhållanden. Utöver störfallen diskuteras möjligheterna till lokalt uppbyggda elsystem.

Åtgärder i form av förbättringar i beredskapen hos distributören för att möta långa elavbrott behandlas i kapitel 4. Distributörernas beredskap bör emellertid samordnas dels med råkraftleverantören och andra distributörer i regionen, dels med andra åtgärder i samhället för att minska effekterna av elavbrott.

Kapitel 5 i rapporten är en mer principiell genomgång av vilka åtgärder som bör övervägas för att motverka elavbrott. Där finns också en översiktlig bedömning av kostnaderna för olika typer av lösningar.

En lämplig nivå för samordning är kommunen. En kommunal planering för att möta långa elavbrott föreslås i kapitel 8 för att tillgodose behovet av kommunal teknisk försörjning vid långa elavbrott och därvid få ett underlag för att vidta nödvändiga åtgärder samt genomföra viktiga investeringar. En sådan planering kommer att genomföras för krigsfallet. Det rör sig därför inte om något stort merarbete för kommunerna att jämsides genomföra en planering för fredstida förhållanden.

Behovet av en kommunal planering för att möta långa elavbrott kan ses som en slutsats av kapitlen 2 och 6. I det senare kapitlet behandlas åtgärder för att ge vissa samhällsviktiga funktioner (huvudsakligen offentlig verksamhet) en god funktionssäkerhet vid elavbrott, t ex sjukvård och vattenförsörjning. Det konstateras där, att de lokala förhållandena varierar starkt. I många kommuner finns resurser som kan begränsa behovet av att exempelvis anskaffa reservaggregat för en viss funktion, i andra fall är resurserna små, vilket i sig leder till ett önskemål om samordnade investeringar och förberedelser.

Kapitel 6 innehåller förbättringsförslag som bör genomföras oberoende av om en planering för att möta långa elavbrott kommer till stånd. I många samhällsfunktioner har en snabb teknisk utveckling kommit att leda till att befintlig reservkraft är föråldrad eller otillräcklig.

Kapitel 7 behandlar behov av åtgärder för att begränsa produktionsbortfall och kapitalförstöring. Gruppen anser att viss stimulans behövs för att djurhållande lantbruk skall skaffa reservkraft. Näringslivet i övrigt grundar sin reservfilosofi på en hög leveranssäkerhet och att endast vissa nyckelfunktioner garderas. Ofta saknas reservkraft helt. Denna strategi förefaller motiverad.

Teknisk utveckling inte minst inom mindre företag kan dock innebära att lönsamheten av reservåtgärder bör ses över oftare.

Det är svårt att hålla en beredskap för osannolika händelser levande. Kapitel 8 innehåller som tidigare nämnts förslag om planering för att möta långa elavbrott och att genomföra övningar som medel för att höja beredskapen.

Kapitel 9 innehåller allmänna utgångspunkter och slutsatser.

2 Konsekvenser av elavbrott

2.1 Inträffade störningar och erfarenheter av dessa

Störningen den 27 december 1983 ledde till långvariga avbrott söder om Dalälven. Norr om Dalälven uppstod endast vissa kortare avbrott (max 25 min).

Söder om Dalälven fick man avbrottstider på upp till sex timmar, i enstaka fall längre. 30 % av landets abonnenter fick vänta längre än två timmar på att elleveransen återupptogs. Vilken abonnent som kopplades in vid en viss tidpunkt berodde väsentligen på var i landet och var i nätet abonnenten fanns. De tekniska förutsättningarna att prioritera en viss typ av abonnent saknas ofta.

Stamnätssammanbrott inträffar ytterst sällan. Förra gången ett sådant omfattande sammanbrott inträffade var år 1955. De elavbrott som drabbar abonnenten har vanligen andra, mer lokala orsaker. Både frekvensen av elavbrott och känsligheten för elavbrott varierar mellan olika abonnenter. Avbrottsfrekvensen är inte så hög i vårt land, att den föranleder mer omfattande åtgärder hos abonnenten.

Landsbygdsabbonenter har ofta erfarenheter från långvariga störningar, t ex till följd av storm. Dessa kan beröra stora områden. Särskilt omfattande störningar förekom 1969, 1978 och 1979. Med början den 13 januari i år inträffade svåra störningar med längre varaktighet än 27 decemberstörningen.

Andra typer av elavbrott har lamslagit elförsörjningen i tätorter. Mest känd är Härnösandsstörningen den 14-16 januari 1973. Den orsakades av fel i en fördelningsstation och ledde till långvarigt elavbrott. En annan liknande störning inträffade i Södertälje år 1963. Långvariga störningar i tätorter är mycket sällsynta, men känsligheten för långvariga störningar är i allmänhet större i en tätort än på landsbygden.

2.1.1 Vad kan vi lära av störningen den 27 december?

Störningen ledde till betydande kostnader för delar av näringslivet men fick i övrigt begränsade konsekvenser. Konsekvenserna begränsades av:

- Gynnsam tidpunkt (dagtid och många var lediga från arbetet)
- Milt väder för årstiden

- Snabb återuppbyggnad som kan ha gynnats av både tid på dagen (full bemanning) och det milda vädret
- Vissa viktiga funktioner hade reservkraft.

Avbrottet den 27 december visade hur beroende vårt samhälle är av en fungerande elförsörjning. Den oro avbrottet gav upphov till hos allmänheten grundades inte i allvarliga konsekvenser som hade inträffat. Främsta orsaken till oron var de allvarliga konsekvenser som skulle ha kunnat inträffa om omständigheterna hade varit mindre gynnsamma. Detta framgår bl a av undersökningar genomförda av beredskapsnämnden för psykologiskt försvar.

Abonnenter med normalt hög leveranssäkerhet gjorde viktiga erfarenheter vid störningen. Särskilt påtaglig blev störningen för processindustrin och för företag och myndigheter med verksamhet spridd över landet men beroende av en central dator. Interna översyner av säkerhetsfilosofin har därför initierats hos många företag och myndigheter.

Viktiga samhällsfunktioner som har reservkraftanläggningar fick genom avbrottet den 27 december en kontroll av dessa. I första hand har man kunnat kontrollera om de fungerade på avsett sätt. I andra hand har man fått tillfälle att överväga en förändrad dimensionering och inriktning.

Vissa detaljproblem upptäcktes. Exempel på detta är kodlås som inte gick att öppna, antalet hissreparatörerna var för litet, vissa startbatterier som krävs för start av dieselaggregat var i dåligt skick. Det finns exempel på att dieselaggregat därigenom inte har startat.

Avbrottstiden var så kort, att allvarligare konsekvenser inte uppstod. Detta skulle dock ha skett efter ytterligare någon timme. En erfarenhet är att varje möjlighet att förkorta avbrottstiden bör utnyttjas.

2.1.2 Hur långa elavbrott tål abonnenterna?

Ett mer omfattande elavbrott medför att samhällets ekonomiska liv stannar upp inom det drabbade området. Genom de beroenden som finns mellan geografiskt skilda verksamheter, får avbrottet också konsekvenser utanför det drabbade området – speciellt om större tätorter är berörda. Reservkraft kan inte ändra detta förhållande. Målet måste därför vara att begränsa avbrottets längd och geografiska omfattning.

Dagens teknik är ofta känslig för mycket korta elavbrott. Hushållens elberoende är i praktiken totalt. Trots detta har friska människor en god förmåga att genom olika improvisationer och med accepterade av stora påfrestningar klara elavbrott på flera dygn. Erfarenheterna av så långa elavbrott har i huvudsak erhållits vid stormstörningar. Dessa har drabbat landsbygden. De största problemen uppstår genom att djurhållningen är starkt mekaniserad. Massdöd har förekommit i hönsier och svinstallar.

I större tätorter har ett fåtal avbrott på 1-2 dygn inträffat. Den enskildes handlingsmöjligheter är där mer begränsade än på landsbygden. Tillgången till ständigt öppna butiker gör också att hushållens förråd är mindre. Det kan också finnas risk för vandalisering i skydd av mörkret. Bl a av dessa skäl är större tätorter särskilt känsliga för längre elavbrott.

Storstörningen den 27 december innebar sålunda ett prov på beredskapens kvalitet och omfattning. Det övervägande resultatet var att beredskaps-

pen var förhållandevis god. Ingen människa har rapporterats allvarligt skadad på grund av effekterna av elavbrottet. Kostnaderna för näringslivet blev dock omfattande.

Flera viktiga samhällsfunktioner var nära gränsen för sin uthållighet. Det är därför av betydelse att få fram underlag om hur sårbara väsentliga samhällsfunktioner är vid längre elavbrott än det som ägde rum den 27 december.

Gruppen har samlat in erfarenheter från avbrottet den 27 december och försökt få bedömningar av så kallade "brytpunkter" för längre avbrott. I många fall har dessa inte kunnat anges.

2.2 Funktioner där elavbrott kan medföra fara eller stora olägenheter för den enskilde

2.2.1 Sjukvård

Efter en inventering av 94 sjukhus har sjukvårdens planerings- och rationaliseringsinstitut (Spri) funnit att en tredjedel av sjukhusen klarar elavbrott dåligt, en tredjedel klarar det nätt och jämt medan återstående tredjedelen kan klara även längre avbrott än ca 1/2 dygn.

Moderna sjukhus har i allmänhet en reservkraftanläggning som automatiskt träder i funktion vid bortfall av nätet. Reservkraften innehåller en batterianläggning som säkerställer i det närmaste avbrottsfri kraft till operations- och undersökningslampor.

Huvuddelen av reservkraften utgörs av ett eller flera dieselaggregat med slutet kylvattensystem som startar inom någon minut och försörjer prioriterade funktioner via ett separat nät. Detta nät omfattar full allmänbelysning i bl a operations- och intensivvårdsavdelningar, akutmottagningar, hissmaskinrum samt ställverksrum. Vidare ingår nödbelysning samt ledljus i vårdrum, korridorer och kulvertar, trappor samt vissa allmänna utrymmen.

Det är främst långvårdssjukhus och äldre sjukhus som saknar reservkraft.

Erfarenheterna från Stockholmsområdets sjukhus av elavbrottet den 27 december 1983 har sammanställts av Stockholms läns landstings hälso- och sjukvårdsnämnd. Av sammanställningen framgår att elavbrottet varade i medeltal 2,5 timmar med variationer från 1 timme till 5,5 timmar. Om elavbrottet hade varat längre hade det blivit besvärligt för de institutioner som är anslutna till fjärrvärme, och de institutioner som har egen värmeproduktion, men saknar reservkraft. Reservkraftaggregaten fungerade tillfredsställande vilket förmodligen berodde på att fullskaleprov numera regelbundet genomförs, dvs elleveransen från yttre nät bryts.

Rapporter om att reservkraftaggregat inte har startat finns dock.

Större elavbrott har under senare år drabbat Sahlgrenska sjukhuset, Göteborg, i september 1969, lasarettet i Helsingborg i januari 1982 samt Karolinska sjukhuset, Solna, i februari 1983. I Helsingborg och på Karolinska sjukhuset var avbrotten totala under en timmes tid. I båda fallen var reservkraft installerad, men aggregaten fungerade inte.

På Sahlgrenska sjukhuset fungerade däremot reservkraften så att prioriterade delar av sjukhuset (ca 2/3) kunde få el. Störningar i den kommunala vattenförsörjningen orsakade av elavbrottet utgjorde största problemet. Störningarna pågick i över ett dygn.

Ingen patient har kommit till skada i de tre fallen. En slutsats är att en viss tålighet finns mot elavbrott (inkl reservkraftsavbrott) trots sjukhusens elberoende.

En bidragande orsak till de begränsade konsekvenserna i Helsingborg och på Karolinska anses ha varit att avbrotten kom vid gynnsamma tidpunkter.

Personalen har genom stora arbetsinsatser och mer eller mindre improviserade lösningar bidragit till att inga patienter kom till skada, t ex värmdes kuvösbarn genom att personalen höll dem intill kroppen, ånga från reservkraftturbiner användes för sterilisering och operationer utfördes i ficklampsljus. På Sahlgrenska sjukhuset ordnades vattenförsörjning med hjälp av brandförsvarets slangar och pumpar. Vid Karolinska drevs respiratorer manuellt.

Vid både Sahlgrenska och Karolinska avbrott framhölls att det brast i informationen från sjukhusledningen till avdelningarna.

Reservkraftens funktionssäkerhet hade brister i de tre fallen. I Helsingborg fungerade inte reservkraftens automatiska inkoppling och på Karolinska sjukhuset fungerade inte den halvautomatiska. På Sahlgrenska sjukhuset klarades inkopplingen tillfredsställande. Ångturbinernas vattenförsörjning blev emellertid otillräcklig efter ca 5 timmar.

Erfarenheterna från avbrottet på Karolinska visar på behovet av att analysera sambanden mellan funktionssäkerhet och reservkapacitet.

2.2.2 Transporter, drivmedelsförsörjning

Vid elavbrottet den 27 december fungerade huvuddelen av transportsektorn med undantag av den spårbundna trafiken.

Luftfart

Luftfarten har av säkerhetsskäl installationer för reservkraft. På de flesta flygplatserna är reservkraften dimensionerad för att upprätthålla flygsäkerheten. Resterande funktioner blir i stort sett utan kraft. Detta leder till problem för passagerarna i ankommande och avgående flygtrafik. Reservkraftaggregaten vid de elva flygplatser, som drabbades av avbrottet, fungerade samtliga utan anmärkning.

Flertalet aggregat installerades under perioden 1958-1971. Utvecklingen har sedan dess medfört ökade krav på reservkraft. Hela effekten i flera av aggregaten måste utnyttjas enbart för flygsäkerheten. Detta innebär mindre möjligheter att utnyttja reservkraften för andra ändamål.

Många aggregat är omoderna med långsam reglering av spänning och frekvens. Sådana aggregat kan i ogynnsamma fall störa känslig teleutrustning. En modernisering är önskvärd.

I samband med ytterligare datorisering förväntas ökade krav uppkomma på avbrottsfri kraft.

En ökning av reservkraften är önskvärd för att klara viktiga funktioner inom en flygplats.

Vägtrafik

Några större problem från elavbrottet den 27 december 1983 har ej redovisats.

Landsvägstrafiken kan klara sig utan trafiksignaler eftersom andra regler träder in. Svåra trafikstockningar kan dock uppstå. Broar kan vid broöppningar stanna i öppet läge. För större broar finns dock reservkraft. Mindre öppningsbara broar kan manövreras med handkraft. Bensinstationer saknar normalt reservel eller eloberoende pumpar. Landsvägstrafiken kan därför bli utan drivmedel vid elavbrott.

Vägförvaltningens arbete på regional och lokal nivå kan bli svårt att upprätthålla vid elavbrott till följd av den kommande datoriseringen. Detta bör ägnas uppmärksamhet. Vägverket överväger nu vilka åtgärder som bör vidtas för att stärka beredskapen för längre elavbrott.

Sjöfart

Alla viktigare nätanslutna fyrar har reservenergikälla (gas, batteri eller reservverk). Decca-stationerna för navigering påverkades inte vid störningen den 27 december, eftersom de har helautomatiska reservkraftanläggningar. Den centrala fyr- och deccaövervakningen slogs ut eftersom reservkraft saknas. Mälarens trafikområde har tillräcklig reservkraft för Mäljarbron i Södertälje, slussen och lotskontoret men inte för kanalbelysningen. Lotsplatser och lotsutkikar, som saknar reservkraft kunde inte utnyttja sina fasta radio- och radaranläggningar. Om telefonnätet fungerar kan däremot viss radiotrafik upprätthållas över kustradiostationerna. Även lotsbåtarnas VHF och radar kan användas.

Järnvägstrafik

SJ/TGOJ utnyttjar dels el (drivström) för att driva tågen, dels el (hjälpström) för signaler, stationsbyggnader, verkstäder m m.

SJ får drivström genom eget nät på 58 platser i landet varvid den omformas till 16 kV och 16 2/3 Hz. Inmatningsspänning är 70-220 kV. Nätet är i viss mån maskat och det finns knutpunkter där alternativa vägar kan väljas för elförsörjningen. Varje bandel kan vanligen försörjas från minst två håll. Reservkraft för drivströmmen är av ekonomiska skäl utesluten. Reserv i form av diesellok finns i ett begränsat antal.

Hjälpström för drift av signaler, växlar, stationsbelysning m m erhålls med normal frekvens och lägre spänning. Lösningarna varierar. För hjälpströmmen finns prioriterad reserv så att tågdriften kan upprätthållas med reducerad fart om drivström (eller dieseldrift) finns.

Omformarstationer och driftcentraler har reservkraftaggregat.

Alla signaler vid vägövergångar har reservbatteri. Reserverna för signaler, växlar, stationsbelysning osv skall klara 8 timmars elavbrott per dygn vid normal tågfrekvens. Vid köbildning i spåren kan dock uthålligheten minska.

Storstörningen den 27 december fick omfattande konsekvenser för tågtrafiken. 39 av 58 st omformarstationer blev för kortare eller längre tid utan elenergitillförsel. De flesta avbrottsiderna låg mellan 30 minuter och 1 1/2 timme. Det längsta avbrottet drabbade omformarstationen i Åstorp, där avbrottet varade i drygt 3 timmar. Omfattande och i vissa fall långvariga förseningar uppstod härigenom i tågföringen.

En del av de följdskador som drabbade SJ berodde sannolikt på att den återvändande spänningen från kraftleverantörerna var för hög. I något fall har spänningsvariationer på mellan 7 och 8 kV konstaterats. I flera fall har likriktarna till stationsbatteriet icke hållit för denna spänningshöjning.

Vid ett långvarigt elavbrott måste passagerare och känsligt gods transporteras med exempelvis bussar och lastbilar. Godstransportkapaciteten med lastbilar är relativt god. Transportbehovet minskar bl a genom att en mängd aktiviteter samt viss varuproduktion avstannar.

Erfarenheterna från avbrottet är att inte alla reservanläggningar fungerade. Detta kan bli bero på svårigheter att regelbundet inspektera ett stort antal batterier utspridda över landet.

Kollektivtrafik

I Stockholm drabbades tunnelbanan av totalstopp. Efter drygt en halv timme evakuerades passagerarna till fots genom tunnlarna. Utrymningen tog 45 minuter. Stoppet varade på grund av olika följdstörningar längre för tunnelbanan än för de kringboende längs banan.

Stockholms tunnelbana har en uppbyggnad som påminner om SJs. Drivströmmen matas via ett antal 33 kV dubbelkablar och omformas till 700 V likström, vid ett stort antal likriktarstationer. Matning till varje likriktarstation kan ske från två håll. Reservkraftanläggning för drivströmmen saknas över huvud taget.

Tunnelbanestationerna förses med elkraft 380/220 V genom två separata servisledningar, normalt från olika nätstationer i det lokala nätet. Som reserv för detta system har samtliga underjordsstationer dieseldrivna reservkraftanläggningar. Denna reservkraft lämnar cirka 20 % belysning på plattformar och biljetthallar samt 30 % belysning i intill stationen belägna tunnelavsnitt.

Den äldsta delen av tunnelbanan kan ej drivas utan lågspänning från nätet. Detta innebär att denna del av tunnelbanan ej fungerar vid lokala elavbrott även om drivström finns tillgänglig. Reservkraft finns däremot för nödvändiga funktioner i nyare delar av banan så att viss drift kan upprätthållas.

2.2.3 Post, bank m m

Post- och bankkontor kan till viss del fungera utan el. Bankomaterna fungerade i allmänhet så fort den lokala strömförsörjningen fungerade. Många post- och bankkontor stängdes av säkerhetsskäl. Inför krig och liknande situationer finns en beredskap att göra sig oberoende av vissa datarutiner. Detta kan dock inte tillämpas utan vidare i en fredssituation.

De stora datasystemen inom betalningsförmedlingen har avbrottsfri re-

servkraft för de centrala delarna, i vissa fall enbart reserv för att undvika fel bokföring vid avbrottet. Många transaktioner per dator utfördes trots avbrottet.

Reservsystemen utgörs av batterireserv med en uthållighet på ca 10- 15 minuter. Om dieselaggregat finns, är uthålligheten i storleksordningen dygn. Konsekvenserna för betalningsförmedlingen vid elavbrott är beroende av om datasystemen kan fungera eller ej. Avgörande är sålunda om avbrottet är lokalt eller rikstäckande, om avbrottet drabbar datacentraler eller inte, liksom hur dataöverföringen fungerar. Den 27 december fungerade televerkets datanät utan problem.

För postgiroverksamheten och postens dataverksamhet finns avbrotsfri kraft i form av batterier och omformare för datorerna samt dieselaggregat för datorer och tillhörande luftkonditioneringsutrustning. Vid elavbrottet den 27 december 1983 startade dieselaggregaten för datorerna automatiskt och lämnade avsedd reservkraft. Av de tre dieselaggregaten, som är avsedda för luftkonditioneringen, startade endast två automatiskt. På grund av överbelastning stannade dessa två aggregat efter ca 15 minuter. Några långtgående konsekvenser av detta driftavbrott uppstod inte.

Utänför centrala Stockholm håller nu på att färdigställas en "back-up-hall" för postgirots verksamhet så att registreringen av olika transaktioner kan säkras. För den där befintliga utrustningen kommer avbrotsfri försörjning (15 minuter) och 8 st dieselaggregat a 250 kVA att installeras. Driften i dessa lokaler har startat successivt under våren 1984.

Postbehandlingen måste vid elavbrott i allmänhet avbrytas. Inom Tomtebodas postterminal finns ett dieselaggregat avsett endast för nödbelysning samt "back-up" för datorer.

För kassaverksamheten innebär ett elavbrott tre väsentliga problem, nämligen att belysning saknas, postkassamaskinerna inte fungerar (övergång till manuell hantering innebär att kundbetjäningen försämrats och medför ett avsevärt merarbete) samt att de säkerhetskrav som normalt ställs på verksamheten i en kassaexpedition blir svåra att leva upp till.

2.2.4 Hus, fastigheter, uppvärmning

Värme i enskilda fastigheter

Praktiskt taget all värmeförsörjning i enskilda fastigheter är beroende av el. Konsekvenserna av ett elavbrott i form av utkylning blir desamma oavsett uppvärmningssystem. Nästan alla vattenburna uppvärmningssystem behöver el till cirkulationspumparna och för reglering. Oljeeldade system behöver el för eventuell brännare. Effektbehovet är dock begränsat och väsentligt mindre än för elvärmda hus. Kortare avbrott i värmeförsörjningen påverkar inte husets temperatur nämnvärt. Tiden för bostädernas utkylning beror på husets värmekapacitet (hur tung stommen är), isolering och luftomsättning.

En undersökning¹ av utkylningsförloppet i olika typer av fastigheter och

¹ Uppvärmning av byggnader vid vissa krissituationer: Rapport av professor Folke Peterson, KTH

vid varierande väderlek har uppskattat att vid en utomhustemperatur på -20°C och en inomhustemperatur på $+21,5^{\circ}\text{C}$ vid ett avbrott så är tiden tills dess att inomhustemperaturen sjunkit till $+10^{\circ}\text{C}$ följande:

För flerfamiljshus

<i>tunga, mycket välisolerade</i>	<i>ca 48 timmar</i>
<i>tunga, välisolerade</i>	<i>ca 24 timmar</i>
<i>dåligt isolerade</i> <i>(byggda före 1960)</i>	<i>ca 14 timmar</i>

För villor byggda före 1960

<i>tunga, mycket välisolerade</i>	<i>ca 12 timmar</i>
<i>tunga, välisolerade</i>	<i>ca 8 timmar</i>
<i>dåligt isolerade</i>	<i>några timmar</i>

För villor byggda efter 1960

<i>tunga, mycket välisolerade</i>	<i>drygt 24 timmar</i>
<i>tunga, välisolerade</i>	<i>knapp 24 timmar</i>
<i>dåligt isolerade</i>	<i>ca 12 timmar</i>

Vid högre utomhustemperatur sjunker givetvis inomhustemperaturen betydligt långsammare.

Vid längre avbrott vid kall väderlek finns risk att delar av värmesystemet fryser med bestående skador som följd. Varmluftsbatterier är speciellt utsatta i detta avseende.

Den 27 december blev avbrottet för kort för att leda till allvarigare konsekvenser för byggnader. Vid längre elavbrott uppstår problem om inga reservmöjligheter finns.

Hissar och kodlås

Hissar utan reservkraft kan vid ett elavbrott stanna mellan våningarna. Erfarenheterna från den 27 december visar att det tog lång tid innan personal kunde manuellt föra hissen till närmaste våningsplan.

Problemet med hissar hänger bl a samman med hur larmfunktionen är utformad. Detta behandlas under 2.3.6.

Kodlås förekommer i allmänhet parallellt med konventionella lås. Nyckelöppning eller öppning inifrån kan i allmänhet ske. Svårigheter att passera utifrån kan uppstå om endast ett fåtal personer har nyckel. Kodlås kombinerade med behörighetskoder finns på vissa arbetsplatser. Fördröjningar att nå kontrollrum för att vidta nödvändiga åtgärder under avbrottet har rapporterats. Elmanövrerade portar ledde till problem på många håll.

2.2.5 Försörjning med livsmedel

Livsmedelsförsörjningen är i alla led känslig för längre elavbrott. Reservkraft saknas nästan helt. 1983 års livsmedelskommitté har gjort en detaljerad genomgång av livsmedelsförsörjningens sårbarhet där bl a elberoendet belyses.

Förvaringen av mat bygger i moderna hus helt på el. Kyl och fryser klarar

något dygn öppnade utan att maten blir hälsovådlig (i butiker får mat inte säljas om vissa temperaturgränser överskrids). Vålfyllda fryshus klarar ett månadslågt avbrott om de inte öppnas. Även matlagningen bygger i moderna hus på el. Indirekt kan matlagningen påverkas av ett antal elberoende faktorer t ex om vattenförsörjningen upphör.

2.2.6 Kommunalteknisk försörjning

Till den kommunaltekniska försörjningen hör distribution av el, vatten och fjärrvärme samt gas¹. Alla dessa verksamheter är som noterats känsliga för elavbrott. I tätorter kan många människor beröras om dessa verksamheter upphör att fungera. Det ställs därför stora krav på kommunerna att begränsa och lindra effekterna av driftsstörningar i de berörda systemen till följd av elavbrott.

Särskilt äldre, sjuka och handikappade människor har svårigheter att vara utan normal försörjning med el, vatten och värme ens kortare tider.

Vatten, avlopp

Många vatten- och avloppsverk har reservkraft. För dessa har inga rapporter redovisats om avgörande problem med vattenförsörjningen. Det är emellertid också vanligt att reservkraft saknas.

Följande exempel på konsekvenser är hämtat från Stockholmsområdet där reservkraften är så gott som obefintlig.

Vattenverken

Elavbrottet stoppade all vattenproduktion vid Norsborgs- och Lovöverket och varade i två resp tre timmar. Då avbrottet skedde under lågförbrukningstid räckte reservoarvolymerna till. Någon vädjan om vattenransonering i hushållen behövde aldrig verkställas, eftersom avbrottet enligt rapporter beräknades bli relativt kortvarigt. Uppstart efter avbrottet förlöpte enligt uppgjorda rutiner men med vissa svårigheter.

Ett elavbrott av denna storleksordning drabbar inte konsumenterna i nämnvärd omfattning. Återstående reserver var dock små.

Följande brytpunkter för vattenverken kan anges:

Vid elavbrott mindre än 1 timme gäller att avbrottsfri kraft matar datorer och elektronik. Inga problem med start av anläggningarna.

Efter 1 timmes drift stoppas datorer och elektronik automatiskt eftersom batteriuthålligheten är begränsad. Detta medför oftast att en del elektronikkomponenter går sönder. Planer finns att installera en liten dieseldriven generator för att via den avbrottsfria kraften kunna leverera effekt även vid långa kraftavbrott. Om elavbrottet varar högst 1 dygn uppstår inga ytterligare problem.

Så snart elkraften återkommit kan anläggningarna pumpa ut rent vatten inom mindre än 1/2 timme.

¹ I begreppet innefattas här sådana verksamheter även när de inte drivs i kommunal regi.

Vid elavbrott på 1-3 dygn uppstår kraftiga störningar i den biologiska reningen i långsamfiltren. Detta sker snabbare ju varmare vattnet är, efter ca 1 dygn vid högsta råvattentemperatur (ca 18°C) och efter ca 3 dygn vid lägsta råvattentemperatur (ca 0,5°C). Då elkraften återkommer kan vattenverken behöva tillgripa förhöjd klordosering för att kunna leverera ett vatten med tillräckligt god kvalitet som uppfyller myndigheternas krav. Produktionen kan ändå vara igång inom ca 1/2 timme.

Vid elavbrott på mer än 3 dygn upphör den biologiska reningen sannolikt helt. Då elkraften återkommer måste vattenverken tillgripa förhöjd klordosering för att kunna leverera vatten som uppfyller myndigheternas krav. Vissa delar av anläggningarna kan kräva renspolning före idrifttagning. Produktionen kan vara igång inom ca 2 timmar.

Vattenrörnätet

Samtliga tryckökningsstationer för renvatten stoppade och högt belägna hus blev utan vatten. Reservkraft saknas.

Samtliga reservoarer är försedda med reservkraft för manövrering av ventiler m m. Samtliga aggregat fungerade vid elavbrottet.

Följande brytpunkter kan anges:

Om reservoarnivåerna ligger i ett mellanläge dvs normal fyllnadsgrad, ca +56 m, gäller att det finns tillräckligt tryck vid ett elavbrott för att hålla vatten i praktiskt taget hela ledningsnätet. Övervakningarna i högt belägna hus blir dock utan vatten. Den centrala driftövervakningsanläggningen fungerar ej.

Med normal fyllnadsgrad i reservoarerna kommer vatten att finnas tillgängligt i ca 4 timmar. Under 4-timmarsperioden kommer fler och fler högt belägna hus att bli utan vatten. I huvudsak behålls dock ett övertryck i ledningsnätet.

Efter ca 4 timmar är reservoarerna tömda. Ledningsnätet töms snabbt och samtliga abonnenter blir utan vatten. Förorenat vatten läcker in i ledningarna, vilket får allvarliga konsekvenser under kommande veckor på grund av en omfattande förorening av rörnätet.

Avloppsrörnätet

Samtliga pumpstationer stoppade och orenat avloppsvatten bräddade till sjöar och vattendrag. Reservkraft saknas.

Följande brytpunkter kan anges:

Vid ett totalt strömavbrott stannar avloppspumpstationerna. Orenat avloppsvatten kommer att bräddas ut i sjöar och vattendrag. Konsekvenserna härav beror på årstiden. Sommartid kan ett stort antal strandbad snabbt bli starkt förorenade och oanvändbara genom bakteriologisk förorening.

Om vattenverken ej kan hållas igång avtar avloppsvattenmängden snabbt och utsläppen av orenat avloppsvatten begränsas. Om vattenverken däremot fortsätter att vara i drift kan betydande mängder avloppsvatten komma orenade ut i recipienterna.

Utsläppen av orenat avloppsvatten innebär även en belastning av recipienter med syretätande substans och näringsämnen. Effekten härav är

helt beroende på den aktuella recipientens kapacitet. Den mest känsliga perioden är sommaren.

Översvämning i fastigheter kan bli följderna där bräddavloppen vid avloppspumpstationerna inte är tillfredsställande ordnade.

Avloppsreningsverken

Elavbrottet stoppade all rening. Reservkraft saknas i samtliga avloppsreningsverk. Nödströmsaggregat finns för viss utrustning inkl nödbelysning enbart i det största av verken. Denna utrustning fungerade på avsett sätt.

Under elavbrottet bräddade¹ det inkommande spillvattnet till sjöar och vattendrag.

Återstart efter avbrottet förlöpte normalt och samtliga verk var i drift efter 2-3 timmar.

Följande brytpunkter kan anges:

Den omedelbara konsekvensen för avloppsreningsverken blir att vattentillförseln blir mycket liten och att merparten av avloppsvattnet bräddas via pumpstationer som står stilla och andra bräddmöjligheter på avloppsnätet. Troligtvis blir tillrinningen inte större än 10-15 % av normalbelastningen.

Med denna belastning som utgångspunkt för bedömningen av vad som händer vid elavbrott kan följande antas:

Ett elavbrott på 0-2 timmar medför inga kvarstående konsekvenser för verken.

Ett elavbrott på upp till 4 timmar torde inte heller medföra några kvarstående problem. En igångkörningstid på ca 1 dygn behövs dock för att all utrustning skall fungera tillfredsställande, inkl reningen.

Efter 8 timmar uppstår förmodligen störningar i processdelarna. Detta gäller framför allt de biologiska delarna av processen, där slammet förmodligen börjar att bli skadat. De ekonomiska konsekvenserna blir en något förhöjd driftkostnad på luftningssidan samt kostnader för en rätt omfattande arbetsinsats för att få igång anläggningarna.

Vid ett elavbrott på upp till 24 timmar eller mer torde hela den biologiska reningen ha kollapsat. Igångkörningsperioden blir så lång som upp till 14 dagar. Allt slam i anläggningen torde behöva pumpas bort på snabbaste sätt för att en ändamålsenlig drift skall kunna komma igång. Stora skador i form av igensatta rör torde ha uppstått, varför troligtvis hela rörutrustningen måste bytas.

Fjärrvärme

Centrala värmesystem är elberoende på samma sätt som individuell uppvärmning genom att el behövs för cirkulationspumpar i fastigheterna samt för värmeverkens hetvattenspumpar. I vissa fall produceras också värme med stora eldrivna värmepumpar. (Dessutom finns på många håll elpannor som dock i allmänhet är avkopplingsbara – de skall bara köras

¹ Brädda = kontrollerad avledning förbi anläggningen

när det finns tillräcklig effekt.) Vid elbortfall avbryts alltså värmeleveranserna. Efter längre tid (1 vecka) vid kall väderlek finns också risk att vissa delar av systemet fryser. Leverans av värme från värmeverket är enbart meningsfull då abonnenterna (eller åtminstone någon stor abonnent) har tillgång till el för att kunna ta emot värmen.

Störningen den 27 december medförde inte några större problem. Fastigheternas värmesystem blockerades av att regulatorerna stängt eller cirkulationspumparna stannat. Fjärrvärm nätet var fortfarande varmt och kunde omedelbart börja leverera värme sedan elmatningen kommit tillbaka.

För kraftvärmeverk ledde elavbrottet i de flesta fallen till att verket stoppade. I ett fall lyckades man gå över till obelastad sk husturbindrift, men då det inte fanns någon värmelast då värmeabbonenterna var strömlösa kunde verket inte heller köras för att producera el.

Stadsgas

Endast Stockholms gasverks leveranser diskuteras. Stockholm svarar i dag för över hälften av de totala leveranserna av stadsgas i landet.

Vid ett bortfall av elmatningen som är längre än delar av sekunder stannar gasproduktionsanläggningen. Så skedde i samband med decemberstörningen. Återstarten, baserad på reservkraftaggregat, tog ca 1 timma. Under tiden försörjdes gasnätet från gasklockorna, som ständigt skall kunna klara försörjningen under 5-6 timmar.

Anläggningen har god tillgång till reservkraft – full reserv för att kunna köra hela anläggningen med en dieselgenerator ur drift och utan matning utifrån. Några brytpunkter räknar man inte med att det skall finnas, utan gasleveranserna skall kunna upprätthållas obegränsad tid. Om man har ett mycket långt avbrott i både el- och fjärrvärmeförsörjningen, kan man räkna med att alla gasspisar kommer att användas för uppvärmning. Produktions- och distributionskapaciteten klarar i princip även så extremt höga leveranser – möjligen med en viss begränsning i tryck och därmed levererad gasmängd.

Naturgas

Den följande texten behandlar enbart Sydgassystemet. Detta ger dock en bild av vad som kan uppstå för olika naturgassystem.

Hela högtryckssystemet fungerar i princip normalt även vid elavbrott. Linjeventilerna kan dock ej stängas genom fjärrmanövrering. De kan givetvis stängas manuellt. (Observera att enligt säkerhetsbestämmelserna skall de öppnas manuellt.)

Kontrollstationen på Sydgas huvudkontor torde fungera som normalt, ty där finns reservverk som startar automatiskt vid elavbrott. (Nödvändigt för kontroll- och övervakningsdatorn.)

Mottagningsstationer är försedda med sk batterireserv, dvs vid elavbrott förses stationerna med el från ackumulatorer. Dessa klarar dock ej den förvärmning av gasen som normalt sker före trycksänkning för att undvika isbeläggning på lågtryckssidan.

För kunder med naturgasuppvärmning blir det stopp om den lokala cirkulationspumpen stoppas (allmänt för alla vattenburna uppvärmnings-system).

Sydgas avser att säkra leveranserna vid elavbrott genom att skaffa ett antal mobila dieselmotorsverk.

2.3 Funktioner av betydelse för att begränsa verkningarna av ett elavbrott

I detta avsnitt behandlas funktioner som har en ökad betydelse vid ett elavbrott, nämligen telenät, radiokommunikationer, lokal elproduktion och eldistribution, polis, larmsystem, vädertjänst (som är av betydelse för återuppbyggnadsförloppet främst i samband med stormstörningar) och miljöfarlig verksamhet.

Erfarenheten visar att om ett elavbrott varar mer än några minuter efterfrågar såväl allmänheten som olika beslutsfattare information om den rådande situationen.

Både radio- och telenät är betydelsefulla för att snabbt få ut riktig och tillräcklig information.

Radion har dessutom en nyckelroll genom att den minskar behovet av att söka information via telefon, telex osv.

2.3.1 Tele- och radionät

Som en följd av nätavbrottet den 27 december uppstod ett kraftigt ökat informationsbehov hos näringsliv, administration och allmänhet för att få klarhet om situationen och för att kunna bedöma följderna på bästa sätt. Den genomsnittliga telefontrafiken de närmaste 1-2 timmarna efter avbrottet bedöms ha varit ca 50% över den normala. Detta torde ha gällt telefonstationer för närmare 90 % av telefonabonenterna. Elavbrottets längd och tidpunkten på dygnet medverkade dock till att störningarna ur televerkets synpunkt kunde hållas på en mycket låg nivå.

Gemensamt för alla teletrustningar är att de under ett elavbrott måste elförsörjas från antingen stationära batterier eller reservverk för att kunna fungera. Televerkets automatiska telestationer är alltid utrustade med batterier och i vissa fall även reservverk.

Dessa är automatiskt startande och finns på ca 250 av landets 6 800 telestationer. Till stationer som har reservverk är anslutna dels ca 2,7 miljoner av landets ca 4,7 miljoner telefonabonenter, dels utrustningar för rikstrafik, data- och telextrafik m m. Även radiolänkstationer som ingår i nätet har reservverk.

För kundanläggningar gäller följande:

Kundväxlar med fler än ca 125 anknyningsnummer är i regel försedda med batterireserv.

Mindre telefonsystem och vissa specialapparatsystem med 25-125 anknyningsnummer är normalt batterilösa men kan på kundens önskemål förses med batterireserv.

De minsta telefonsystemen och specialapparatsystemen med upp till ca

30 anknytningar används ofta som underväxlar till större kundväxlar. De är normalt också batterilösa och kan inte förses med enkel typ av batterireserv utan måste anslutas till någon av kunden anordnad reserv för elnätet, t ex reservverk eller s k UPS-system för att fungera under elavbrott. Detta är alltså ett krav om kundens hela växelsystem måste fungera vid elnätsavbrott.

Nedan följer en sammanställning av televerkets erfarenheter av elavbrottet den 27 december, vilket med få undantag inte varade längre än att den installerade batterikapaciteten räckte till. Batterierna är alltså huvudsaken till att trafiken i telefonnätet med fåtaliga undantag kunde upprätthållas helt utan avbrott.

Av de uppskattningsvis ca 4 500 automatstationer som hade elavbrott har totalt bortfall av hela stationer rapporterats i endast 10 fall.

Av dessa 10 stationer var 7 belägna i områden där nätspänningen ännu efter mer än 6 timmar ej återkommit. Stationsbatterierna hade dessförinnan blivit helt urladdade. I ett enda fall har stationsbatteriet inte kunnat avge tillräcklig effekt i förhållande till trafikmängden. Detta inträffade samtidigt som reservverkets startbatteri var felaktigt. Totalt blev avbrottet 30 minuter långt.

Tillfälliga stationsblockeringar på grund av högtrafik uppträdde på olika håll. Hela 07-området stördes kraftigt av den blockering som orsakades av den starka ökningen av trafiken till 0710 (TT-nytt).

Ett antal spridda smärre störningar har noterats på andra håll. De beror på att vissa utrustningar gått ur funktion då de inte förberetts för inkoppling till reservkraft.

Rikstrafiken kunde upprätthållas i stort sett störningsfritt bortsett från att även här spärr tidvis erhöles på grund av högtrafik. Från Örebro rapporterades dock ett 30-45 minuter långt förstärkarfel. Vidare har vissa störningar uppträtt i växelspanningsmatad utrustning vid övergång mellan nät- och reservverksmatning.

Mobiltelefonväxeln (MTX) i Göteborg/Vidkärr drabbades av ett 1½ timme långt avbrott orsakat av massanrop från strömlösa basradiostationer. Från MTX i Stockholm har inte rapporterats någon störning. NMT¹-trafiken har varit kraftigt störd under nätavbrottet beroende på att basstationerna varit strömlösa i stor omfattning.

Telexnätet hade ett kort avbrott i Göteborg.

Datexnätet har enligt uppgift endast haft minimala störningar. Datakommunikationen mellan växlar fungerade.

Kundväxlar och andra batteriförsedda kundutrustningar har fungerat tillfredsställande. De störningar som förekommit har i många fall berott på otillräcklig kunskap hos kunderna. Risk för att en växel skulle ha stannat på grund av för hög temperatur vid ett längre elavbrott förelåg då en kunds elsystem saknade reservkraft för ventilation/kylning under elavbrottet.

Vid kundväxlar och andra kundsystem utan reservkraft blev funktionen starkt begränsad. Vid ett elavbrott är det nämligen endast s k nattkopplade anknytningar i de nyare växeltyperna som automatiskt ansluts till telenätet

¹ Nordisk mobiltelefon

och kan användas på normalt sätt. Detta var ofta förbisett av kunderna som heller inte alltid kände till vilka av anknötningarna som var utvalda till nattkoppling. Många kunder har upplevt dessa förhållanden som svåra och televerket har efter decemberavbrottet märkt ett ökat intresse för de batteriförsedda kundväxelperna.

I likhet med andra företag har televerket haft driftstopp på dataterminalarbetsplatser som ej haft avbrottsfri reservkraftmatning. Detta har lett till att det bl a varit svårt att dirigera personal och avhjälpa fel i samband med elavbrottet.

Följande iakttagelser som televerket gjorde vid elavbrottet är värda att särskilt redovisa:

- Stationsbatterierna har fungerat mycket bra. En hög driftsäkerhet har erbjudits i de fall deras underhåll inte varit försummat och de har anpassats till ökad stationsstorlek.
- Antalet noterade funktionsfel hos de stationära reservverkens kringutrustningar är högre än förväntat. Kvalitetskrav, utformningsprinciper och underhållssätt kommer att studeras närmare.
- Transportabla eller bärbara reservverk har använts i liten omfattning då elavbrottet på ett tidigt stadium inte bedömdes bli långvarigt.
- Speciellt i stora städer är det svårt att förflytta reservverken och personalen på grund av bl a trafikkaos. Osäkra/felaktiga rutiner, semester, ovana och dylikt är andra förhållanden som påverkar möjligheterna att snabbt få utrustningarna i drift. Övning av nödsituationer behövs.
- En del kyl- och ventilationsutrustningar och vissa teleutrustningar är ej reservkraftmatade, vilket bör övervägas. Detta gäller även lås- och larmsystem.
- I flera fall har behovet av förbättrat ledljus och nödljus uppmärksamats.
- Betydelsen av ett väl fungerande underhåll av televerkets elkraftutrustningar bekräftades.

2.3.2 Ljudradio- och TV-distribution

Televerket ansvarar för distribution av ljudradio- och TV-programmen över radiolänk och sändarnät. Sveriges Radios dotterbolag svarar för programproduktionen. Utsändningen av riksprogrammen sker nästan uteslutande från Stockholm. Regionala TV-program och lokalradio produceras och utsänds inom resp region. Det finns 6 TV-distrikt och 24 lokalradioområden.

I sändarnätet ingår ca 1 100 FM- och TV-sändare fördelade på ca 470 sändarstationer. Av dessa är 55 stora FM-, TV-stationer som tillsammans svarar praktiskt taget för landets hela befolkningstäckning. I distributionsnätet ingår också 125 radiolänkstationer för överföring av bild och ljud till sändarstationerna samt för programinsamling.

Endast ljudradiosändarna var i drift vid elavbrottet den 27 december 1983 och P1-, P2- och P3-programmen sändes över 168 större och 174 mindre FM-sändare.

I Helsingborg, Jönköping och Karlskrona slutade 9 större FM-sändare

att sända beroende av att stationerna saknade reservverk. De övriga 159 större FM-sändarna var i drift hela tiden, med undantag för kortare avbrott i samband med in- och urkoppling av reservkraften.

Av de 174 mindre FM-sändarna fanns 59 sändare inom områden som omfattades av elavbrottet. Av dessa var 14 i drift och övriga 45 sändare ur funktion beroende på att de saknade reservkraft.

Totalt beräknades att 300 000 - 400 000 personer inte kunde lyssna på rätt lokalradiostation vid elavbrottet. Emellertid bedöms att alla invånare i de drabbade områdena har haft möjlighet att ta emot något radioprogram t ex med hjälp av batteri- eller bilradio.

De större stationerna i Helsingborg, Jönköping och Karlskrona samt även några mindre har numera försetts med reservkraft, vilket resulterat i att antalet personer som ej kan ta emot rätt lokalradiosändning reducerats till ca 150 000 vid ett landsomfattande kraftavbrott.

Mobilsökningstjänsten (MBS) är ansluten till sändarnätet för P3 med reservväg över P1-nätet. MBS är rikstäckande. Vid sökningen används det allmänna telefonnätet samt växelutrustningar i Örebro och Stockholm. Växelutrustningarna och all utrustning för MBS-tjänsten på de större FM-, TV-stationerna har tillgång till reservkraft.

MBS är av stor betydelse vid elavbrott, eftersom jourpersonal av olika slag, bl a eldistributörerna, ofta använder MBS.

Radiolänknätet för distribution av program till sändarna samt för programinsamling var hela tiden i drift. All radiolänkutrustning elförsörjs från batterier och dessutom finns reservverk.

Drifterfarenheterna från elavbrottstillfället från stationer med reservverk var mycket goda. Endast ett reservverk av 80 st fungerade ej.

Televerket har omgående genomfört åtgärder enligt ovan med anledning av de erfarenheter som kom fram av elavbrottet. En fortsatt genomgång pågår för att förbättra elkraftförsörjningen för främst de mindre FM-stationerna.

2.3.3 Information via radio och TV

Radions utsändningar var den 27 december den vanligaste källan till information om elavbrottet.

Ett stort antal extra sändningar gjordes i lokalradion. Information lämnades också i riksradians tre kanaler.

Lokalradions roll för att vid sidan om riksradiation informera om elavbrottet har särskilt uppmärksammats av grupp C. God kännedom om lokala förhållanden samt möjligheten att snabbt få ut information har stor betydelse t ex för information från den lokala eldistributören till elanvändarna inom regionen.

Undersökningar har visat att en stor del av Sveriges befolkning har tillgång till batteridrivna radioapparater eller bilradiomottagare.

Möjligheten till TV-mottagning är däremot nästan obefintlig genom att TV-apparater och centralantennanläggningar är enbart nätdrivna.

Vid elavbrottet uppmärksammades också i vilken utsträckning programproduktion och utsändning kan pågå under ett omfattande elavbrott samt behovet av reservkraft för viktiga funktioner.

Riksradiön

Utsändningen av riksprogrammen P1, P2 och P3 från radiohuset i Stockholm fungerade utan störningar.

I Stockholm kan en del av produktionsresurserna hållas igång med reservkraft. Under elavbrottet fungerade reservkraften tillfredsställande. Av distrikten har endast produktionsresurserna i Göteborg tillgång till reservkraft.

Under elavbrottet var det inte möjligt att sända TT-nyheter och väderleksrapporter. Väderrapporteringen från SMHI passerar distriktskontoret i Norrköping, som saknar reservkraft och därmed uteblev rapporten. TT:s redaktion har begränsad tillgång till reservkraft och nyhetssändningarna kunde inte genomföras. (Enligt uppgift skulle det dock ha varit möjligt att sända per telefon.)

Lokalradiön

Samtliga huvudredaktioner har tillgång till enkel typ av reservkraftaggregat som dock måste manövreras manuellt. Detta innebär att det tar lång tid att ordna reservkraft beroende dels av elverkens placering och dels av om kompetent personal finns tillgänglig för start och inkoppling. I de flesta fall startades ej reservelverken därför att elavbrotten bedömdes bli kortvariga. Radio Göteborg drabbades av ett långt elavbrott.

Lokalredaktionerna saknar reservkraft. Detta gäller även de som har speciella larmuppdrag, t ex Varberg för klogasalarm i Väröbacka.

Lokalradiön genomförde ca 65 extrasändningar i samband med kraftavbrottet. Inom 18 lokalradioområden fungerade programdistributionen tillfredsställande medan sex områden hade problem att nå ut till lyssnarna, bl a beroende av att sändare saknade tillgång till reservkraft.

Störningar uppstod på lokalradiöns interna kommunikationssystem, abonnentväxlar, telex och teleprintrar vilket medförde svårigheter att hålla produktionen i gång. Telefonen användes som komplettering i programinsamlingsarbetet.

Televisionen

Elavbrottet inträffade då TV inte hade några sändningar. Då kvällssändningarna började, fungerade eldistributionen åter inom de flesta drabbade områdena. Däremot uppstod vissa störningar genom att redigering av program tidigare under dagen inte kunde ske så länge elavbrottet varade.

Reservkraft finns endast i Stockholm och Göteborg och omfattar i stort sett endast resurser för distribution av program (s k programavveckling).

2.3.4 Lokal elproduktion och eldistribution

Större tätorter drabbas sällan av elavbrott som omfattar hela tätorten. Efarenheterna av störningen den 27 december är därför speciellt intressanta.

I många kommuner finns kraftvärmeverk som kan producera el och/eller

värme. Normalt används de i första hand för värmeproduktion. Vid avbrottet den 27 december stannade huvuddelen av dessa verk. Endast ett fåtal gick över i husturbindrift. Återstart kräver el från nätet eller reservkraft.

Dessa anläggningar kan vara av intresse i lägen då det finns brist på produktionsresurser. Det är emellertid svårt att bygga upp isolerade elsystem utan förbindelse med omgivande nät (se A-gruppens rapport). Där emot kan den lokala produktionen hjälpa ett svagt nät.

Vissa större transformatorstationer kunde inte spänningssättas vid återstart den 27 december, därför att lokal elförsörjning saknades för stationens drift. Batteriernas uthållighet är begränsad. Reservverk i dessa stationer kan vara av värde vid längre avbrott.

2.3.5 Polis

Polisdistriktet har reservkraft av växlande omfattning och kvalitet. Åtminstone två funktioner bör kunna upprätthållas vid elavbrott dels kommunikationer, dels belysning, lås m m i arrestlokaler. Erfarenheterna från störningen den 27 december varierar från olika polisdistrikt. Behov av översyn av reservaggregaten och utveckling av rutiner för elavbrott har anmälts.

2.3.6 Larmsystem

Enskilda och företag kan vara beroende av larm i en mängd olika situationer. Det gäller exempelvis driftlarm för obemannade anläggningar, lantbruk m fl. Larmets syfte kan vara att tillkalla personal vid vissa händelser, varav en kan vara strömlöshet. En annan typ av larm, nämligen trygghetslarm, ersätter kontinuerlig personlig övervakning både inom sjukvårdsinrättningar och vid vård i hemmet.

Larmsystemen är främst beroende av att telenätet fungerar. Stor risk för överbelastning av detta nät föreligger emellertid vid alla typer av onormala händelser. Det är därför väsentligt att telekommunikationerna för dessa abonnenter fungerar. Några incidenter har ej rapporterats. Behovet av att öka uthålligheten är förmodligen begränsat, eftersom andra lösningar kan behöva tas till vid långa elavbrott.

Vissa larm löses ut vid strömlöshet, exempelvis brandlarm. Batteri används för att motverka detta, men kan vara av dålig kvalitet så att falsklarm ändå sker. Problem uppstod i samband med storstörningen med att skilja riktiga larm från falska larm.

Ett stort antal hissar stannar vid elavbrott mellan våningarna. Detta leder till ett stort antal hisslarm. Erfarenheterna visar, att antalet montörer inte räcker till. De kan också få svårigheter att nå nödställda genom att nödvändig kommunikation via televerkets nät kan vara begränsad då nätet är överbelastat. Väntetider i hissar kan bli långa. I vissa fall har prioritering tillgripits — endast barn och gamla "räddades" i vissa områden i Storstockholm den 27 december innan strömmen kom tillbaka efter som mest några timmar. Det finns också fastigheter där larm från hissar inte automatiskt vidarekopplas. Man är då beroende av att någon i huset observerar att någon är instängd.

Länsalarmeringscentralerna blev överbelastade, eftersom det utöver larm av olika slag gjordes ett stort antal förfrågningar från allmänheten till 90 000-numret. Vid en störstörning kan man inte som annars föra över en del larm till angränsande central. Länsalarmeringscentralerna har reservkraft för datorer osv. Dessa fungerade.

2.3.7 Vädertjänst

Följande verksamhet vid SMHI är beroende av en fungerande elförsörjning:

- Datacentralen i Norrköping
- Televerksamheten (förbindelsenät)
- Insamlingen av observationsdata från automatstationer.

Vid elavbrottet den 27 december automatstartade omedelbart det reservkraftverk som försörjer datacentralen, teleavdelningen och vädertjänstens prognoscentral med elkraft. Starttiden är 12 sekunder. Ett driftavbrott uppstod ändå i huvuddatorn. Elavbrottet inträffade vid en tidpunkt då inga operationella rutiner körs, varför den tid på 1,5 timmar som huvuddatorn var ur drift ej orsakade några nämnvärda problem.

Om avbrottet inträffat exempelvis kl 15.00 hade starkt tidsbundna produkter blivit 1,5 timmar försenade.

Övriga verksamheter kunde startas omedelbart efter det att reservkraftverket kommit igång.

Både terminalen för telegramförmedling och telefaxutrustningarna matas vid elavbrott från samma reservkraft som datacentralen (se ovan).

Insamlingsdatorn har ej reservkraft och "gick ner" under elavbrottet (ca 1 timme). Svårigheter vid återstart medförde driftstörningar.

2.3.8 Miljöfarlig verksamhet

I industrin och vid andra stora anläggningar kan bortfall av el sätta skyddsfunktioner för personer och miljö ur spel. Därför finns reservsystem som skall fungera trots elavbrott och andra störningar. Deras uthållighet är emellertid begränsad. Dessutom finns exempel på att indirekta elberoenden begränsar uthålligheten. För vissa typer av miljörisker saknas skyddssystem – jämför uppgiften tidigare att ett ca dygnslågt elavbrott leder till att den biologiska processen i avloppsreningsverk slås ut för ca 14 dagar, vilket i vissa fall kan leda till badförbud i kanske en badsäsong.

2.4 Funktioner där elavbrott kan leda till stora kostnader i form av produktionsbortfall och kapitalförstöring

2.4.1 Industri

Industriförbundet har samlat in erfarenheter från elavbrottet den 27 december 1983. Elavbrottet inträffade under mellandagarna efter jul och

därmed vid en "gynnsam" tidpunkt för industrin, eftersom flera företag stod stilla och genomförde planerade översyner och underhåll. Ett elavbrott som inträffat någon vecka senare hade medfört betydligt mer omfattande konsekvenser och avsevärt högre kostnader. Den totala kostnaden för industrin uppgick till drygt 100 milj kr.

Konsekvenserna av elavbrottet varierar mellan företag och mellan branscher. Konsekvenserna beskrivs i det följande branschvis. Vissa gemensamma drag för industrin som helhet kan noteras.

Reservkraft för att hålla produktionen igång vid ett elavbrott finns som regel inte. Effektbehoven är normalt så stora att det inte är ekonomiskt rimligt. Reservkraft i sådan omfattning att nödkylning etc kan upprätthållas och skador undvikas i samband med elavbrott finns t ex i form av dieseldrivna elverk. Dessa säkerhetssystem ses regelbundet över mot bakgrund av de vanligen mycket kortvariga elavbrott som bl a till följd av åska inträffar någon gång per år. Större avbrottskänsliga industrier har i allmänhet matning på hög spänningsnivå. För dessa företag saknades i allmänhet erfarenheter av elavbrott av den varaktighet som uppstod den 27 december. På sina håll har behov av ytterligare modifieringar i säkerhetssystemen identifierats. Dessa vidtas också nu. Det har också framförts krav på att elleverantören skall prioritera leverans av begränsade effekter till avbrottskänsliga industrier.

Av utomordentligt stor betydelse för industrin i samband med elavbrott är att informationen från elleverantören fungerar väl. Viktigast är att snabbt få information om elavbrottets beräknade längd. Det är en förutsättning för att företagen skall kunna bilda sig en uppfattning om lämpliga åtgärder som bör vidtas. Det är viktigt att uppgiften om avbrottets beräknade varaktighet är realistisk.

Massa- och pappersindustrin

Norrlandsanläggningarna undgick med några undantag elavbrott och därmed driftstopp. Däremot drabbades så gott som samtliga i drift varande anläggningar i mellersta och södra Sverige av störningar av varierande längd och svårighetsgrad.

De ekonomiska förlusterna blev omfattande för massa- och pappersföretagen som helhet. De har uppskattats till 6-7 milj kr i förlorat täckningsbidrag. Hade även Norrlandsanläggningarna drabbats hade förlusterna blivit väsentligt större.

Konsekvenserna begränsades av att flera stora tillverkare genomförde planerade översyner under jul- och nyårshelgerna. Många fabriker stod därför stilla eller höll på att starta när avbrottet inträffade. Ytterligare några kunde tidigarelägga planerade stopp. I ett mer ogynnsamt läge skulle det ekonomiska bortfallet flerdubblas.

De uppkomna produktionsförlusterna har inte kunnat återtas vid någon anläggning. Försäkringar täcker normalt inte produktionsbortfall vid relativt korta stopp av den typ som elavbrottet förorsakade. Några företag har försäkringar som ersätter förluster efter 7 dygns stopp.

Konsekvenserna av en spänningssänkning under bråkdelen av en sekund kan i vissa fall bli desamma som vid ett längre elavbrott. Generellt

kan dock sägas att svårigheterna vid omstart ökar med avbrottets längd. Normala starttider för en pappersmaskin efter elavbrott varierar mellan 1 och 10 timmar. En massafabrik berörs vanligen mindre av elavbrott och är lättare att starta igen förutsatt att sodapannan ej måste stoppas. Tiden för att omstarta en sodapanna kan uppgå till mellan 12 och 24 timmar. Om kokarna omgående stängs av, förstörs som regel ej massan, men kvaliteten försämras. Rörledningar och pumpar sätter lätt igen efter 5-6 timmar och måste rengöras.

I pappersbruken kan filter och viror skadas/förstöras vid plötsliga stopp och drivmotorer på valsar m m skadas. Igångkörningen, efter ofrånkomlig rengöring av hela maskinen, kan bli tidsödande om motorfel måste sökas och maskindrifterna synkroniseras. I ett fall har återstartproblem i fabriken datorstyrning rapporterats.

Reservkraft finns inte, i den mening att verksamheten kan fortsätta opåverkad vid ett bortfall av den normala eltillförseln. I åtskilliga fabriker finns dock dieselturbiner för drift av nödbelysning, vissa ventilationsfläktar etc. Denna reservkraft underhålls och kontrolleras regelbundet.

Vid så gott som samtliga fabriksenheter ingår mottrycksturbiner som en del av processutrustningen. Turbinerna täcker oftast endast en del av fabriken effektbehov. Vid ett elavbrott kan de utnyttjas för att driva viktigare avdelningar. Två fabriksenheter är helt försörjda med elkraft från mottryck och berördes därför inte av elavbrottet. Många mottrycksanläggningar var av ekonomiska skäl inte i drift eller kördes inte på full effekt den 27 december. Uppstart av ett mottrycksaggregat tar ca 2 timmar. Dessutom krävs i många fall startkraft. Eftersom stoppet vid flera anläggningar varade kortare tid startades inga stillastående turbiner.

Vid flertalet fabriksenheter sker en prioritering av elnäten. Systemen varierar från fabrik till fabrik men i regel är ångcentralen den högst prioriterade enheten.

De stora förbrukarna har rutinmässigt kontakt med elleverantören. Dessa kontakter tycks ha upprätthållits även vid detta tillfälle och företagen erhöll uppgifter om orsaken till avbrottet relativt omgående. Mindre förbrukare fick informationen via radio.

Järn- och stålindustrin

Vid en störning i elförsörjningen av den omfattning som inträffade den 27 december 1983 är det främst de järnverk som hanterar smält material som får bekymmer. Av Sveriges ca 50 företag inom Järnbruksförbundets avtalsområde är det 18 enheter som är råjärns- och/eller stålframställare.

De ekonomiska förlusterna för branschen har i runda tal uppskattats till ca 10 milj kr.

Den tonnagemässigt största produktionsenheten, SSAB i Luleå, drabbades inte alls denna gång. Däremot drabbades enheten mycket hårt i januari 1979, då verket stod stilla ca 6 timmar. Vid avbrottsstillfället rådde extrem kyla. Den gången stannade masugnarnas blåsmaskiner, som levererar ca 150 000 resp. 100 000 m³ blästerluft/timme. Övertrycket i masugnen försvann och beskickningen, en 20 m hög pelare av mer än 1 000 m³ av växelvis malmpellets och koks dunsade ner i smältan av slag och därin-

der råjärn. Slagg och råjärn stänkte upp och täppte igen formarna, som blästerluften blåser in genom. Efter stora ansträngningar i mörker och kyla lyckades man öppna några av formarna, så att ugnsgången och därmed fortsatt produktion kunde räddas – men det tog ca 3 veckor innan ugnen var i fortfarighetstillstånd igen. Hade ugnen "gått kall" skulle det ha tagit minst 2 månader innan man hade kunnat producera råjärn igen.

Bergslagsdistriktet, från Sandviken över till Värmlandsbruken, där merparten av stålverken ligger, drabbades av elavbrottet. Det varade mellan några minuter och upp till 1,5 timmar. Större anläggningar stod för översyn under mellandagarna vilket begränsade konsekvenserna.

Lindrigast kom SSAB i Domnarvet undan, eftersom stoppet varade bara ca 2 minuter och alla tunga enheter, varmbandsvalsverk, kallbandsvalsverk och den kontinuerliga glödningsanläggningen stod stilla. Vattenturbindrivna kylvattenpumpar klarade kylvattenbehovet under stoppet. Syrgasverket måste dock startas om, vilket tog 5-6 timmar.

I Avesta drabbades både ljusbågsugn, syrgaskonverter och stränggjutningsanläggning. Avbrottstiden varade i ca 15 minuter. Smältning pågick i ljusbågsugnen liksom blåsing i AOD-konverttern och gjutning i stränggjutningsmaskinen. AOD-chargen klarades med Ar-N- bubbling tills spänningen kom tillbaka. Vid stränggjutningen gick ca 20 ton förlorade i strängen och resten fick nödtappas i kokill. Kallbandverket blev stående 1,5 timme. Detta var fullbelagt på treskift mer än fyra månader framöver och produktionsförlusten kan knappast tas igen.

I Hofors och Smedjebacken blev ljusbågsugnarna stående 1,5 timme trots att verken i övrigt fick spänning tillbaka efter endast en kvarts timme. Orsakerna till detta var i Smedjebacken, att en obemannad transformatorstation löste ut och i Hofors, att man inte tilläts starta tidigare på grund av alltför stort effektbehov. Produktionsbortfallet på ca 75 ton går inte att ta igen då man redan kör kontinuerligt femskift.

Söder om Stockholm finns endast tre stålverk med smältugnar. Dessa drabbades emellertid hårdast av samtliga.

I Oxelösund varade totalstoppet i 33 minuter. Stålverket blev stående i 36 timmar. Gjutning pågick i den ena av stränggjutningsmaskinerna. Den gjutna strängen frös och måste skäras bort. Betydande skador uppstod på stränggjutningsmaskinens utlöpningsdel. Huruvida hettan har skadat rullarna eller ej får man kannedom om först efter en viss drifttid. Översvämningssproblem uppstod på grund av svårigheter att pumpa bort kylvatten. Grovplåtsvalsverket blev stående i sju timmar, då de svalnade ämnena i ugnarna måste värmas upp på nytt före valsning. Syrgasverket kunde startas direkt efter det att spänningen kommit tillbaka, likaså all regleringsutrustning. Masugnsdriften räddades utan störningar genom att blåsmaskinerna är ångturbindrivna samt att kylvattenpumparna kunde hållas i gång med ett dieseldrivet reservverk.

För att minska explosionsrisken i masugnen fanns ett överhängande behov av kvävgas. Produktionen kunde dock starta i tid.

Start av syrgasverket – som är mycket effektkrävande – skedde dock innan kontakt kunnat etableras med eldistributören. Detta bedömdes som mycket otillfredsställande. Koksverket måste stoppas och alla ugnar öppnas. Dessa kunde startas efter två timmars stopp. De totala produktions-

förlusterna är uppskattade till mer än 500 ton färdig grovplåt. Värdet av produktionsbortfall och erforderliga reparationer för främst stränggjutningsmaskinen har uppskattats till närmare 2 milj kr.

Halmstad Järnverk fick vänta i drygt 8 timmar på full effekt. När stoppet kom hängde en skänk med 50 ton flytande stål i traversen. Först efter 4 timmar fick man så mycket effekt inkopplad att man kunde ta ner skänken och med betydande svårigheter tömma stålet på golvet.

Järnverken, speciellt de skrotbaserade med större ljusbågsugnar, representerar så stora abonnerade effekter, att de i vissa fall blir sist eller mycket sent inkopplade, när kraftleverantören skall bygga upp nätet igen efter ett totalt spänningsbortfall. För verk som saknar reservverk kan detta leda till att stålugnar med färdiga charger inte kan tappas, skänkar med smält material blir hängande i traverser etc, medförande risker för personal och utrustning och för stora ekonomiska förluster.

Dessa företag har därför via Industriförbundet framfört förslag om att företag med stora effektabonnemang i kraftavtalen bör få med en klausul om leverans av en "minimieffekt" som är tillräcklig för att avhjälpa rena nödsituationer enligt ovan.

En annan möjlighet skulle kunna vara att företagen byggde ut sin reservkraft för att kunna klara åtminstone de flesta sådana situationer.

Kemisk industri

Hårdast av alla industribranscher drabbades troligen den kemiska industrin av elavbrottet. För tio företag inom raffinaderi, petrokemi och kemisk industri har kostnaderna för stoppet beräknats till drygt 24 milj kr. Den största kostnaden faller på Essos cracker i Stenungsund med 9 milj kr. Hårt drabbades också KemaNord, Stenungsund, Scanraff, Shell och Unifos. Kostnaderna för hela den kemiska industrin har uppskattats till mellan 40 och 45 milj kr.

Kemisk industri är extremt beroende av kontinuerlig elförsörjning utan korta eller långa avbrott. Detta sammanhänger med att denna industri till stor del är en processindustri som måste köras kontinuerligt dygnet runt, söndag som vardag.

Den tid som erfordras för återstart och för att komma upp i full produktion efter ett elstopp varierar med stoppets längd och även i stor utsträckning mellan de olika kemiska processerna. Extremt lång återstarttid kan under olyckliga omständigheter fås i vissa processer som vinylkloridprocessen (VCM) där elstopp kan orsaka igensättningar i rör vilket kan medföra att rören måste demonteras och rengöras. VCM kan ibland kräva en återstarttid på närmare en vecka.

Den elektrotermiska produktionen av ferrolegeringar, kisel och karbid, som sker i stora elektriska ugnar är mindre känslig för elstopp än den petrokemiska industrin. Stora skador kan dock uppstå redan efter ett par minuter om nödkraftsystem och kylning ej skulle fungera vid ett elstopp. Elektrobackar och kylslangar brinner upp på grund av överhettning. Vid längre elavbrott finns risk för igengroning av ugnen vilket medför att ugnens innehåll måste spettas ur. Risken för elektrodbrott ökar också vid igångkörning om smältan i ugnen börjar kallna.

De petrokemiska anläggningarna är extremt känsliga för även mycket korta elavbrott. Elavbrott som är så korta att de beskrivs i millisekunder, kan orsaka stopp och stora svårigheter att åter nå full drift. Esso-crackern kan få problem redan vid ett stopp på 0,5 sekunder. Unifos' polyetentillverkning är känslig för de kortvariga spänningssänkningar som kan orsakas av åska och saltbeläggning. Sådana störningar har vanligen en varaktighet mindre än 100 millisekunder och medför då ingen störning i anläggningen. Om sådana spänningssänkningar är djupa och flerfasiga och varar mer än 120 millisekunder är dock sannolikheten stor för produktionsstopp.

Här liksom i den övriga processindustrin är det inte ekonomiskt rimligt att hålla reservkraft för full produktion. Reservkraft för att upprätthålla nödkylning etc måste dock finnas. De flesta reservaggregaten är dieselmaskiner under 1 MW. Reservkraftverken underhålls och driftprovas ofta och är som regel i gott skick. Uppskattningsvis en på fem anläggningar har reservkraft av typen mottrycksaggregat och då som regel av storleksordningen 3-6 MW.

Den kemiska industrin drabbas mycket hårt redan vid mycket korta avbrott. Ungefär två tredjedelar av företagen får omedelbart produktionssvårigheter som leder till extra kostnader. Ca 20 % av företagen kan acceptera några minuters stopp.

Övervägande delen av företagen inom kemisektorn anser att informationen vid elavbrottet den 27 december fungerade dåligt eller var obefintlig. I flera fall hindrades kontakten med elleverantören av blockerade telelinjer.

Den kemiska industrin anser det angeläget att pröva möjligheten att sektionera förbrukningen av elkraft så att störningskänslig industri, framför allt processindustrin, prioriteras framför hushållsförbrukningen vid elavbrott.

Vissa orter, bl a Göteborg, får värme till fjärrvärmenätet via spillvärme från närbelägna industrier. I Göteborg rör det sig om den mycket känsliga petrokemiska industrin. I sådana fall finns alltid alternativa anläggningar för produktion av hetvatten.

Verkstadsindustrin

Inom verkstadsindustrin är problemen vid ett elavbrott likartade de som beskrivits för de övriga branscherna. Skillnaden är dock att företagen inte löper samma risk att få maskiner och annan utrustning skadade.

Förlusterna koncentreras till extra lönekostnader och kassationer av produkter under tillverkning. Trots detta har produktionsbortfallet uppskattats till ca 40 milj kr för branschen som helhet.

Elavbrott är särskilt besvärande för robotar. Bryts strömmen till deras styrsystem börjar roboten arbeta från 0-läge när kraften återkommer. Detta orsakar ofta svåra driftstörningar.

Vid Volvo Torslanda varade elavbrottet i drygt 1 timme. Datorerna utgör i sådana situationer flaskhalsar och medför att efter endast 1 sekunds elavbrott stoppas produktionen. Ett 10 minuter stopp medför produktionsstörningar i ca 1 timme. Det interna elnätet är indelat i en "lugn" och en "orolig" del för att ett avbrotts omfattning skall begränsas. De totala kostnaderna den 27 december belöpte på ca 3 milj kr för Volvo Torslanda.

Kritik riktades även från denna bransch mot bristen på information i samband med elavbrottet.

2.4.2 Datorer

Konsultföretaget INFOSEC PROSAB AB har på kommissionens uppdrag gjort en enkät bland Riksdataförbundets medlemmar. 121 myndigheter/företag har svarat på enkäten. Riksdataförbundet är en sammanslutning av främst större datoranvändande företag och myndigheter. 30 % av de svarande har t ex datoravdelningar med mer än 100 anställda.

Olika verksamhetsområden finns representerade i Riksdataförbundet såsom finansiell- och ekonomisk verksamhet, industri- och verkstadsverksamhet, försäkringsverksamhet, konsultföretag med datorverksamhet, statliga och privata servicebyråer, statliga myndigheter och affärsverk, samt kommuner med ADB-verksamhet.

Endast sju företag har skyddat sig mot elavbrott på mer än några minuter genom att installera avbrottsfri reservkraft kompletterad med diesellagregat. Dessa företag finns företrädesvis inom verksamhet som huvudsakligen har till uppgift att hantera likvida medel.

Elavbrottet var relativt kort och medelvärde för de företag/myndigheter som drabbades av ett datoravbrott var mindre än 3 timmar.

Det behövdes i genomsnitt 52 minuter för de företag/myndigheter som drabbades av datorstopp att komma igång efter elavbrottet. Det finns dock exempel på företag med betydligt längre avbrottsstider. Detta pekar på att fler företag än idag kan ha behov av någon typ av reservkraft.

Flera företag framhöll att elavbrottets stora omfattning minskade trycket på datorbehandlingen. Kunderna förutsatte inte att datorverksamheten skulle kunna fungera. Kostnaderna för de flesta företagen bedöms som försumbara eller lindriga.

Ett fåtal enskilda företag har upplevt negativa konsekvenser, t ex att viktiga mätdata har fallit bort. Mycket känsliga datorberoende verksamheter, t ex banker, har ofta reservkraft installerad för att undvika att lokala elavbrott stoppar den centrala datorbearbetningen, vilket i så fall bl a skulle drabba bankkontor i hela landet. 9 av 10 företag som drabbades av elavbrottet fick även avbrott i datorverksamheten. 3 av 4 företag fick ett datorstopp som utsträckte sig utöver elavbrottet. Datoravbrottet kom vid en gynnsam tidpunkt. Flera företag/myndigheter har inte haft någon "bråd tid" vid tidpunkten. Många anställda hade semester och företagen hade en låg produktionsnivå.

Konsekvenserna blev lindriga därför att elavbrottet var allmänt och elavbrottets allomfattning medförde stor tolerans från kunder. Det är helt annorlunda i situationer där anledningen till ett datorstopp inte är känt för en kund. I dessa fall kan kunder rikta ekonomiska anspråk med anledning av att planerat arbete ej kan utföras.

Anmärkningsvärt är att så många företag som drabbades hårt av elavbrottet inte finner det motiverat att skaffa reservkraft för att kunna fortsätta datordriften.

Flera företag anser att antalet korta avbrott och spänningsstörningar har ökat under senare år. Man framhåller detta som ett allvarigare problem än

avbrott av den mycket sällsynta typ som förekom den 27 december.

Företagen uppskattar att de kan klara ett tänkt lokalt avbrott på ett dygn, medan de negativa konsekvenserna stiger brant därefter. Svåra ackumulerande effekter kan uppstå, vilket kan medföra långa produktionsstörningar.

Elavbrottet/datoravbrottet den 27 december 1983 var emellertid för kort för att man skulle kunna dra några säkra slutsatser om vad som händer vid längre avbrott.

Några företag påpekar hur viktigt det är att planerade elavbrott annonseras i god tid.

Flera företag/myndigheter har uppgett att tredje man drabbades i form av försämrad service.

Företag/myndigheter som huvudsakligen hanterar likvida medel har installerat avbrottsfri reservkraft på åtminstone den centrala datorutrustningen.

Några har upplevt allvarliga negativa konsekvenser inom arbetsmiljöområdet.

2.4.3 Handel

Huvuddelen av detaljhandeln kan fungera utan el. Många gånger väljer man emellertid att stänga, särskilt gäller detta stora butiker.

Det kan bero på att belysning saknas, att kassor, elektroniska stöldskyddssystem och överfallslarm inte fungerar.

Ett annat skäl är att kassahanteringen utan de moderna kassorna leder till manuellt efterarbete av stor omfattning. Det blir för många stora butiker billigare att stänga.

Möjligheterna att rädda kylda och frysta livsmedel ökar om butiken stängs.

Den 27 december är för delar av handeln, speciellt varuhusen, en av de omsättningsmässigt största dagarna på året. Förlusten blev därför för dessa betydande.

2.4.4 Jordbruk

LRF arbetar på en kartläggning av konsekvenserna av olika långa elavbrott. De erfarenheter man har i dag ligger till grund för redovisningen nedan. Av Sveriges 113 000 lantbruk har mellan 1 000 och 2 000 reservverk. Reservkraftläget redovisas i kapitel 7.

Lantbruket är i hög grad elberoende. Elavbrott orsakar merarbete framför allt med framtagning av foder och vatten samt utgödsling i djurbesättningar. I många besättningar är framtagningen av foder och vatten helt elberoende. Elavbrotten orsakar även produktionsbortfall som vid längre avbrott blir bestående. I anläggningar med viss animalieproduktion (stora ägg-, slaktkyckling- och slaktsvinsstallar) måste åtgärder snabbt vidtagas för att hindra att djuren dör på grund av utebliven ventilation. Det betyder att reservel vid dessa anläggningar i många fall är nödvändig. Vid längre elavbrott under skördeperioden för hö och spannmål kan resultatet bli totalförstört foder samt t o m självantändning och brand.

Brytpunkter:

Kostnaden för korta avbrott blir måttlig. Vid längre avbrott stiger kostnaden mycket snabbt på grund av bestående konsekvenser. Avbrotten medför stora manuella extrainsatser. I krigstid finns inga sådana möjligheter varför produktionen då kommer att slås ut mycket snabbt om inte reservkraft finns tillgänglig.

Mjolkproduktion

En ko med juvret fullt av mjölk som inte mjölkas utsätts för smärtreaktioner och mjölkbildningen tillbakasätts. Detta blir mer uttalat ju längre tid som förflyter. Redan efter ett par timmar påverkas dagsavkastningen. Vid avbrott längre än ett halvt till ett dygn uppkommer en bestående produktionssänkning. Mjölkkor i sent laktationsstadium tvångssinas. Kor i tidigare laktationsstadium återfår till viss del sin mjölkproduktion när mjölkningen återupptas. Återupprepade avbrott förvärrar konsekvenserna avsevärt.

Risken för mastiter (juverinflammation) ökar också i motsvarande grad framför allt hos kor med subkliniska mastiter (vilket förekommer hos ca 30 % av mjölkkorna). En akut mastit medför en kostnad på ca 2 000 kr.

Vid anläggningar utan reservel är det lämpligt att vid längre avbrott ordna vakuumsörjning för att kunna mjölka med spannmaskin. Handmjölkning är inte praktiskt möjligt i besättningar med mer än 7-8 kor. Den på detta sätt tillvaratagna mjölken måste i stort sett anses tillspillogiven eftersom mjölkkylningen är eldriven.

Vattenförsörjningen blir snabbt ett problem eftersom en ko dricker ca 70 liter/dygn.

Svinproduktion

De flesta slaktsvinstallar har fläktventilation. Vid avbrott på mer än ett par timmar uppstår kvävningsrisk i stora besättningar där nödventilation inte kan ordnas. Under ogynnsamma förhållanden (väder etc) kan massdöd uppkomma. Problem med distribution av vatten, foder och utgödsling börjar uppträda efter ett halvt dygn.

I smågrisproduktionen kan utebliven värmestillsättning via värmelampor leda till att smågrisarna fryser ihjäl.

Fjäderfä

Merparten av ägg- och slaktkycklingproduktionen sker i stora enheter. Kritiska faktorer är värme, ventilation, vatten- och foderförsörjning. Vid längre avbrott i elförsörjningen än en kvart till en halv timme kan massdöd uppkomma.

Övrig animalieproduktion

I nötköttproduktion orsakar avbrotten merarbete för vatten- och foderförsörjning samt för utgödsling. Viss risk för lunginflammation kan uppträda hos småkalvar vintertid. I övrigt är problemen små.

Skörd av grovfoder och spannmål

Inomgårdshanteringen och konserveringen av hö, spannmål, oljeväxter och i vissa fall ensilage är elberoende. Elavbrott under skördeperioden betyder skördeförluster och sämre kvalitet. Spannmål och hö som redan bärgats men inte torkats förstörs helt eller delvis vid avbrott överstigande ett halvt till ett dygn. Otorkat hö kan självantända.

Trädgårdsnäringen

Vid kall väderlek blir växthusen snabbt utkylda och växterna fryser. Vid varmt väder blir vattenförsörjningen kritisk (kanske efter ett halvt dygn). På grund av produktionens känslighet har reservverk anskaffats i stor utsträckning.

2.5 Brytpunkter beträffande känslighet

Som framgår av redovisningen varierar känsligheten för elavbrott starkt. I tabell 2:1 exemplifieras känsligheten för några olika funktioner.

Tabell 2:1 Känslighet för elavbrott för olika funktioner (utan prioritering)

Tid	Funktion	Konsekvens
1 sekund	Magnetkranar Flygledning Operationsbelysning Datorer	Gods kan falla ner. Flygsäkerheten kan äventyras. Systemet stannar och information kan förloras.
1 minut 10-15 minuter	Processindustri Intensivvård Smältande industri Datorer med endast batterireserv	Processen stannar med lång återstarttid som följd. (Respiratorer, dialys osv). Smält material "hängande" i traverser måste "tas ned". Systemet stannar utan informationsförlust.
15-30 minuter	Fjäderfäuppfödning i stora anläggningar Hissar	Djuren dör. Instängda i hissar upplever obehag särskilt om ingen kontakt med personer utanför nås.
30 minuter	T-banan Processindustri Smältande industri	Obehag för instängda i tunnlar. Ugnar, rör sätts igen, återstarttid upp mot dygn. Risk för skador i masugn m m.
2 timmar	Stora svinstallar Mjölkkor Vattenförsörjningen	Utebliven ventilation kan leda till att djuren kvävs. Dagsavkastningen sjunker. I högtbelägna områden blir allt fler utan vatten.
6 timmar	Smältande industri Växthus	Smältor stelnar i ugnar, många veckors stillestånd. Skador beroende på årstiden genom torka eller frysning.

Tabell 2:1 Känslighet för elavbrott för olika funktioner (utan prioritering) (forts)

Tid	Funktion	Konsekvens
8 timmar	Vattenförsörjningen Värme- försörjning Spädbarn Mjölkkor	Stora delar av nätet riskerar inläckage av förorenat vatten. Problem särskilt i vårdinstitu- tioner. Hygien, mat. Risk för juverinflammation och bestående avkastningsminskning.
10 timmar	SJ:s signaler m m Telestationer med batteri- reserv	Tågdriften upphör nästan helt även om drivström finns. Trafikavbrott.
12-24 timmar	Människor och djur Landsvägs- transporter Livsmedel	Brist på vatten och lämplig föda. Drivmedelstankar tomma. Kylta och frysta livsmedel för- lorar sin hållbarhet och förstörs successivt. Distributionen av livsmedel till konsumenterna får svårigheter.
	Lokaler, bostäder Avlopps- reningsverk	Utkylning vintertid (betydligt tidigare i vissa hus). Risk att den biologiska re- ningen kollapsar, med åter- starttider på upp till 14 dagar.
Några dygn	Vardagslivet Reservel- aggregat	Fungerar ej. Många arbetsplatser samt serviceinrättningar stängda. Problem börjar uppstå: Bränslereserverna tar slut (efter 3-5 dygn för tele- och radionät), behov av tillsyn uppstår. Riskerna för stopp på grund av fel ökar.

2.6 Slutsatser

Viktiga avbrottskänsliga funktioner har en relativt omfattande beredskap för elavbrott. Inga allvarliga personskador inträffade vid störningen den 27 december. Brister i reservanordningar förekommer dock. Många av dessa brister har myndigheter, företag m fl identifierat själva. Interna utredningar har initierats som i vissa fall lett till upprättande av investeringsplaner för att täcka bristerna.

Förutsättningarna för att upprätthålla viktiga samhällsfunktioner vid elavbrott varierar kraftigt. Skillnader föreligger mellan landsbygd och tätort m m. Det går därför inte att säga något generellt om uthålligheten. I de flesta fall finns en beredskap så att inga allvarliga konsekvenser skall behöva inträffa om ett elavbrott varar upp till ett dygn. Längre elavbrott kan ge betydande problem även med de åtgärder som planeras eller vidtas.

I den kommunaltekniska försörjningen har vattenförsörjningen en särställning. Beroende på lokala variationer klaras försörjningen normalt 4 à 8 timmar men i extrema fall endast några minuter. Vatten är av betydelse för exempelvis hushåll, sjukhus, brandförsvar och industriella processer. Vid

elavbrott kan vatten krävas för kylning av reservlaggregat och för nödkylning av högttemperatursystem. Vattenförsörjningen och avloppssystemet kan därför behöva göras funktionssäkert vid elavbrott.

I stort sett alla uppvärmningssystem är beroende av el. Konsekvenserna av ett elavbrott blir en gradvis form av utkylning. Denna varierar starkt med bostadens konstruktion, och beror främst på hur väl värmeisolerad den är och hur tung byggnadskonstruktion den har.

Reservuppvärmning som är oberoende av elnätet har stor betydelse. Vintertid bör man räkna med att evakuering av gamla och sjuka kan behöva påbörjas efter ungefär ett dygn. Risk för frysning i vattenburna system börjar samtidigt uppkomma.

Uppvärmning med fjärrvärme kan upphöra både till följd av elavbrott hos abonnenterna och i värmeverket. Om abonnenterna har el kan reservkraft för värmeverkets drift vara intressant, annars behövs reservkraft för nödsystem.

För industrin uppstår ofta stora kostnader direkt vid ett elavbrott – för processindustrin kan en spänningssänkning på mindre än en sekund ge återstarttider på flera timmar, ibland dygn. Tillgång till begränsade effekter efter en relativt kort tid kan medverka till att reducera konsekvenserna.

Återstarttiden för datorer är i regel kortare än för processindustrin men längre än för traditionell verkstadsindustri. Robotar kan försvåra återstart.

Vid elavbrott på ett par dygn för ett större område upphör efter hand mindre tele- och radiostationer att fungera, de minsta redan efter några timmar.

Handel och service av olika slag väljer ofta att stänga vid elavbrott på grund av bekvämlighets- och säkerhetsskäl. Vid ett avbrott som varar mer än ett dygn måste vissa enheter hålla öppet för att försörjningen med livsmedel och olika typer av reservutrustning skall upprätthållas. Speciellt gäller detta i tätorter. Stora fryshus är däremot inte i fara.

Lantbruk med stora djurbesättningar kan drabbas hårt av elavbrott om de ej har reservkraft.

Sammanfattningsvis konstateras att samhället kan i allmänhet anses klara ett elavbrott på upp till 12 timmar-ett dygn utan större negativa konsekvenser. Detta förutsätter då att viss verksamhet har reservkraft eller andra reservanordningar (sjukvård, telekommunikationer m m). Längre elavbrott (2-3 dygn) kräver ökad uppmärksamhet.

3 Elförsörjningen

Elproduktionen i Sverige bygger i dagsläget och under resten av 80- talet i huvudsak på vattenkraft och kärnkraft. Kraftvärmeverk för samtidig produktion av el och fjärrvärme, industriella mottrycksverk som producerar el och processvärme samt kondenskraftverken ger idag ett marginellt bidrag till elproduktionen. Eftersom kondenskraftverken i huvudsak är oljeeldade kommer de inte att köras för produktion av el mer än nödvändigt under de kommande åren.

Den snabbt reglerbara vattenkraften är till större delen lokaliserad i Norrland, medan huvuddelen av förbrukningen sker i södra Sverige. Kärnkraftverken är lokaliserade till södra delen av landet.

Huvuddelen av produktionsanläggningarna är sammanbundna i stamnätet, som överför elenergin till distributörerna vid 400 och 220 kV spänning. Distributionen vidare ut till konsumenterna sker via successiva nedtransformeringar till bl a 130, 70, 40, 10 kV och slutligen 380 V nära den vanliga hushållsabbonnten. Storförbrukare, främst industrier, kan ha matning på högre spänning, från 10 kV upp till 130 kV.

Stamnätet ägs så gott som helt av Vattenfall. Det utnyttjas dock av de flesta större ägare av vatten- och kärnkraftverk, som använder det för att föra över den producerade elenergin för att antingen distribuera den själva eller sälja den till eldistributionsföretagen.

3.1 Företagsstruktur

Elkraften produceras av statens vattenfallsverk, privata och kommunala företag. Vattenfall svarar för omkring hälften av den totala elproduktionen. Den regionala kraftöverföringen från kraftverk och från uttagspunkter på stamnätet (stamstationer) till industrier, storkonsumenter och eldistributörer ombesörjs av elproducenterna. Ett antal eldistributörer har egen lokal kraftproduktion eller utnyttjar elkraft från andra små och medelstora vattenkraftstationer. Distribution av elkraft till småindustri, hantverk, handel, offentliga byggnader, hushållsabbonnenter m fl sköts av 333 eldistributörer. Av dessa är 90 ekonomiska föreningar, 152 kommunala bolag och kommunala elverk, medan resten är privata bolag och Vattenfall med dotterbolag.

Av landets ca 4,7 milj abonnenter har de kommunala företagen ca 63 %. Räknas Sydkraft AB med i denna grupp, stiger procenttalet till omkring 68.

Vattenfalls inkl statliga eldistributionsbolags andel uppgår till omkring 11 % och övriga företag har omkring 21 %.

De kommunala eldistributionsföretagen förser drygt 2,9 milj abonnenter med el. Sydkraft, där vissa kommuner sammantaget har majoritetsinflytande, har drygt 260 000 abonnenter. Bolagets verksamhetsområde berör 65 kommuner i södra Sverige. Vattenfalls eldistribution omfattar i huvudsak landsbygdsområden med totalt ca 515 000 abonnenter, varav en tredjedel sköts av hel- eller delägda dotterbolag. Antalet privata kraftföretag är 71 med ca 770 000 abonnenter. Störst bland dessa är AB Skandinaviska Elverk. De tre största inom kategorin industriföretag med eldistribution är Graningeverken AB, Stora Kopparbergs Bergslags AB och AB Värmlandsenergi. Eldistributionsföreningarna svarar för distribution till ca 212 000 abonnenter.

Eldistributionen har genomgått en kraftig förändring. Ett stort antal distributionsföretag har avvecklats. Rationaliseringsverksamheten har stimulerats av statsmakterna främst genom koncessionsinstrumentet och statligt ekonomiskt stöd. Sedan år 1944 har ca 2 700 företag slagits samman genom fusioner eller överlåtelser.

Nuvarande riktlinjer för eldistributionens fortsatta rationalisering antogs av riksdagen år 1976. Det förutsattes att statens industriverk (numera att statens energiverk) skulle följa utvecklingen och pröva behovet av åtgärder. Av riktlinjerna framgår bl a att elkonsumenternas krav på driftsäkerhet, störningsberedskap, elkvalitet och service skall sättas i förgrunden i strukturarbetet. Undersökningar som gjorts visar att detta arbete i stort sett löper efter riktlinjerna.

En väsentlig fråga gäller förnyelse och upprustning av anläggningar. Distribution av el i glesbygder är olönsam. Distributionsföretag med glest kundunderlag löper risken att inte kunna göra nödvändiga investeringar. Detta kan leda till undermåliga elleveranser och försämrad driftsäkerhet på grund av att kostnaden för ombyggnad av nedslitna elnät blir hög och inte är företagsekonomiskt motiverad i områden med glest kundunderlag.

Sedan upprustningsbidragen infördes år 1958 har ca 400 ekonomiskt svaga företag med dåliga elnät gått upp i bärkraftiga enheter. Därigenom har i runt tal 75 000 elabbonenter fått sin elförsörjning förbättrad.

Medel är anvisade t o m budgetåret 1984/85. Regering och riksdag har inte tagit ställning till om stödet skall förlängas. Frågan har emellertid behandlats av vårriksdagen 1984. Enligt näringsutskottets utlåtande (NU 1983/84:30) förutsätter utskottet att regeringen följer utvecklingen och överväger frågan inför nästa års budgetbehandling.

Statens energiverk har uppskattat det återstående upprustningsbehovet till 200 milj kr för elnät som uppfyller dagens krav på statligt stöd vid övertagandet av bristfälliga och olönsamma nät.

3.2 Ellagstiftningen

Överföring och distribution av elkraft är en verksamhet som ständigt måste fortgå för att samhälle och näringsliv skall fungera. Råkraftleverantörer och eldistributörer har en stark ställning. Bl a av denna anledning har

staten genom lagstiftning skaffat sig inflytande över elförsörjningen. Det grundläggande syftet är att konsumenternas berättigade krav på en tillförlitlig och säker elförsörjning skall tillgodoses i alla delar av landet till skäliga kostnader.

Övergripande bestämmelser om byggnation av elektriska anläggningar och deras drift finns i ellagen. Av denna följer att för att bygga och använda kraftledning erfordras tillstånd, koncession, som meddelas av regeringen eller av statens energiverk.

Genom systemet med områdeskoncessioner har eldistributören vart och ett inom sitt område fått en lagbunden distributionsrätt med vissa undantag. Detta har kombinerats med distributionsplikt och prisreglering i syfte att stärka elförbrukarnas ställning mot företagen.

Företag med linjekoncession t ex för överföring av elkraft från kraftverken till eldistributörer har också i princip ensamrätt för verksamheten. Ägare till en sådan ledning har dock om ledningskapacitet finns skyldighet att transitera elkraft åt annan.

Avsikten med tillståndsplikten är att staten skall ta till vara det allmännas intressen så att inte enbart företagsekonomiska synpunkter bestämmer planering, byggande och drift av kraftledningar. I den statliga tillsynsverksamheten ingår som en viktig del att kontrollera att kraven på säkerhet är uppfyllda.

För att distribuera el erfordras områdeskoncession. Sådan koncession kan meddelas för distributionsnät vanligtvis 20 kV spänning. Området skall vara ändamålsenligt för eldistribution och utövaren skall från allmän synpunkt vara lämplig att bedriva eldistribution samt ha tillräckliga tekniska, personella och ekonomiska resurser. Vid beslut om områdeskoncession skall möjligheterna att tillgodose lokala intressen beaktas. Den som har koncession är skyldig att leverera el till normalt förbrukningsändamål. I område för fjärrvärme eller naturgas är distributören inte skyldig att leverera elvärme. Då det gäller el till drift av värmepumpar inom sådana områden har regeringen i prop 1984/85:5 föreslagit särskilda bestämmelser.

Statens energiverk har utöver sin tillståndsgivande funktion att följa eldistributörernas verksamhet. I denna uppgift ingår bl a att verka för att eldistributörerna enligt statsmakternas intentioner upprätthåller en fullgod eldistribution innefattande hög beredskap mot elavbrott. Elabonnet kan vända sig till statens energiverk t ex för att klaga om man inte är nöjd med eldistributörens driftsäkerhet, elpris och övriga villkor för leverans av elströmmen.

3.3 Leveranssäkerhet

3.3.1 Kraftindustrins leveranssäkerhetsfilosofier

Elsystemet utgör ett energitransportsystem med en hierarkisk uppbyggnad där nät med högre spänning matar nät med lägre spänning. Nätdelar med högre spänning överför i allmänhet större energimängder än nätdelar med lägre spänning. Vid fel i de högre spänningsnivåerna kan flera och större kunder drabbas än om motsvarande inträffar vid lägre spänning. Det är

därför motiverat att ha en högre driftsäkerhet vid de högre spänningarna. Därmed får också kunder som är direkt eller nära anslutna till högre spänning en bättre driftsäkerhet än sådana anslutna långt ut i nät med lägre spänning, t ex på landsbygden. Av kostnadsskäl kan emellertid den förra anslutningen endast väljas av stora kunder eller av sådana med extremt höga krav på leveranssäkerhet.

Även andra faktorer påverkar leveranssäkerheten, främst abonnentens lokalisering. Det är svårt att till rimliga kostnader få samma leveranssäkerhet i glesbygd med stora överföringsavstånd och få abonnenter som i tätort med korta avstånd och många abonnenter. Moderniseringar av landsbygdsnäten har dock under senare tid lett till stora förbättringar.

Kraftindustrin eftersträvar vad kunden upplever som rimlig leveranssäkerhet. Det är här alltid fråga om en vägning mellan leveranssäkerhet och kostnader. Eldistributörens kostnader återspeglas i tarifferna, som i sin tur belastar kunden. Dessa tariffer är internationellt sett bland de lägsta.

Det har visat sig att såväl industrin som övriga kunder i stort sett är nöjda med driftsäkerheten i vår svenska elförsörjning. Mycket få kunder tycks vara beredda att betala extra för en höjd driftsäkerhet.

För de kunder som har större krav på driftsäkerhet finns antingen möjligheten att begära förstärkning av sina matningar från kraftföretaget eller bygga upp en egen kompletterande resurs i form av reservaggregat, vilket också innebär kostnader. Abonnenter med förstärkt matning drabbas ändå av störningar, typ 27 december, även om sannolikheten är låg. Abonnenter som anskaffar reservkraft klarar i allmänhet avbrott typ 27 december. Kostnaden blir då hög. Här måste kundens egna värderingar blir avgörande.

Exceptionella krav på leveranssäkerhet måste lösas av kunden, i samråd med eldistributören. Merkostnaderna måste under alla förhållanden belastas kunder med exceptionella krav och ej slås ut på samtliga kunder.

3.3.2 Kraftindustrins beredskap

Kraftindustrin har en förberedd organisation för störningar. Den består av

- driftpersonal
- reparationspersonal.

Driftpersonalen svarar för driftledning och manövrering av kopplingsorgan via fjärr- eller lokala kontrollsystem.

Reparationspersonalen svarar för reparation av skadade anläggningar. Vid behov utnyttjas tillfälligt inhyrd personal för skogsgateröjning etc enligt avtal med bl a LRF.

I kraftindustrins beredskap mot störningar ingår även fjärrkontrollsystem, fordon av olika slag, resurser för flygbesiktning, reservmateriel samt telekommunikationssystem.

En viktig del i beredskapen rör information vid elavbrott (jfr grupp C).

3.3.3 Avbrottsvärdering

Kraftföretagens sätt att beakta driftssäkerhetskraven bygger främst på avbrottsvärdering, dvs en värdering av konsekvenserna för abonnenterna av elavbrott. Konsekvenserna kan delas upp i tre olika kategorier. En är de materiella skador som blir följden, i form av produktionsbortfall av varor och tjänster inom näringslivet eller skada på egendom som drabbar företag eller enskilda. Dessa effekter kan i de flesta fall – även om det är svårt – kvantifieras i ekonomiska termer. En annan är de skador och andra lidanden som kan drabba människor och andra levande varelser. Sådana effekter är mycket svårare att värdera i pengar – en objektiv värdering är givetvis omöjlig, och även en mera subjektiv bedömning är mycket svår. En tredje kan sägas ha en mellanställning. Det är de besvär och olägenheter, som drabbar många människor, utan att för den skull i egentlig mening orsaka skador eller lidanden: förlängda restider till och från arbetet, att inte kunna få varm mat, merarbete med att ordna uppvärming, problem på grund av att betalda räkningar inte kunnat registreras etc. Även för denna kategori är en ekonomisk värdering av avbrottets effekter svår att göra.

Ett försök att uppskatta avbrottskonsekvenserna i ekonomiska termer har gjorts i Svenska Elverksföreningens avbrottsvärdering. Dess utgångspunkt har varit att sätta ett pris på icke levererad elenergi, svarande mot den skada eller det obehag kunderna åsamkats genom elavbrottet. Detta pris kan sedan användas som ett av underlagen för att utforma distributionssystemet så att leveranssäkerheten motsvarar det pris abonnenten är villig att betala för densamma.

Härvid har man även sökt värdera de två senare, mera svårkvantifierbara kategorierna av avbrottskonsekvenser. Det har skett genom enkäter, där man sökt konkretisera störningssituationerna, hur besvärande man som förbrukare upplever att de är och vilka kostnader man skulle acceptera för att slippa råka ut för dem.

Givetvis innebär varje avbrottsvärdering av detta slag, speciellt när det gäller värdering av icke-materiella obehag, ett visst godtycke. Det har också hävdats att det därför är bättre att avstå från att värdera avbrotten ekonomiskt och i stället fatta beslut som påverkar avbrottsrisken utifrån allmänna bedömningsgrunder. Rätt använd kan dock avbrottsvärderingen fungera väl som ett av flera medel för att åstadkomma en lämplig avvägning mellan avbrottsrisk och kostnader.

Branschorganens beräknade totalkostnader för industrin för avbrottet den 27 december ger samma resultat som Svenska Elverksföreningens avbrottsvärdering. Det tycks dock vara så att skillnaderna är stora mellan vissa grupper av förbrukare, som sammanförs i Svenska Elverksföreningens statistik.

Med hjälp av bl a avbrottsvärderingen utformas distributionssystemet så att det skall ge en viss driftsäkerhet. Abonnenter, som ej anser sig kunna acceptera denna leveranssäkerhetsnivå betalar för en högre leveranssäkerhet eller skaffar själva reservkraft eller andra reservmöjligheter. I en del av dessa fall är grunden för anskaffande av reservverk eller motsvarande vissa normer för funktionssäkerheten. Man kan ur dessa normer urskilja

två nivåer av leveranssäkerhet. Den ena är ett behov av helt avbrottsfri elmatning, medan den andra är att ett kort avbrott (någon minut eller mer) kan accepteras. Lösningarna blir väsentligt olika beroende på vilken säkerhet som erfordras.

3.4 Näten

Det svenska elsystemet brukar indelas i

- stamnätet, som på landsomfattande nivå förbinder elproduktion med elkonsument
- regionala nät, som dels svarar för uppsamling av sådan kraftproduktion som inte inmatas direkt till stamnätet, dels svarar för elöverföring på regional nivå
- lokala distributionsnät, som utgör de sista leden i kedjan från produktion till konsumtion.

Stamnätet är uppbyggt kring spänningarna 400 och 220 kV. Nätets uppbyggnad och egenskaper har närmare behandlats i grupp As rapport.

De regionala ledningsnäten kan ha spänningarna 130, 100, 70, 50, 40, 30 eller 20 kV.

De lokala näten omfattar dels högspänningsnät för 20, 10 eller 6 kV, dels lågspänningsnät för 0,4 kV (380/220 V). I näten ingår även transformatorstationer.

3.4.1 Ledningsutformning

Kraftledningssystemen har följande omfattning:

Ledningar	400-220 kV	14 000 km
"	130- 30 kV	33 000 km
"	20- 6 kV	157 000 km
"	0,4 kV	250 000 km

Distributionsystemen är inom tätorter vanligen utförda som jordkabelnät, på landsbygden som luftledningsnät. Av den totala ledningslängden om ca 450 000 km är ca 160 000 km i jordkabelutförande. I bilaga 1 redovisas ledningsnätets omfattning.

Den helt övervägande delen av luftledningsbeståndet är utfört som trästolpsledning. Utförande och mekanisk hållfasthet varierar dock med spänning, det område genom vilken ledningen är framdragen (planlagt område eller ej) samt den betydelse ledningen har från försörjningspunkt.

130 och 70 kV-ledningar utförs som portalstolpsledning och förses normalt med kraftiga stålaluminiumlinor. Ledningarna ges som regel en trädsäker ledningsgata, vilket gör att de endast undantagsvis utsätts för mekanisk skada.

Nät med spänningarna 50, 40, 30 och 20 kV utförs vanligtvis som enkelstolpsledning - portalstolputförande förekommer dock. Ambitioner beträffande trädsäkerheten kan dock variera från företag till företag beroende på den policy man inom resp företag fört i detta avseende. I nätens perifera delar återfinns ofta sektioner med klenare lednings-

areor och icke träsäkra ledningsgator. Dessa delar blir därigenom mera känsliga för väderstörningar. I nätens centrala delar är ledningarna ofta kraftigare dimensionerade.

De lokala distributionsnäten på landsbygden är normalt – och av naturliga skäl – inte utförda med träsäkra ledningsgator. Under årens lopp har en betydande upprustning skett, varvid högspänningsnäten försetts med stålaluminiumlinor och lågspänningsnäten med hängkabel eller hängspiral-kabel. Fortfarande kvarstår dock betydande ledningsbestånd med klen koppar- eller järntråd på såväl hög- som lågspänningsnäten.

3.4.2 Styrsystem och automatik

Det svenska kraftsystemet övervakas och styrs från ett antal kontrollrum som är hierarkiskt ordnade enligt följande.

- Kraftkontrollen, som har driftledningen för stamnätet.
- Regionala kontrollrum och driftcentraler som verkställer manövrer etc i stamnätet samt har driftledning resp manöver av de regionala näten.
- Lokala kontrollrum som svarar för de lokala näten.
Kontrollrummen är i allmänhet bemannade dygnet runt. Personalen har till sin hjälp kontrollsystem enligt följande.
- Signal- och indikeringssystem som visar status samt fel eller förändringar som uppkommit i kraftsystemet.
- Manöversystem varmed man kan styra kopplingsorgan och annat i kraftsystemet.
- Automatiker som är så programmerade att kraftsystemet blir i möjligaste mån stabilt och självläkande.

Kontrollsystemen kan vara placerade antingen ute i kraftsystemets viktigare punkter eller i ovannämnda kontrollrum. Kombinationer finns också.

Varje kontrollrum har hand om en mängd punkter ute i kraftsystemet varför signaler i kontrollsystemen måste överföras långa vägar. Här utnyttjas radio eller telefonlinjer eller bärfrekvens på kraftledningarna.

Utöver nämnda skydds- och stabiliserande funktioner kan kontrollsystem också utnyttjas för att styra el- och oljepannor hos större abonnenter så att energikostnaderna blir så låga som möjligt.

I följande beskrivning av kontrollsystemens påverkan på abonnenterna bortses från stamnätets kontrollsystem.

- De större abonnenterna är i allmänhet direkt anslutna till regionnäten och därmed finns oftast manövermöjlighet från kontrollrummen. Då finns också den fysiska möjligheten att prioritera abonnenten vid inkoppling efter en störning. Ofta vore det önskvärt att ge abonnenten endast en mindre del av hans normala belastning för t ex prioriterade behov. Detta kräver emellertid omkopplingar i abonnentens egen installation vilket måste förberedas väl.
För de abonnenter som har sk avbrytbar leverans till elpanna finns dock en möjlighet för snabb reduktion av belastningen.

- Mellanstora abonnenter ligger oftast anslutna till de lokala högspänningsnäten.
I tätorter är ofta dessa nät manövrerade från ett lokalt kontrollrum, vilket kan innebära att man kan prioritera en abonnent vid inkoppling efter en störning.
I glesbygd finns emellertid inte denna möjlighet utan personal måste åka ut till anläggningen och koppla manuellt.
Möjligheterna att för en abonnent ha viss del av sin belastning prioriterad är desamma som för större kunder.
- Små abonnenter såsom småindustri, villor etc är anslutna till de lokala lågspänningsnäten gruppvis. De lokala kontrollrummen kan i tätorter manövrera ovanförliggande nät och därmed stora grupper av sådana abonnenter. Individuell manövrering är mycket sällsynt.
I glesbygd är även manövermöjligheten gruppvis sällsynt.

3.4.3 Systemutformning

Utformningen av överförings- och distributionssystemen bygger på en planering där anläggningskostnader för alternativa lösningar ställs mot sådana parametrar som överföringsförluster, stabilitet, drift- och underhållskostnader, och driftsäkerhet. Eftersom elektriska anläggningar kännetecknas av lång livslängd – 20 à 30 år – måste planeringen bygga på långsiktiga kalkyler, där antaganden måste göras om bl a belastningstillväxt.

Elektriskt sett är 130 och 70 kV-systemen i sina huvuddelar utförda som maskade nät med sådan utrustning och dimensionering att man kan klara fel på godtycklig sektion utan konsekvenser för elkonsumenterna. Tillsammans med en stabil mekanisk konstruktion innebär detta att sådana nät har en mycket hög tillförlitlighet.

De underliggande regionala näten för 50, 40, 30 och 20 kV är i flertalet fall utformade som slingor mellan näraliggande transformatorstationer eller som slingor utgående från en och samma transformatorstation. Systemen drivs dock mestadels radiellt. Utformningen innebär att man vanligen har reservmatningsmöjligheter – dock först efter omsektioneringar i näten. Fel på systemet medför därför avbrott i elförsörjningen till dess omkoppling gjorts eller i svårare fall till dess reparation genomförs. För att klara omkopplingarna har man på "strategiska" punkter sektioneringsfrånskiljare, som man i allt större utsträckning kan fjärrmanövrera från driftcentraler.

Inom de lokala distributionsnäten saknas på landsbygden oftast ekonomiska förutsättningar för att skapa reserver trots att dessa nät på grund av bristande trädsäkerhet är utsatta för störningar. De lokala näten har därför i flertalet fall en utpräglad radiell struktur där man dock i förekommande fall så långt möjligt försökt utnyttja möjligheterna att sammanbinda näraliggande nät för att skapa alternativa matningsvägar till viktig belastning. Låg befolkningstäthet bidrar till att näten i många fall är vidsträckta vilket också är ogynnsamt ur störningssynpunkt.

Förutsättningarna inom tätortsdistributionen är annorlunda eftersom man där dels har ett större belastningsunderlag, dels väsentligt längre

reparationstider vid kabelfel. Distributionsnäten inom tätorter utformas därför normalt med kabelreserv på högspänningssidan. På lågspänningssidan utnyttjas möjligheterna att vid behov provisoriskt lägga ut kabel ovan mark eller använda dieseldrivna reservverk.

Transformatorstationer, som förbinder stamnät och regionnät samt olika spänningsnivåer inom de regionala näten utrustas normalt med transformatorreserv samt reserv för att klara fel på utrustning med lång reparations-tid. Transformatorreserven kan endera vara ordnad med hjälp av installerad reservtransformator eller genom lastöverflyttningmöjligheter till angränsande transformatorområden. Motsvarande gäller för transformatorstationer mellan de regionala och lokala näten även om man här i vissa fall har reservtransformatorn placerad centralt i förråd.

Om en hel transformatorstation med ställverk och kontrollanläggning skulle slås ut, måste tillfälliga lösningar tillgripas för att inom rimlig tid få i gång elkraftförsörjningen. Exempel på sådana lösningar är tillfällig hopkoppling av ledningar, omflyttning av reservenheter, omställning av reläskydd etc.

3.4.4 Teknisk utveckling

Kraftindustrin har sedan 20 år bedrivit en gemensam utveckling av distributionstekniken inom Elbyggnadsrationaliseringen (EBR). I EBR-organisationen ingår Kraftverksföreningens Utvecklingsstiftelse (VAST), Svenska Elverksföreningen och Vattenfall.

I EBR-arbetet har tagits fram nya lämpliga konstruktioner för såväl friledningar som kabel och stationer. Vidare har gjorts stora insatser för att ta fram anvisningar för lämpliga arbetsmetoder vid bygge och underhåll av anläggningar samt säkerhetsanvisningar i samband med arbete i dessa.

EBR-handlingar är tillgängliga för alla inom elbranschen och utnyttjas också av flertalet distributionsföretag vilket drivit fram en successiv förbättring av näten och en förbättring av driftsäkerheten.

Under de ca 20 år som gått sedan standardiseringen började har eldistributörerna steg för steg tillgodogjort sig fördelarna av denna. Genom de utbyggnader som krävts på grund av den ökade belastningen på distributionsnäten har ledningarna till stor del förnyats och byggts om till modern standard och därmed blivit avsevärt bättre. Genom att ca 60 % av lågspänningsledningarna i luftledningsnäten nu består av hängkabelledningar eller hängspiralkabelledningar har antalet fel på lågspänningsnäten minskat radikalt. På högspänningssidan har de moderna konstruktionerna hög mekanisk hållfasthet och därmed större motståndsförmåga mot snö- och islaster och även mot nedfallande träd och delar av träd. Moderna eldistributionsledningarna förbättrar således driftsäkerheten.

3.4.5 Nätens kvalitet

Välplanerade och välunderhållna distributionsnät är en primär förutsättning för god driftsäkerhet och korta avbrottsstider. Kraftföretag och eldistributörer vidtar t ex följande åtgärder normalt i syfte att åstadkomma ringmatningsmöjligheter, upphuggning och upprustning av ledningsgator,

installation av frånskiljare i avgreningar och på lämpliga punkter utefter ledningarna för att underlätta felsökning och förkorta avbrottstider. Vid dubbelmatning förkortas avbrottstiderna väsentligt. Vid dubbelmatning gör man i vissa fall ena matningsvägen trädsäker, dvs med tillräckligt bred ledningsgata till skydd mot fallande träd. Tätortsdistribution ges matning från separata ledningar, varvid man försöker undvika långa ledningar genom skogsmark. Distributionsledningar för 20-10 kV utrustas successivt med automatisk återinkoppling. Härigenom kan ledningar som fått ett tillfälligt fel komma i drift igen utan tidsödande uttryckning av personal. Successivt utrustas sektioneringspunkter med telefon- eller radiomanövrerade frånskiljare. De särskilt störningsdrabbade friledningarna i blanktrådsutförande ersätts i takt med att ledningarna behöver upprustas eller förnyas med hängkabelledningar, hängspiralkabelledningar eller jordkabler.

3.5 Abonentens installationer (industrinät)

Elavbrott på en genomsnittlig industri orsakas oftare av fel i egna anläggningar än fel i det yttre nätet. Ofta ger den egna verksamheten dessutom upphov till spänningsstörningar m m.

Storförbrukare av el reducerar i allmänhet risken för avbrott genom anslutning på högre spänningsnivå.

För större industrier med anslutning på hög spänningsnivå är därför elavbrott mycket sällsynta. Dessa orsakas i så fall i allmänhet av de egna anläggningarna. En trend f n är att industrin förstärker sina egna nät och bla ökar maskningen.

Vid val av reservkraftfilosofi måste hela det interna systemet – både nätuppbbyggnad, val av matningsspänning, antal inmatningspunkter, ledningsdragnings, maskning av nät, dubblade transformatorer – och reservkraft i form av batterier och diesellaggregat m m ses i ett sammanhang.

3.6 Erfarenheter och överväganden

Företagens hittillsvarande insatser för att rusta upp luftledningsnäten har som tidigare nämnts gett goda resultat och ökat leveranssäkerheten på landsbygden. Denna positiva utveckling bör fortsätta. Erfarenheterna från de senaste störningarna (stormstörningar) har lett till att en del nya åtgärder kan diskuteras. Några överväganden redovisas nedan.

Möjligheterna att återställa elförsörjningen snabbt efter en störning varierar naturligtvis mellan olika distributörer och är beroende av

- kraftledningarna, deras utsträckning i skog, öppen mark, tätort, reservmatningsmöjligheter, kvalité på ledningar och annan materiel,
- ledningsgatorna, röjningsintervall och liknande,
- automatik för återinkoppling av ledningar,
- fjärrkontroll av brytare och frånskiljare,
- beredskapsorganisation inkl anlåtande av utomstående såsom LRF-organisation, militär, flyg- och helikopterhjälp, fordon.

3.6.1 Kraftledningarna

Kraftledningarna för 130-20 kV i regionnäten med trädsäkra ledningsgator förorsakar sällan långa avbrott. Det gör inte heller moderna lågspänningsledningarna byggda med hängkabel, hängspiralkabelledning eller jordkabel. Den svaga länken i distributionskedjan synes vara äldre högspänningsledningarna för 20- 10 kV byggda i skog med smala skogsgator.

Det finns då i stort sett tre typer av åtgärder att överväga:

- 1 Att förlägga ledningarna som jordkablar eller hängkablar
 - Att ersätta det befintliga luftledningsnätet för högpänning som omfattar 70 000 km ledningar i skog med jordkablar eller hängkablar skulle radikalt förbättra driftsäkerheten men bli mycket dyrbart. Då luftledningen ofta dragits över svårtillgänglig mark skulle jordkabelalternativet innebära stora kostnader. En eventuell flyttning av ledningen skulle också medföra stora kostnader på grund av ombyggnader av stationer och lågspänningsnät.
 - Erfarenheten av hängkablar för lågspänning är mycket god från störningssynpunkt. Det skulle vara önskvärt om någon billig hängkabel kunde utvecklas även för högspänning. De försöksanläggningar som byggts har emellertid visat sig bli mycket dyrbara. Utvecklingsarbete pågår med syfte att ta fram en praktiskt och ekonomiskt användbar högspänningskabel. Vissa viktiga ledningar kan dock redan nu ersättas med jord- eller hängkablar.
- 2 Att göra skogsgatorna trädsäkra, dvs med 25-30 m bredd
 - Erfarenheterna från stormstörningarna år 1969 och vinterns störningar i region- och lokalnätet visar att endast kraftledningar i trädsäkra ledningsgator undgår skador på grund av fallande träd eller delar av träd. Driftsäkerheten i landsbygdens eldistribution skulle klart förbättras om skogen kalavverkades utefter distributionsledningarna. En sådan åtgärd är emellertid orimlig från såväl samhälls-ekonomisk som miljö(politisk) synpunkt. Det kan dock finnas skäl att göra viktigare 20-10 kV ledningar trädsäkra. Sådana åtgärder får avgöras från fall till fall.
 - Vid dubbelmatning bör man i vissa fall överväga att göra ena matningsvägen trädsäker, dvs med tillräckligt bred ledningsgata till skydd mot fallande träd.
- 3 Att bygga om klena högspänningsledningar till kraftiga konstruktioner
 - Fram till mitten av 1960-talet var de flesta ledningar för distribution byggda med kopparledare av tämligen klena dimensioner. Vanligt var att ledningarna byggdes med 10 och 16 mm² koppartråd. Sådana ledare är mekaniskt mycket svaga och därför var ledarbrott vanliga. En effektiv åtgärd är därför att också återstående ledare av järn och koppar byts mot stålaluminiumledare eller legerat aluminium. Arean bör vara minst 62 helst 99 mm². Den grövre arean drabbas praktiskt taget aldrig av ledarbrott. En nackdel är dock att stolpar kan brytas av. Ledningar med horisontalt placerade ledare har färre störningar än ledningar med ledarna placerade i triangel. Vid planering av nya ledningar bör vidare sträckning och utformning väljas med omsorg så att risken för störningar minskas.

- Alternativen med jordkablar, hängkablar och trädsäkra ledningsgator är inte ekonomiskt möjliga att generellt förverkliga. I vissa fall kan dock något av nämnda alternativ vara försvarbart. Den närmast tillgängliga åtgärden för att höja driftsäkerheten på äldre nät synes därför vara att göra ledningarna kraftiga från mekanisk synpunkt. På så sätt undviks visserligen inte helt att avbrott kan uppstå men eldistributörerna kan minska reparationstiderna avsevärt. Därigenom kan olägenheterna minskas för elförbrukarna.
- Kostnaderna för denna typ av åtgärder är relativt höga, särskilt i de fall då en totalombyggnad är nödvändig. Driftsäkerhetsaspekter kan därför sällan vara ensamt avgörande men bör vara ett starkt bidragande skäl för ombyggnad.
- Övriga synpunkter som har framkommit efter årets störningar är att det i vissa fall är lämpligt att högspänningsnätet byggs i slingor för att möjliggöra alternativ matning i syfte att förkorta avbrottstiden. Vidare att tätortsdistribution bör matas från separata ledningar och inte anslutas till långa luftledningar genom skogsmark.

3.6.2 Ledningsgatorna

Av luftledningarna inom området 20-10 kV, kan antas att ca 70 000 km går genom områden där risk finns för att träd skall kunna skada ledningen i samband med storm och snöfall. Underhåll av skogsgatorna är därför en viktig del i distributionsverksamheten och röjningar sker också med jämna mellanrum. Sådana röjningar kan dock aldrig helt utesluta att träd faller ned, bryts av eller böjs ned mot ledningen. För att uppnå framförallt mera snöhärdiga skogsgator är det av största vikt att ledningsgatornas kantområden väl genomarbetats på sakkunnigt sätt. Svaga och dåligt rotade träd bör tas bort även utanför den kalhuggna skogsgatan. Dessa utökade röjningsåtgärder är mer kostnadskrävande än normal underhållsröjning och förutsätter i vissa fall markägarnas medgivande. Insatser bör även göras för att informera markägarna om att inte lämna enstaka träd och trädriddår kvar i närheten av ledningar vid slutavverkning.

3.6.3 Automatik

Distributionsledning för 20-10 kV bör i större utsträckning än hittills utrustas med automatisk återinkoppling. Härigenom kan ledningar som fått ett tillfälligt fel komma i drift utan tidsödande uttryckning av personal.

3.6.4 Fjärrkontroll

Installation av frånskiljare i avgreningar och på lämpliga punkter utefter ledningarna kan underlätta felsökningen och förkorta avbrottstiden väsentligt. Dessutom bör vissa frånskiljare i sektioneringspunkter efterhand utrustas med telefon- eller radiomanövrer. Alternativt insättes automatiskt sektionerande lastbrytare.

3.6.5 Beredskapsorganisation

Erfarenheter från elavbrott under senare år är att beredskapen mot störningar ytterligare kan och bör förbättras. Fler eldistributörer bör träffa avtal med markägare och lantbrukare om hjälp med ledningspatrullering och röjning. I något fall har militären medverkat med patrullering och röjning. Ett antal distributörer har haft svårigheter med kommunikationen till arbetslagen. De anser därför att sambandsresurserna bör ses över. Det är viktigt att utomstående personal med hänsyn till personalsäkerheten står under kvalificerad ledning enligt gällande lagstiftning.

En annan erfarenhet är att helikopterhjälp kan vara av stort värde vid störningar. Kontaktvägar till företag med helikopter bör därför ingå i beredskapsplanen.

Av erfarenheterna från störningen i januari framgår att eldistributörernas mobila reservverk med nuvarande lokalisering är till liten hjälp vid störningar av den här typen. Vid återuppbyggande av driften är det nödvändigt att eldistributörernas resurser i första hand sätts in på reparation av näten. En översyn av lokaliseringen av reservverken bör övervägas.

Några distributörer i Västsverige hade brist på reparationsmateriel vid den aktuella störningen. En översyn av behovet av beredskapsmateriel bör här göras.

I samband med kommunernas planering för att möta långa elavbrott kan kraftleverantörers och eldistributörers beredskapsorganisation behöva ses över.

3.6.6 Övrigt

Erfarenhetsmässigt är ventilavledare av äldre typ en av de känsligaste apparaterna i distributionssystemen bl a i samband med storm. Moderna ventilavledare är mera tåliga härvidlag. Som alternativ prövas nu också konventionella gnistgap inom distributionsnäten.

130 kV kapslade ställverk överväges i något fall i Västsverige för att bättre klara saltstörningar.

3.7 Slutsatser

Svenska Elverksföreningen bör fortsätta sin utredning kring konsekvenserna för industrin från elavbrottet den 27 december 1983.

Eldistributörernas beredskapsorganisation kan och bör på vissa håll förbättras.

Den svaga länken i distributionsnäten är i regel äldre 20-10 kV nät med klena ledare.

Statens energiverk bör ges i uppdrag att överväga behov av fortsatta åtgärder för upprustning av vissa landsbygdsnät.

Företagens hittillsvarande insatser för att rusta upp luftledningsnäten har gett goda resultat och därmed ökat leveranssäkerheten på landsbygden. Dessa insatser bör därför fortsätta.

Erfarenheterna från årets stormstörningar bekräftar att högspännings-

ledningar i modern standard utförda med minst 62 mm² stålaluminiumledare som regel klarar trädpåfall utan linbrott. Det är väsentligt att en successiv ombyggnad av äldre nät till denna standard genomförs.

Det är även väsentligt att beakta de erfarenheter som har framkommit beträffande röjning av skogsgator.

Automatik och fjärrkontroll bör byggas in i distributionsnäten.

4 Störfall

Elsystemet är som tidigare nämnts hierarkiskt uppbyggt. Störningar på en högre spänningsnivå kan alltså påverka överföringar med lägre spänning. Ett fel i stamnätet kan i värsta fall leda till elavbrott för en stor del av landet, medan ett enstaka fel på lägre spänningsnivå bara kan medföra elavbrott inom ett väsentligt mer begränsat område. Vid t ex storm kan emellertid ett stort antal skador samtidigt uppstå på nät med lägre spänningsnivå med regionalt omfattande elavbrott som följd.

En ny typ av orsak till störningar kan vara terrorism och sabotage. Terrorism riktad mot elsystemet har ännu ej inträffat, men kan om några år vara en realitet att räkna med. Motsvarande situation gällde för ett antal år sedan för trafikflyget då flygkapningar bedömdes som osannolika men i dag är en risk man måste räkna med och gardera sig mot.

Terrorism och sabotage leder inte till några nya störfall. Konsekvenserna är emellertid så stora att de stärker motiven för att studera vissa störfall.

Det finns fyra parametrar som är av avgörande betydelse för konsekvenserna av ett elavbrott.

- Elavbrottets varaktighet.
- Elavbrottets geografiska omfattning.
- Vilken typ av abonnenter och vilken typ av bebyggelse som elavbrottet drabbar.
- Tidpunkten då elavbrottet inträffar.

För totalekonomiska bedömningar är därutöver en femte parameter av stor betydelse, nämligen

- Frekvensen av olika typer av elavbrott.

För vissa känsliga funktioner kan korta elavbrott om mindre än en sekund eller stora spänningsvariationer ha samma konsekvenser som längre elavbrott. Arbetsgruppen konstaterar att dessa problem existerar men att de ligger utanför gruppens arbetsområde. Tills vidare behandlas dessa problem bäst genom särskilda överenskommelser mellan abonnent, distributör och kraftproducent.

Ett stort antal typer av elavbrott kan beskrivas med hjälp av de ovan nämnda parametrarna. Åtgärder för att säkerställa elberoende funktioner bör väljas för sådana fall som är realistiska men samtidigt dimensionerande, dvs anger de svåraste någorlunda sannolika felfallen.

Parametrarna är inte oberoende av varandra. Ett sammanbrott av stamnätet har t ex vare sig samma maximala varaktighet eller samma frekvens som en svår regional störning. Man kan sålunda inte ansätta gränser för var

och en av parametrarna separat och lägga dessa till grund för behovet av åtgärder.

De olika parametrarna leder uppenbarligen till olika åtgärder för att förebygga eller reducera konsekvenserna av elavbrott. Exempelvis ger elavbrottets varaktighet kraven på uthållighet – antingen en samhällsfunktions tålighet eller reservlösningarnas uthållighet. Elavbrottets geografiska omfattning avgör vilka resurser som behövs och vilka möjligheter det finns att få dem från andra områden. Likaså påverkas behovet av åtgärder av hur många abonnenter som samtidigt drabbas och hur ofta detta sker.

Åtgärderna kan också vara av olika slag: åtgärder för att förbättra elförsörjningens driftsäkerhet, (t ex reservmatningsmöjligheter och reparationsberedskap), anskaffning av reservaggregat eller icke elberoende metoder.

Arbetsgruppen har valt att studera tre störfall, som bedömts kunna utgöra en utgångspunkt för att definiera de maximala kraven på beredskap mot elavbrott.

Störfall 1 är en stamnättsstörning av i princip samma slag som störningen den 27 december.

Störfall 2 är en regional storstörning med ett stort antal samtidiga skador, sannolikt orsakad av en storm.

Störfall 3 är en regional eller lokal storstörning, orsakad av flera samtidiga fel i vitala delar av elmatningen till en hel region eller en stor tätort.

4.1 Störfall 1 - Stamnätssammanbrott

Arbetsgrupp A har ingående behandlat stamnätet, dess uppbyggnad och tänkbara orsaker till sammanbrott. Driftsäkerheten måste anses vara mycket hög i stamnätet. Fel som kräver ingripanden inträffar visserligen, men som regel märker inte abonnenterna något avbrott – i vissa fall uppstår dock spänningsfall eller korta avbrott vid omkopplingar.

Sammanbrott i stamnätet kan antingen uppstå till följd av en "stor" skada, något som till följd av gällande dimensioneringskriterier är tämligen osannolikt så länge det rör sig om slumpmässiga fel, eller till följd av att ett litet fel genom en kombination av omständigheter får stora konsekvenser. Arbetsgrupp A konstaterar att det inte är möjligt att helt bygga bort risken för stamnätssammanbrott. Det finns därför skäl att söka reducera dess konsekvenser.

4.1.1 Erfarenheter

Stamnätssammanbrottet den 27 december ledde till brist på produktionsresurser i södra Sverige. Kärnkraftverken utom Forsmark 1 och övriga värmekraftverk som var i drift kopplades bort. Produktionsanläggningarna kunde därefter inte startas förrän de fick yttre kraft.

Ett antal tidssteg kan urskiljas i återuppbyggnadsprocessen. Inom 50 minuter var 400 kV-nätet återuppbyggt. Efter ytterligare en halvtimme var

220 kV-nätet i huvudsak intakt. Spänningssättningen utgick från det intakta nordliga nätet och växte söderut.

Återinkopplingen av kunder i södra Sverige kom att bero av dels hur snart överföringen av vattenkraft från norr och elimporten kunde påbörjas, dels i vilken takt värmekraftverk i södra Sverige kunde leverera el. Inom 2 timmar efter störningen hade 70 % av landets elleveranser återupptagits. De resterande 30 % av elleveranserna var koncentrerade till södra Sverige. Efter ca 6 timmar hade i praktiken alla elleveranser återupptagits.

Lokalt uppstod också följdfele. Både för höga och för låga spänningar bl a till SJ:s nät ledde till skador i elektronik som försenade uppbyggnaden av detta nät.

4.1.2 Karaktäristik

Ett stamnätssammanbrott leder till elavbrott i en stor del av Sverige. Lokaliseringen av vattenkraften i norr medför att avbrottet kan väntas bli långvarigare i södra delen av landet än i de norra delarna. Möjligheterna att bygga upp stamnätet bestäms helt av störningens omfattning, och någon möjlighet att prioritera vissa områden finns normalt inte.

Vattenfall har i sin störningsrapport jämfört återuppbyggnadsförloppet efter några storstörningar. De första två timmarna var återinkopplingen av last snabb, från 1/3 till 3/4 av lasten kopplades under denna tid in. Därefter blev inkopplingsförloppet betydligt långsammare, vilket hänger samman med att snabbt tillgängliga reserver var utnyttjade.

En stamnätsstörning i fredstid är i huvudsak avhjälp efter högst 12 timmar.

Konsekvenserna för den enskilda abonnenten av en stamnätsstörning är enligt gruppens bedömning måttliga, då 12 timmars elavbrott inte bedöms ge svåra effekter i samhället. För delar av industrin kan dock redan kortare elavbrott ge svåra produktionsstörningar.

Det karaktäristiska för detta störfall är enligt ovan att stora delar av landet kan beröras och att abonnenter med normalt mycket säker matning kan få förhållandevis långa avbrottstider. Reserver måste sålunda ha hög autonomitet.

Återuppbyggnad av nätet sker med syftet att så snabbt som möjligt bygga upp elsystemet. Återuppbyggnaden beror på störningens art och på driftsituationen, vilket gör att det inte i förväg går att bestämma någon turordning för inkoppling av olika regioner. Avbrottskänsliga abonnenter kan inte ges elleveranser innan matningen via stamnätet till området är uppbyggd. Möjligheterna att prioritera sådan last begränsas alltså till eventuell förtur i inkopplingsarbetet om den tillgängliga effekten är begränsad. En förutsättning för detta är i de flesta fall att abonnenten har en matning med hög spänningsnivå.

Förutsättningar för drift i begränsade områden

Vid ett stamnätssammanbrott i fredstid är det inte aktuellt att söka bygga upp lokala nät utifrån lokala produktionsanläggningar, även om det skulle kunna vara teoretiskt möjligt. Avbrottstiderna är i de flesta fall så korta, att

resurserna används bättre om de sätts in på en snabb återuppbyggnad av det samlade systemet. Förutsättningar för lokal drift i andra störfall behandlas i avsnitt 4.4.

I krig kan förhållandena bli annorlunda. Därför studeras möjligheterna till drift av separata nät i den studie som genomförs av ÖEF och Vattenfall (jfr kapitel 8). Härigenom täcks också mycket osannolika men även i fred möjliga händelser in.

4.2 Störfall 2 - Storstörning med ett flertal skador i distributionsnäten (stormstörning)

Ett antal omfattande avbrott i regionala nät har ägt rum. Stormskadorna år 1969 var omfattande. I samband med stormarna 1978 och 1979 förekom längre avbrott i Skåne.

Störningarna i eldistributionen i västra, södra och östra Sverige den 13-17 januari 1984 gav ett ytterligare och närliggande exempel på omfattande elavbrott.

En störning av denna typ karakteriseras av att en mängd fel uppstår samtidigt och har sammantaget omfattande geografisk omfattning. Vidare begränsar ofta vädersituationen möjligheterna att snabbt avhjälpa dem.

Nedan redovisas med störningarna 13-17 januari 1984 som referensexempel vad som kan inträffa vid en regional störning.

Statens energiverk kontaktade 45 störningsdrabbade eldistributörer om företagets erfarenheter av vinterns störningar.

I bilaga 2 redovisas i tabellform eldistributionsdata, störningsorsak och vidtagna åtgärder.

4.2.1 Erfarenheter

Fredagen den 13 januari 1984 drog en kraftig storm in över västra, södra och östra Sverige. Stormen medförde omfattande störningar i eldistributionen.

Väderlek

Ett djupt lågtryck nådde Sverige från sydost fredagen den 13 januari 1984. Lågtrycket medförde kraftigt snöfall och hård vind. I stormbyarna uppgick vindhastigheten till mellan 30 och 40 m/s. De första störningarna inträffade kl 05.30. I västra Sverige övergick snöfallet till regn under fredagen. Under natten till lördagen upphörde nederbörden och temperaturen sjönk åter under nollpunkten. Den vädersituation som då uppstod med hård vind utan nederbörd medförde att salt drev in från havet. I inlandet föll stora mängder blötsnö, vilken frös fast på träden när temperaturen sjönk.

Skador

Den övervägande delen av skadorna uppstod genom att träd föll över ledningarna. Detta orsakade brott på ledare och stolpar. Snötyngda träd

böjde sig över ledningarna med jordfel som följd. Den kraftiga vinden i kombination med snöbelastning på ledarna förorsakade sammanslagningar av dem.

På västkusten orsakade saltbeläggning flera överslag med elavbrott som följd i stamnätet och det regionala fördelningsnätet.

Därutöver har andra typer av skador och följdfel rapporterats. Som exempel på sådana skador kan nämnas att ett antal transformatorer havereade. Skador på servisledningarna av blanktråd har rapporterats. Genom vind och islast uppstod i flera fall skador på lindans (galopperande ledare). Detta inträffade även i 400 kV-nätet. Aggregaten 1 och 2 i Ringhals kärnkraftverk löste ut på grund av lindans. I något fall orsakades elavbrott på grund av att trädgrenar skavt av isolering på hängkabelledning för lågspänning (ALUS). Nedfallande snö orsakade samlingskenefel i 400 kV ställverket i Horred.

I andra anläggningar exploderade ventilavledare.

Vid svåra väderförhållanden utsätts anläggningarna alltid för hårda påfrestningar och svagheter ger sig då tillkänna. En del av de sistnämnda fallen kan ha berott på eftersatt underhåll.

Elavbrottens omfattning

De 45 tillfrågade företagen har drygt en miljon elabonnenter. Totala antalet störda abonnenter torde ha varit mellan en halv och en miljon. De flesta återfick elen inom ett dygn eller snabbare. Enstaka eller grupper av abonnenter fick dock vänta flera dygn. Följande eldistributörer har uppgett avbrottstider på ett dygn eller mer:

Forsaströms Kraft AB	24 timmar	enstaka abonnenter
Sydskraft AB	24 timmar	enstaka abonnenter
Kungälv Elverk	24 timmar	15 abonnenter
Vattenfall Östsverige	30 timmar	enstaka abonnenter
Värmdö Elverk	42 timmar	Möja
Drefvikens Energiverk AB	48 timmar	enstaka abonnenter
RoslagsEnergi AB	48 timmar	enstaka abonnenter
Smålands Kraft AB	24 timmar	3 700 abonnenter,
Smålands Kraft AB	48 timmar	300 abonnenter
Vingåkers Elverk AB	56 timmar	enstaka abonnenter
Vattenfall Västsverige	60 timmar	enstaka abonnenter
Viskans Kraft AB	72 timmar	enstaka abonnenter
Yngeredsfors Kraft AB	84 timmar	enstaka abonnenter
Nacka Elverk	34 timmar	60 abonnenter,
Nacka Elverk	92 timmar	2 abonnenter

Vidtagna åtgärder

De flesta distributörerna avhjälpste störningarna med egen personal. 13 av de tillfrågade företagen har uppgivit att de har beredskapsorganisation för storstörningar. Samtliga utom två har utnyttjat sin beredskapsorganisation vid den aktuella störningen. Boo Elverk och Nacka Elverk fick hjälp av brandkåren. Elinstallatörer har hjälpt till vid fyra elverk, nämligen Nacka

Elverk, Roslags Energi AB, Vingåkers Elverk AB och Värmdö Elverk AB. Sex distributörer, Värmdö Elverk AB, Smålands Kraft AB, Sydkraft AB, Vattenfall Västsverige, Viskans Kraft AB och Yngeredsfors Kraft AB, har använt sig av helikopter för inspektion och felrapportering. Smålands Kraft AB, Sydkraft AB och Yngeredsfors Kraft AB anlitate i förväg organiserad frivillig utomstående personal för patrullering och röjning av ledningsgator. Militären har hjälpt till med manskap och fordon hos Vattenfall Västsverige, Viskans Kraft AB och Yngeredsfors Kraft AB.

4.2.2 Karaktäristik

Driftsäkerheten kan aldrig bli hundraprocentig. Verkningarna av ofrånkomliga avbrott kan emellertid begränsas om företagen håller en fungerande driftstörningsberedskap. Det är självklart angeläget att eldistributörerna bör se över sin driftstörningsberedskap i såväl tekniskt som personellt hänseende med jämna mellanrum. Skall beredskapen kunna fungera effektivt är det nödvändigt, att man i förväg sätter sig in i vilka åtgärder som skall vidtas för snabb felsökning och reparation.

Sammanbrottsförloppet

Sammanbrottsförloppet följer i stort sett väderfrontens framskridande och drabbar då samtidigt lågspänningsnät, 10 kV nät och 40¹ kV nät. Även ledningar med träsäkra skogsgator kan skadas av snö- och islaster. Däremot påverkas sällan 130 kV nätet av storm – såvida det inte är fråga om alldeles extrema förhållanden (tromb knäckte 400 kV stolpar i Skåne sommaren 1983). Fel på olika komponenter leder till bortkoppling.

Automatik i 130 och 40 kV transformatorstationer leder till omedelbar återinkoppling som lyckas om felet är övergående och misslyckas om felet är bestående. Vid en misslyckad återinkoppling går larm till närmaste bemannade driftställe. Säkringsfel i nätstation observeras i regel först vid inspektion eller efter anmälan från abonnent om spänningslöshet.

Möjligheter att genom ingripanden påverka sammanbrottsförloppet – t ex att avgränsa vissa delar saknas. Det tar ofta lång tid (flera timmar) att bilda sig en uppfattning om hur stor störningen kommer att bli. Däremot kan installation av olika typer av skydd begränsa störningarnas omfattning.

Förutsättningar för lokal drift

Förutsättningarna för lokal drift vid stormstörningar begränsas dels av allmänna svårigheter som är förenade med lokal drift (se avsnitt 4.4), dels av stormstörningens karaktär. Det senare innebär att de områden som skulle kunna ha nytta av lokal drift sällan har tillräckligt intakta nät för att detta driftalternativ skulle vara intressant.

Stora tätorter berörs däremot sällan av stormskador under mer än några timmar. Det är därför endast undantagsvis som lokal drift kan bli aktuell.

¹40 kV betecknar här 40, 30, 20 kV

Återuppbyggnadsförloppet

Återuppbyggnadsförloppet omfattar principiellt försök till driftomläggning, framsektionering av felbehäftad ledningssektion, felsökning samt reparation.

Under förutsättning att det matande 130 kV-nätet är intakt, startar återuppbyggnaden med 40 kV-näten. Efter försök till övergång till reservmatning, avskiljes genom successiv sektionering felbehäftade ledningssektioner. Driftomläggning och felsökning genom sektionering leds från de bemannade driftställena och sker dels genom utnyttjande av fjärrkontrollerade frånskiljare, dels genom utnyttjande av frånskiljarvakter. Driftomläggning och sektionering tar normalt 1 à 2 timmar, varefter driften kan återupptas på de nätdelar som ligger mellan matande transformatorstation och felstället. Med normal nätstruktur innebär detta i regel att större tätorter kan återfå spänning inom 1 à 2 timmar. För tätorter som matas av ledningar som inte har trädsäkra ledningsgator kan det ta längre tid. Eftersom distributionsnäten i tätorterna i regel är kabelnät begränsas störningstiden för slutabonnten till feltiden för det matande 40 kV-nätet. Efter avslutad sektionering vidtas felsökning genom patrullering samt därefter reparation. Erfarenheterna från ett flertal felfall tyder på att vid omfattande regionala störningar förlängs reparationstiden på grund av resursbrist. Vid stormstörningen i januari har noterats medelreparationstider på ca 10 timmar, samt ytterlighetsfall med reparationstider upp mot flera dygn.

Eftersom man för felsökning genom sektionering är beroende av tillgång till spänning, kan meningsfull felsökning på 10 kV-näten påbörjas först sedan man fått spänning i matande transformatorstationer. Felsöknings- och reparationsförloppet bestäms därför i betydande mån av vilka skador det överliggande nätet har. Störningens omfattning samt tillgången till resurser är andra avgörande parametrar. Erfarenheterna från vinterns svåra stormstörningar visar att den totala avbrottstiden i ogynnsamma fall blev omkring 2 à 3 dygn. I flera fall har man dock klarat reparationerna med en total feltid inom intervallet 1 à 2 dygn.

De kritiska momenten i återuppbyggnadsförloppet ligger främst i

- mobilisering och organisation av felsöknings- och reparationspersonal
- ledningsnätens belastbarhet
- informationsutbytet gentemot allmänheten.

Möjligheterna att påverka återuppbyggnadsförloppet är väsentligen en fråga om resursinsats. I vissa fall har markägare enligt avtal med LRF, militär personal och frivilliga med framgång använts för patrullering, resursinsatser m m. Vissa praktiska begränsningar finns dock i möjligheterna att öka resursinsatsen med hänsyn till bl a tillgänglig arbetsledning med lokalkännedom, bestämmelserna för arbete på och invid elektriska anläggningar etc.

Möjligheter att prioritera abonnenter finns i den meningen att man inom vissa gränser kan prioritera reparation av ledningar som matar viktig samhällsservice (vattenverk, avloppsverk, vårdcentraler etc) eller annan

avbrottskänslig belastning (stora djurbesättningar). Förutsättningarna för önskvärd prioritering är dock starkt beroende av hur skadorna drabbar systemet. Ett allvarligt och långvarigt 40 kV fel kan exempelvis omöjliggöra önskvärda prioriteringar inom underliggande nät. Viss prioritering kan även ske genom att reservverk ansluts i angelägna punkter. Antalet reservverk är dock oftast starkt begränsat, vartill kommer att driften av dessa tar i anspråk resurser som eljest skulle utnyttjats för felsökning och reparation.

4.3 Störfall 3 - Storstörning till följd av haveri i vital anläggningsdel

Ett elavbrott med relativt lång varaktighet i en större tåttort skulle medföra allvarliga konsekvenser. Tåttortsnäten är utförda på ett sådant sätt att de har mycket hög tillförlitlighet och motståndsförmåga mot skador. För att en tåttort helt eller delvis skulle kunna ställas utan elförsörjning krävs därför allvarliga skador, som drabbar flera matningsvägar eller som inträffar samtidigt som vitala anläggningar är avställda för arbeten.

Denna typ av skador kan också drabba regionala nät, men möjligheterna att begränsa störningens omfattning är då vanligen större än när det gäller en stor tåttort.

Sannolikheten för fredstida störningar av det här behandlade slaget är mycket låg – hur låg är svårt att bedöma, bl a därför att en stor del av störningarna torde bero på komplexa kombinationer av händelser. Det kan därför vara kraven för att klara sådana situationer i krigs- och konfliktsituationer, som blir bestämmande för vilka åtgärder man väljer att vidta.

Störningarnas varaktighet kan uppskattas till någon dag upp till i allra värsta fall veckor om exempelvis en transformator på stamnätsnivå måste ersättas. En någorlunda säker bedömning av störningstiden bör kunna göras ganska snabbt efter att man fått klart för sig skadans omfattning. Det är i de flesta fall den första grova bedömningen – kommer avbrottet att bli längre än något dygn? – som är den viktigaste; och den kan oftast göras ganska snabbt.

Diskussionen utgår från händelser som kan orsaka allvarliga störningar i matningen av en region eller tåttort eller delar därav. En schematisk skiss över den systemuppbyggnad, som resonemanget utgår från, finns i figur 4:1.

Även om förhållandena varierar bör samma slags resonemang som här kunna tillämpas generellt på matningen av tåttorter och regioner. Skillnaden blir dock att ju längre ner i matningskedjan man kommer, ju lägre spänningsnivå och ju mindre belastning som berörs, dess lättare kan en provisoriskt brukbar anläggning byggas upp. Reservmateriel finns ofta att tillgå, om inte hos den berörda eldistributören så hos någon annan distributör

eller i gemensamma förråd¹, hos en grossist eller tillverkare, transportproblemen blir mindre och utrymmesbehovet för en reservanläggning likaså.

I huvudsak diskuteras problemen nedan utgående från fredstida förhållanden. Till stor del överensstämmer dock synpunkterna med vad som förs fram i ÖEF/Vattenfalls studie om kraftsystemets drift i krig (se 8.3). Skillnaden i ansvarsförhållanden mellan fredstida störningar och vad som gäller i krigstid måste dock poängteras.

4.3.1 Tänkbara orsaker till avbrott

Normalt har man "full reserv" för en så omfattande matning som här diskuteras. I princip innebär detta att vilken anläggningsdel som helst skall kunna kopplas bort utan att matningen störs annat än kortvarigt under omkopplingstiden från delar av sekunder till ett fåtal minuter. Om en station har tre transformatorer, matade av var sin ledning (se figur 4:1), skall matningen således kunna upprätthållas med vilken som helst av dessa enheter bortkopplad. I praktiken kan dock avsteg från principen förekomma när det gäller t ex en stations samlingssskenor.

En störning enligt störfall 3 måste alltså samtidigt drabba mer än en matningsväg. Man kan tänka sig tre typer av händelser som ger den effekten:

- 1 Fel på utrustning, som är gemensam för flera matningsvägar.
- 2 Så omfattande skador att flera matningsvägar påverkas.
- 3 Fel på en matningsväg medan en annan är bortkopplad för arbeten.

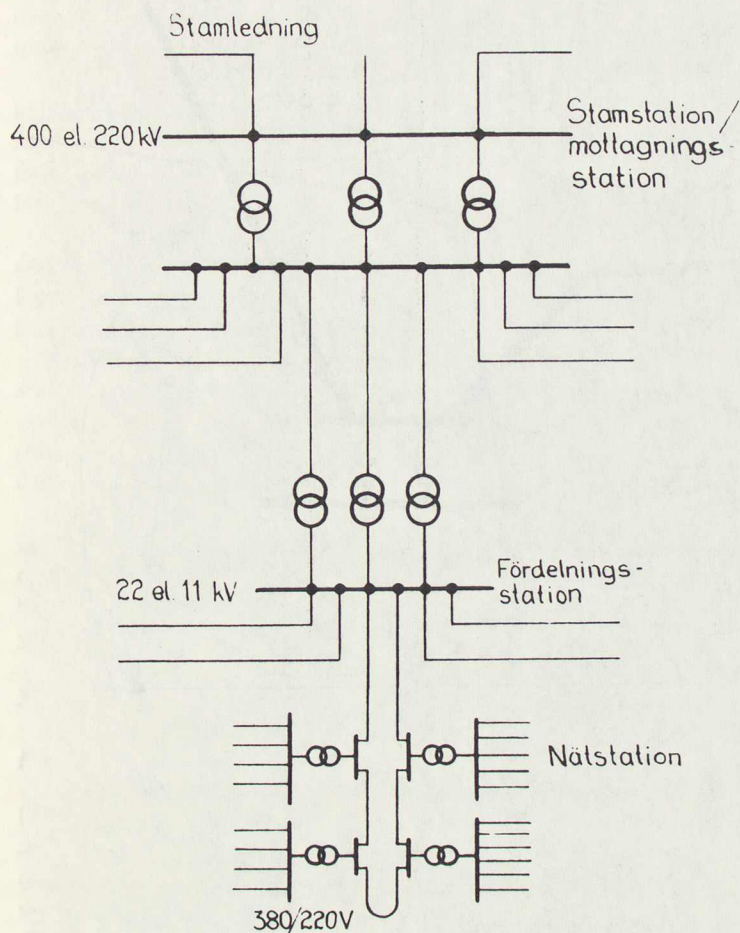
Härnösandsstöringen 1973, då hela skyddsutrustningen för en fördelningsstation var ur funktion på grund av att dess likspänningsmatning saknades, var en händelse av typ 1, medan typ 2 kan exemplifieras av Södertäljestöringen 1963, då olja läckte ut i ett ställverksrum och exploderade, varvid hela fördelningsstationen slogs ut. En liknande händelse har inträffat i Rockneby utanför Kalmar under 1983.²

Nedan kommer tre händelser att diskuteras, som kan ge svåra konsekvenser för elförsörjningen:

- A En större mottagningsstation matas av en dubbel stamledning på gemensamma stolpar. Flera av dessa stolpar skadas allvarligt så att ledningen rasar på en längre sträcka.
- B Flygolycka, varigenom samtliga inmatande transformatorer i en större mottagningsstation på stamnätetsnivå förstörs.
- C Allvarliga skador på en stamledning för att mata ett område, samtidigt som den andra stamledningen som matar området är ur drift för ombyggnad flera månader. Till området finns även andra lokala ledningar, men med otillräcklig kapacitet för att klara hela belastningen. Se figur 4:2.

¹Ett antal eldistributörer i södra Sverige har t ex gått samman om katastrofmateriel (SURK - Samordning av utrustningar för reservkraft). I samarbetet ingår gemensam anskaffning av beredskapsställverk, gemensam upphandling av reseraggregat och samarbete vid katastrofer.

²I Rockneby lyckades man med hjälp av ett beredskapsställverk återuppta elleveranserna på ett dygn.



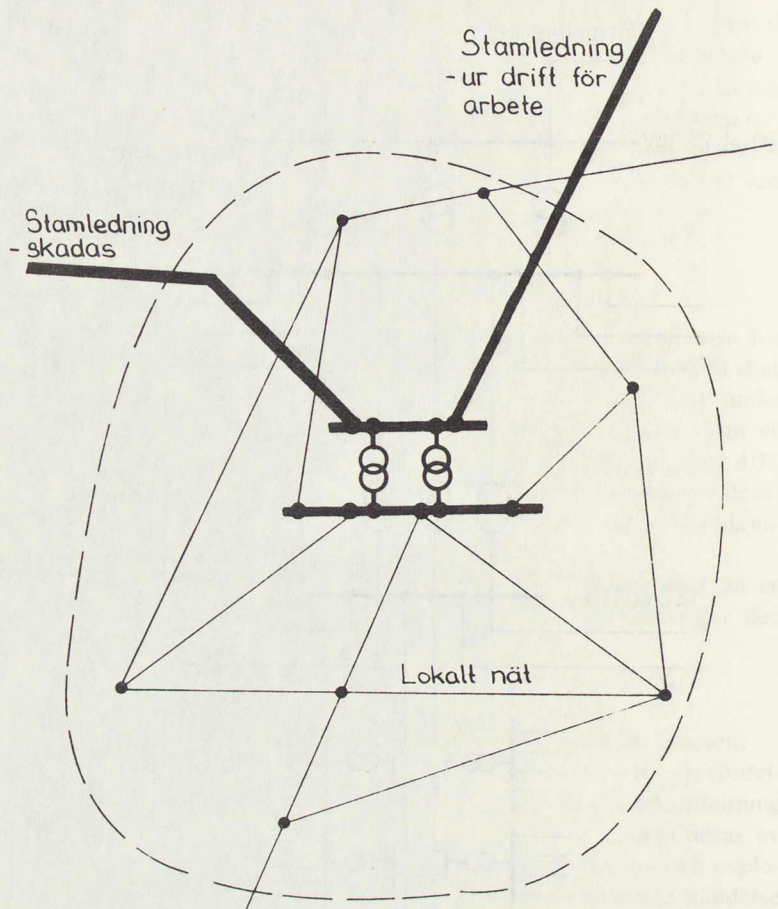
Figur 4:1 Schematisk bild av ett eldistributionssystem

Hur ledningsskadorna uppstår diskuteras inte här – kanske kan extremt ogynnsamma förhållanden vid en skogsbrand eller trafikolycka vara möjliga orsaker.

4.3.2 Karaktäristik

Sammanbrottsförlopp

Händelser av både typ A och B leder till att mottagningsstationen isoleras från stamnätet. Även om det skulle finnas tillräcklig lokal elproduktion i drift för att täcka hela belastningen måste man räkna med så gott som omedelbart avbrott. I bästa fall kan maskiner, som är i drift, gå över i husturbindrift. Eftersom utgångspunkten är att ledningarna eller transformatorerna är skadade kan avbrottsförloppet inte påverkas, vare sig manuellt eller med automatik.



Figur 4:2 Distributionsnät felfall C

Händelsen typ C leder till avbrott för den belastning, som matas av den kraftiga stamledningen. Om nätet i området körs hopmaskat medför detta att kvarvarande ledningar kan överbelastats och automatiskt kopplas bort. Troligare är att nätet under arbetet körs sektionerat, med vissa delar matade enbart av de lokala ledningarna och återstoden av den kraftiga stamledningen. I det fallet kommer alltså bara den del av belastningen, som matas av stamledningen, att kopplas bort. I ingendera fallet kan man räkna med att hinna påverka förloppet.

Återuppbyggnadsförloppet

I fall A och B kan ingen återuppbyggnad ske förrän skadorna provisoriskt avhjälpas, annat än om lokal produktion kan utnyttjas.

I fall C kommer en viss återinkoppling via de lokala ledningarna att kunna ske omgående. Totalt kommer det dock inte att finnas kapacitet för hela toppbelastningen. Under större delen av den tid arbetet pågår leder

därför ett fel typ C till att det blir nödvändigt att reducera belastningen under dagtid.

Lösningen på medellång sikt blir i både fall A och C att reparera en ledning provisoriskt. En provisoriskt reparerad ledning bedöms kunna vara i drift inom två-tre dygn i fall C, då yrkeskunnigt folk och materiel finns på plats och tre-fyra dygn i fall A. Därefter bör matningen kunna återupptas i full utsträckning.

I fall B är reparations- eller ersättningstiden för stora transformatorer minst i storleksordningen halvår. Någon annan lösning måste alltså sökas. Den enda möjligheten torde vara att flytta en eller flera transformatorer från andra stamstationer. Därigenom ställs dessa stationer utan reserv.

Transformatorerna måste först demonteras, sedan transporteras och slutligen åter monteras på den nya platsen. En sådan operation är både svår – det gäller t ex att flytta en vikt om över 100 ton – och tidskrävande. En planering i förväg av vilka transportvägar som kan användas är vital för att underlätta transporterna.

Man kan inte räkna med att det går att klara en transformatorflyttning snabbare än på 1-2 veckor. Efter den tiden kan matningen återupptas inom ramen för vad en transformator kan ge. I värsta fall, om inte en enhet klarar hela belastningen, kan begränsningar i matningen alltså bli nödvändiga ytterligare en tid.

Om ställverken e d skadas i samband med felfall B bör provisoriska åtgärder hinna vidtas under den tid det tar att få fram transformatorerna.

Förutsättningar för lokal drift

I situationer då man på ett tidigt stadium bedömer att störningen kommer att vara i flera dygn, kanske upp till en vecka, finns starka motiv att försöka ordna en begränsad elförsörjning på basis av de produktionsanläggningar som finns i det område, som genom skador som beskrivits ovan är helt eller delvis avskuret från elleveranser.

Enligt avsnitt 4.4 bör separat drift inom ett begränsat område endast övervägas i de fall där de lokala förhållandena är exceptionellt goda och fördelarna jämfört med spänningslöshet under längre tid är mycket stora.

I tätorter och regioner där ovannämnda förutsättningar är uppfyllda och vars matning helt eller delvis är beroende av anläggningar med begränsade reservmöjligheter bör man därför studera och i förekommande fall förbereda drift i lokalt uppbyggda nät i samband med en katastrofsituation. En sådan matning – om den alls går att genomföra – blir säkerligen långt ifrån störningsfri. I ett läge då alternativet är att lämna en stor tätort eller region utan matning i flera dygn, är en sådan matning ändå att föredra.

Belastningsbegränsning, prioritering av abonnenter

I alla de tre studerade fallen kan det finnas perioder då den tillgängliga effekten inte räcker för att klara hela efterfrågan. Det kan bero på att den lokala produktionen eller den kvarvarande nätkapaciteten inte räcker till eller på att reparationerna ökar kapaciteten i flera steg.

Belastningen måste då begränsas. Det kan ske genom en kombination av

frivilliga begränsningar och att mindre väsentlig last kopplas bort, att viss annan förbrukning ges företräde och att tillgänglig effekt fördelas så jämnt som möjligt mellan förbrukarna.

Det vanligaste sättet att fördela kapaciteten är genom periodiska bortkopplingar områdesvis. Man kopplar alltså under ett par timmar in så stor del av matningsområdet, som tillgänglig effekt kan försörja, bryter sedan den matningen och kopplar in nästa delområde lika lång tid osv. Om inkopplingarna kan ske i stora steg är de tekniska problemen små; om man däremot – med hänsyn till exempelvis tillåtna belastningsförändringar på maskiner i lokal produktion – måste göra dem i små steg kan kopplingsarbetet bli besvärande stort. Det är viktigt att bortkopplingarna förbereds i god tid, speciellt om de berör områden med flera olika distributörer, ledningar på olika spänningsnivåer och med olika utmatningsmöjligheter och kanske även olika råkraftleverantörer.

En prioritering måste förutsätta att det av någon anledning anses vara väsentligare att mata vissa belastningar än andra. Vilka kriterier som därvid skall gälla diskuteras inte här (se kapitel 8).

Det är emellertid ofta också tekniskt svårt att arrangera en prioriterad matning, eftersom man måste separera den last som skall prioriteras från annan last. Allmänt gäller därför att ju mindre abonnenten är och ju lägre spänning den är ansluten till, dess svårare är det att prioritera den. Förutsättningen för att en prioritering skall fungera bra är att den är planerad och förberedd i god tid. Framför allt måste man i förväg veta vilka abonnenter som skall prioriteras så att man kan förbereda de omkopplingar som måste ske. Det kan också diskuteras att göra vissa investeringar för att underlätta dessa kopplingar, exempelvis i en utbyggd fjärrkontroll av de kopplingsapparater som behöver manövreras för att etablera en prioriterad matningsväg.

Som exempel har studerats prioritering av tre objekt, som matas på olika nivåer i Stockholms nät: tunnelbanan, som matas på 33 kV nivå, ett vattenverk, som matas med separata 11 kV-kablar från en obemannad fördelningsstation, och en pumpstation, som matas på 11 kV från en kabelslinga, som också försörjer flera andra objekt.

Som väntat visar det sig att prioritering av större belastningar som matas på hög nivå medför relativt begränsade omkopplingar, som ofta kan ske med fjärrkontroll, medan det totala behovet av omkopplingar – och än mer av manuella omkopplingar ute i nätet – växer, ju längre ut i nätet man kommer.

Alla tre dessa prioriteringsfall avser högspänningsmatade objekt. Prioritering av en lågspänningsmatad belastning medför lika omfattande högspänningskopplingar. Dessutom måste man antingen acceptera att mata även andra lågspänningsabbonenter, som är anslutna till samma nätstation, eller koppla bort all annan belastning i nätstationen, vilket medför ytterligare en hel del kopplingsarbete. I det senare fallet blir det dessutom mycket svårt att ta med de bortkopplade objekten i systemet med periodiska bortkopplingar.

Omkopplingar för att prioritera viss förbrukning kan vara möjliga så länge det bara är ett fåtal objekt som skall prioriteras. Om volymen växer och speciellt om åtgärderna inte är planerade kan det emellertid bli svårt att

klara kopplingsvolymen. Det är alltså väsentligt att det i förväg finns beslut och planer för vilka sådana åtgärder som skall vidtas.

4.4 Lokalt eller regionalt uppbyggda nät som metod att begränsa en störning

Efter storstörningen den 27 december framfördes på många håll frågan varför inte elförsörjningen i de södra delarna av landet kunde ha fortsatt trots att förbindelserna mot norr var avskurna.

I Vattenfalls störningsrapport förklaras varför det inte fanns möjligheter till en sådan drift vid störningen den 27 december. Vattenfall tog också i rapporten starkt avstånd från tanken att införa möjligheter till detta vid framtida störningar.

Enligt direktiven bör utredaren "belysa möjligheterna att inom begränsade områden klara elförsörjningen trots att centrala nät har slagits ut". A-gruppen har analyserat vilka möjligheter som föreligger och dragit följande slutsats:

"Arbetsgruppen avvisar därför tanken på isolerade elsystem i samband med störningar på stamnätet särskilt som sådana störningar i fredstid inte förväntas ha en längre varaktighet än 12 timmar".

"Störningar med längre varaktighet än 12 timmar förekommer i de regionala och lokala näten. Arbetsgruppen har inte i detalj studerat möjligheterna och förutsättningarna för lokalt uppbyggda nät i dessa fall men finner att det kan vara angeläget att närmare analysera frågan".

I det följande redovisas några av de svårigheter som föreligger vid försök till separat drift inom ett begränsat område.

Produktionen och distributionen av elenergi har flera mycket unika särdrag, som markant skiljer den från försörjningen av andra varor och tjänster och som ställer extra höga krav på elförsörjningens kvalitet och leveranssäkerhet:

- Konsumtionen bestämmer i varje ögonblick produktionen. Elenergin måste därför produceras i samma ögonblick som den konsumeras.
- Endast mycket små avvikelser från normal balans produktion-konsumtion är tekniskt möjliga.
- Alla får vid inkoppling el från nätet utan köbildning eller prioritering.

Förutsättningen för att driva större eller mindre kraftsystem avskilda från övriga nätet beror alltså på förmågan att upprätthålla balans mellan produktion och belastning. Detta måste ske ständigt och med mycket små toleranser för avvikelser.

Man kan skilja på två fall av separat drift inom begränsat område:

- Momentan övergång till separat drift inom begränsat område i samband med störning.
- Successiv uppbyggnad av separat drift inom begränsat område efter störning.

Momentan övergång till separat drift inom begränsat område i samband med störning

Med tanke på

- svårigheterna att i förväg fastställa vilka delområden som kan bli aktuella,
- kraven på mycket komplicerad och dyrbar reglerutrustning,
- risken för oönskade fränkopplingar,
- ovissheten om man ändå skall lyckas,

bör man överge eventuella planer på att försöka åstadkomma momentan övergång till lokal drift vid en störning på stamnätet.

Successiv uppbyggnad av separat drift inom begränsat område efter störning

Drift med lokal produktion inom ett mindre område är problematisk. Det är i många fall osäkert om den alls är möjlig.

Möjligheterna att från spänningslöst tillstånd lokalt bygga upp elförsörjningen i lämpligt stora delområden är dock av särskilt intresse vid en störning, där man kan befara att det tar lång tid att bygga upp det samlade systemet till en enhet. Detta gäller främst då en stor mottagningsstation har skadats (störfall 3). Därför görs nedan en något djupare analys av möjligheterna.

Elförsörjningen i det aktuella området byggs i första hand upp av vattenkraft och/eller gasturbiner vilka är mycket snabbstartade. Efter en tid kan även lokala kraftvärmeverk startas och senare - om den stora återuppbyggnaden dröjer länge - även vissa andra värmekraftverk. Lokala anläggningar kan emellertid ha låg beredskap om de inte körs normalt.

Vid uppbyggnaden av lokalt elsystem med inledningsvis vattenkraft och gasturbiner måste tillses att den anslutna elbelastningen ej är för stor; annars sker omedelbar bortkoppling. För att veta hur mycket av delområdet som kan anslutas bör man i förväg, runt varje lokal kraftstationsgrupp, ha gjort upp en grov plan över möjligt försörjningsområde.

En besvärlig komplikation för små, lokalt uppbyggda elsystem är att den relativa inverkan av belastningsfluktuationer och följdstörningar blir mycket stor på grund av att den normala sammanlagringen i stamnätet bortfaller. Svängningarna i spänning och frekvens blir därmed ytterligare förstärkta. Påfrestningarna på generatorer och kraftanläggningar kan bli så stora att de riskerar att kopplas bort av skyddssystemen.

Dessa farhågor bekräftades vid storstörningen den 27 december 1983, då några smärre lokala system bildades i det norra delsystemet där vattenkraftstationer ingick. Inget av dessa delsystem klarade sin balanssituation utan bröts ned genom successiva bortkopplingar; vattenkraftens stryktåligghet och regleregenskaper hjälpte alltså icke. (I vissa fall kan dock en svag länk till det stora systemet finnas, vilket kan minska påfrestningarna.)

Man kan också vänta sig svårigheter när flera maskiner tillsammans skall försörja ett system. Det finns erfarenheter från reservkraftanläggningar med flera dieselgeneratorer, där det visat sig omöjligt att låta dem arbeta tillsammans. Där har man i stället tvingats dela upp belastningen i separata matningsområden.

Vid drift av ett lokalt uppbyggt delsystem måste driften styras lokalt. Den innebär helt nya arbetsformer för driftpersonal som normalt inte har till uppgift att styra produktion och utvärdera vilka åtgärder som är nödvändiga. Erfarenheter från många störningar visar att detta är mycket svårt. En helt annan sak är om ett system från början är dimensionerat för och ständigt drivs separat; frekvensregleringen ingår då som naturlig del i driftledningens ansvar.

Vid lokal drift uppstår stora svårigheter, när hopkopplingen med det stora systemet skall ske.

För hopkopplingen fordras att driftledningen för delområdet har kontroll över frekvens- och spänningsregleringen samt att det i kopplingspunkten finns en utrustning som automatiskt kopplar ihop systemen när dessa ligger i fas. Sådana utrustningar måste vara installerade i förväg.

Att inkoppling av delsystem till det stora nätet innebär stora svårigheter visade ett prov vintern 1984 med ett system uppbyggt kring Stenkullafors vattenkraftverk i Norrland. Flertalet försök misslyckades här.

Det är alltså i hög grad ovisst om möjligheter finns för hopkoppling av ett delsystem med det stora nätet. Om så icke är fallet måste driften av delsystemet läggas ner före hopkopplingen, så att denna kan göras med delsystemet i frekvens- och spänningslöst tillstånd.

Slutsatser beträffande möjligheterna till uppbyggnad av lokalt elsystem är mot bakgrund av

- erforderlig mycket komplicerad och dyrbar reglerutrustning,
- behovet av kompetent och erfaren driftledning som emellertid ej efterfrågas för den normala driftövervakningen,
- att man sannolikt åter måste göra systemet spänningslöst före hopkoppling med det stora systemet,

att denna typ av drift endast bör övervägas i några enstaka fall där de lokala förhållandena är exceptionellt goda och fördelarna jämfört med spänningslöshet under längre tid är mycket stora.

4.5 Möjliga åtgärder hos eldistributören för att möta långa elavbrott

Förslagen i detta avsnitt avser huvudsakligen störfall 3.

Av redovisningen framgår att alla abonnenter kan drabbas av avbrotts-tider upp till 2-3 dygn och mer. Dessa tider kan dock ofta begränsas om elleverantörerna i förväg har tänkt igenom vad som kan göras. Det är knappast möjligt att göra detaljerade planer för hur man skall handla i olika situationer, men viss grundläggande planering kan ändå göras. Dit hör:

- Genomgång av vilken materiel som kan behövas för t ex ledningsreparationer och var denna finns.
- Planering av transportvägar för transformatorer och annan tung materiel.
- Genomgång av möjligheterna att utnyttja anläggningarna under extrema förhållanden.
- Planering av hur områdesvisa bortkopplingar skall kunna ske, speciellt där flera parter är inblandade.

- Beslut om prioritering och planering av matningsvägar.
- Eventuell studium av personella och anläggningsmässiga möjligheter till och förutsättningarna för successiv uppbyggnad av separata nät inom begränsade områden av lokala elproduktionsanläggningar.

I vissa fall kan också en utbyggnad av anläggningarna diskuteras. Som exempel på tänkbara åtgärder kan nämnas:

- Utbyggnad av alternativa matningsvägar.
- Komplettering av kontrollanläggningarna för att göra det lättare att etablera prioriterade matningsvägar.
- Förstärkning av eldistributionssystemet.
- Installation av reservkraft för att underlätta start av större lokala elproduktionsanläggningar.
- Komplettering av reglerutrustningar för produktionsanläggningar för att möjliggöra lokal drift.

I kapitel 8 föreslås en kommunal planering för att möta långa elavbrott. Åtgärderna ovan utgör endast en del i denna planering.

4.6 Slutsatser

Gruppen anser att åtgärder för att möta elavbrott kan analyseras utgående från 3 störfall.

Störfall 1 är en stamnätsstörning av i princip samma slag som störningen den 27 december.

- Varaktighet upp till 12 timmar.
- Närmast föregående händelse 1955.

Störfall 2 är en regional storstörning med ett stort antal samtidiga skador, sannolikt orsakad av en storm.

- Med varaktighet upp till ett dygn varannat år.
- Med varaktighet upp till 3 dygn vart femte år.

Störfall 3 är en regional eller lokal storstörning, orsakad av flera samtidiga fel i vitala delar av elmatningen till en hel region eller en stor tätort.

- Varaktighet 2-3 dygn, i extrema fall en vecka.
- Två händelser har inträffat de senaste 20 åren.

En bedömning av störfallens omfattning och längsta avbrottsstid ger följande tabell:

	Omfattning			Längsta avbrottsstid			
	Del av landet	Region	Lokalt	Landsbygd	Mindre tätort	Storindustri	Störretätort
Störfall 1	x	x	x	12 tim	12 tim	12 tim	12 tim
Störfall 2		x	x	1-3 dygn	1 dygn	2 tim	2 tim
Störfall 3		x	x	1-2 dygn	1-2 dygn	2-3 dygn	2-3 dygn

Sannolikheten för att ett visst störfall skall inträffa är beroende av nätens utformning och måste således bedömas från fall till fall. Denna sannolikhet måste vägas in i den ekonomiska bedömningen av eventuella åtgärder. Vilka störfall som man skall ta hänsyn till i planeringen beror på de lokala förutsättningarna. Ett urval måste ske.

Andra störfall än de ovan nämnda fall kan vara dimensionerande för vissa abonnenter då de uppträder med större sannolikhet men kortare varaktighet. Även dessa fall bör då beaktas.

5 Åtgärder för att motverka konsekvenser av elavbrott

Detta avsnitt bygger i huvudsak på ett uppdrag som kommissionen har givit FOA och innehåller en principiell diskussion om alternativa sätt att minska känsligheten för elavbrott. Särskilt behandlas faktorer av betydelse vid val och dimensionering av reservkraftsystem. Avsnittet syftar även till att belysa vissa reservmöjligheter som kan tyckas vara naturliga men skulle leda till mycket höga kostnader eller till mycket stora praktiska problem. Dessa förslag aktualiseras inte i kapitlen 6 och 7 men kan besvara frågor som är naturliga att ställa vid en analys av konsekvenserna vid elavbrott.

Två huvudtyper av åtgärder för att säkra elberoende funktioner kan vidtagas. Antingen kan elsystemet förstärkas eller reservkraft anskaffas. En tredje väg är att under kortare eller längre tid göra sig oberoende av el.

Nedan ges några exempel på alternativa lösningar.

- a) Förstärkning av överföringslinjerna från norra till södra Sverige.
- b) Förberedelser för att kunna övergå momentant till elförsörjning inom begränsade områden.
- c) Förberedelser för att kunna driva lokala elsystem isolerade.
- d) Allmän förstärkning av distributionssystemet.
- e) Alternativa matningsvägar.
- f) Olika former av reservkraft.
- g) Åtgärder som gör en funktion eloberoende.

Åtgärderna a) och b) behandlas av arbetsgrupp A. Åtgärd c) behandlas i kapitel 4. Åtgärderna d) och e) behandlas i kapitel 3. I detta kapitel behandlas sålunda i huvudsak åtgärder av typ f) och g).

Man kan konstatera att behovet av leveranssäkerhet varierar mellan olika samhällsfunktioner. Inom varje samhällsfunktion varierar likaledes konsekvenserna vid elavbrott. Ett fåtal mycket viktiga funktioner får oacceptabla konsekvenser vid elavbrott. Det är nödvändigheten av att säkra dessa funktioner med sårlosningar som reservverk eller motsvarande som skall vägas mot allmänna höjningar av leveranssäkerheten. En kostnadsavvägning av detta slag görs ej i detta kapitel, däremot anges ungefärliga kostnader för vissa funktioner om de skulle förses med reservkraft eller motsvarande.

Ambitionen beträffande behov av reservkraft varierar. Nedanstående nivåer på reservkraft kan särskiljas:

- Full täckning.
- Klara korta eller lokala avbrott.

- Kontrollerad avstängning.
- Ingen reservkraft.

I vissa fall begränsas behovet av reservkraft till någon viktig delfunktion. Man kan då tala om ambitionsnivån:

- Klara viktiga funktioner.

5.1 Reservkraft - krav och kostnader

Reservkraft är inget entydigt begrepp. Olika utrustningar som skall kraftmatas ställer olika krav på vad reservkraftsystemet skall klara. Vissa datorer tolererar inte något avbrott alls och kräver avbrottsfri kraft medan andra funktioner kan klara ett avbrott på flera timmar innan reservkraften behöver komma igång.

Det finns två huvudtyper av reservkraftsystem för växel- spänningsmatning nämligen dels batteribaserade system, dels system baserade på förbränningsmotorer.

Systemen förekommer såväl var för sig som i kombination.

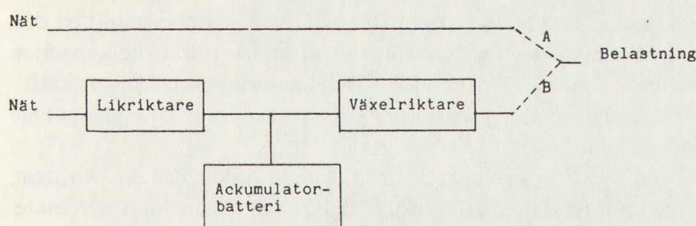
Batteribaserade system är i princip utformade enligt figur 5:1. Avbrottsfri kraft fås om belastningen normalt matas väg B. Kraft tas då från elnätet och likriktas. Denna likriktade ström används dels för att underhållsladda batteriet, dels för att mata växelriktaren som i sin tur matar belastningen med växelström. Vid avbrott på nätet upphör likriktaren att leverera ström och växelriktaren matas istället från batteriet utan att någon omkoppling behöver ske. Samtidigt ger detta system ett skydd mot störningar, t ex transienter och frekvensavvikelser. Avbrottsfri kraftmatning, (Väg B) ger emellertid relativt höga förluster eftersom strömmen både likriktas och växelriktas.

Om i stället väg A i figur 5:1 normalt används fås s k icke avbrottsfri matning. Vid ett nätavbrott måste då en omkoppling ske och växelriktaren startas. Detta kan ta någon sekund. Fördelen med detta är att förlusterna vid normal drift minskas.

Batterierna till ett växelriktarsystem brukar av ekonomiska skäl dimensioneras för att klara ett avbrott på 10-30 minuter. För att klara längre avbrott installeras diesel- eller bensindrivet reservverk som kopplas in före likriktaren.

En variant av avbrottsfri elförsörjning är att mata lasten direkt från batteriet, vilket emellertid fordrar att den matade utrustningen är avsedd för likströmsdrift. Denna metod ger lägre driftkostnader och används t ex för alla telestationer men även för olika mindre apparater som t ex kalkylator, larmutrustningar och elektriska lås.

Reservverk består i princip av en generator och en förbränningsmotor som kan vara av typen bensinmotor, dieselmotor, gasturbin eller i vissa fall ångturbin. Bensinmotorer förekommer bara för de allra minsta systemen, medan dieselsystem finns i storlekar upp till 5-10 MW. Över denna storlek dominerar gasturbiner. System med automatisk start kan komma igång på 5 sekunder upp till flera minuter. Reservverk med manuell start kräver vanligen minst 10 minuter. Starttiden för en ångturbin beror mycket på hur hög beredskap den hålls.



Figur 5:1 Principschema för ett batteribaserat reservkraftsystem

Reservkraft i lantbruket består i allmänhet av en generator som kan kopplas till en traktors kraftuttag.

För att ett reservkraftsystem skall fungera krävs att systemet är väl underhållet och att inkopplingen är förberedd till de funktioner som skall elförsörjas vid ett elavbrott. För mobila aggregat kan vissa fasta inkopplingsanordningar behövas. För att säkert ha ett reservkraftsystem som snabbt träder in krävs också att det regelbundet provas under så realistiska förhållanden som möjligt.

Reservkraften måste dimensioneras så att effekten är tillräcklig för att klara variationerna i belastningen, speciellt vid start av stora elmotorer.

Olika reservverk har olika toleranser för spännings- och frekvensavvikelser beroende av såväl elverkens konstruktion som dess reglersystem. Viss last, t ex elmotorer, som ansluts kan också ge upphov till störningar av annan, känsligare, last. Det är alltså viktigt att analysera såväl reservverkets prestanda som på belastningen för att bestämma spänningskvaliteten.

All reservkraft behöver inte vara av samma kvalitet, dvs inte vara lika snabbt tillgänglig eller lika stabil i spänning och frekvens. För t ex datorcentraler skall försörjningen av datorutrustningen helst vara avbrottsfri med höga krav på stabilitet medan försörjningen av t ex kylutrustningen kan klara längre avbrott och med lägre krav på stabilitet. Kylutrustningarnas reglersystem kan dock vara känsliga genom att elektronikkomponenter ingår. Motsvarande känsliga reglerutrustningar kan finnas i utrustningar som i övrigt inte är känsliga.

Minimnivån för reservkraftens uthållighet är att klara en säker avställning dvs försäkra sig om en säker drift fram till den tidpunkt då man av olika skäl, vill/måste avsluta driften vid varje elavbrott, hur kort det än är. En del funktioner behöver ingen reservkraft alls för att säkerställa detta. Värdet av att hålla igång en funktion får sedan vägas mot kostnaden att öka på uthålligheten med hänsyn taget till hur stor sannolikheten är för avbrott med olika längd. Vissa funktioner behöver inte ständig elförsörjning. Reservkraft blir då bara intressant om det finns risk för långa avbrott.

Olika typer av reservkraft är lämpade för olika krav på uthållighet. Batterier är lämpliga för små effekter medan förbränningsmotorer är lämpliga för större effekter och längre tider. Kravet på uthållighet får då bestämma hur stora lager av bränsle som anskaffas eller planeras att skaffas vid ett längre avbrott.

Ett reservkraftsystem bör inte göras beroende av andra system t ex det normala vattenledningsnätet för kylning, som inte har tillräcklig kapacitet när reservkraften som bäst behövs. Bäst är det naturligtvis om reservkraftsystemet är helt oberoende av andra system men ekonomiska skäl kan tala emot en sådan lösning.

Reservelverk behöver drivmedel för att kunna producera el. Om man inte har stora (och fyllda) egna bränsletankar, så blir man snart beroende av samhällets allmänna bränsleförsörjning från oljedepåer och bensinstationer, som till stor del är elberoende.

Reservelverk behöver i de flesta fall också startström från batteri för att komma igång. Risken för försummad tillsyn av t ex startbatterier är störst på sådana ställen där reservelverken sällan kommer till användning. För start av mycket stora dieselmotorer brukar tryckluft lagrad i tankar användas i stället för startbatterier.

Den personal som skall sköta reservkraftsystemet vid elavbrott måste hålla sina kunskaper om systemet vid liv för att de inte skall stå handfallna när något händer. Ett sätt kan vara att utföra regelbundet underhåll och prov.

I vissa fall kan mobila reservelverk vara intressanta t ex om flera användare kan turas om att få ström. Ofta är dock nyttan av rörligheten begränsad eftersom det tar lång tid att transportera och koppla in ett elverk. Inkoppling av mobila verk binder också kompetent personal.

Att göra elverk fast stationerade men flyttbara kan eventuellt vara intressant för att t ex kunna byta verk när det blivit för litet eller behöver repareras. Det finns t ex en 15 MW gasturbin som är flyttbar. Det kan också övervägas att stationera mobila elverk hos den abonnent som planeras få tillgång till verket vid strömavbrott. Mobila och flyttbara elverk har också ett försvarsintresse.

Kostnadsuppskattningar

System för avbrottsfri växelström enligt figur 5:1 innefattar likriktare, batterier för ca 20 minuters drift och växelriktare. Ett system på 300 VA kostar ca 10 000 kr, ett system på 10 kVA ca 100 000 kr och ett system på 1 MVA ca 2-3 milj kr. "Icke avbrottsfri matning" som består av samma utrustningsdelar utgör en ungefär lika stor investering men har mindre driftskostnader eftersom förlusterna i lik- och växelriktarna undviks. Batterierna kan bestå av bly- eller nickelkadmiumackumulatorer där de senare som är upp till 50 % dyrare men har högre livslängd och lägre underhållskostnad.

För att utöka drifttidens längd utöver batteriernas urladdningstid måste dessa reservsystem med enbart batterier kompletteras med bränsle drivna reservelverk.

Bensin- och dieseldrivna elverk kostar från ca 5 000 kr för ett verk på 500 VA till 1 500 - 2 000 kr/kVA för verk på några hundra kVA.

Gasturbindrivna elverk kan kosta ca 1 500 kr/kVA för effekter på 10-tals MVA.

Traktordrivna aggregat kostar 15 000-30 000 kr för aggregat på 10-50 kVA.

I samtliga fall tillkommer kostnader för installation, kringutrustning m m.

Standardisering, viss teknisk utveckling, enkla föreskrifter och central upphandling för vissa kategorier av användare av aggregat skulle sannolikt minska inköpspris och anslutningskostnader framför allt för de mindre aggregaten.

5.2 Avvägning mellan motåtgärder och konsekvenser

Inledningsvis i detta kapitel redovisades en modell för hur en förutsättningslös avvägning mellan motåtgärder och konsekvenser av elavbrott skulle kunna gå till.

I detta avsnitt tillämpas denna modell på ett urval av de samhällsfunktioner som behandlas i rapporten. Den diskussion som förs här skall dock snarast ses som en idégivare för läsaren. Gruppens förslag på dessa punkter redovisas i kapitel 6.

Följande funktioner behandlas:

- Distribution av bränsle och drivmedel
- Kollektivtrafik
- Uppvärmning
- Hissar
- Vattenförsörjning
- Datorer.

5.2.1 Distribution av bränsle och drivmedel

Många är beroende av en fungerande bränsle- och drivmedelsdistribution vid elavbrott. Det finns därför all anledning att kunna upprätthålla en viss distribution av drivmedel under elavbrott. ÖEF har batteridrivna bränslepumpar förrådslagda länsvis. Dessa kan i princip även användas vid fredstida strömavbrott men det tar lång tid att transportera dem från förråden till bensinstationerna. Pumparna kostar ca 2 000 kr/st och drivs av batteriet till det fordon som tankas. En annan är att oljedepåer och alla eller åtminstone alla större bensinstationer på en ort utrustas för att möjliggöra tankning vid strömavbrott. Ett sådant system skulle eventuellt kunna integreras med de ordinarie pumparna och bli en billigare lösning. Förutom batteridrivna pumpar kan även handdrivna pumpar tänkas.

Det är viktigt att veta hur drivmedelsdistributionen kommer att fungera under ett elavbrott så att de som har behov av drivmedel kan besluta om de måste skaffa egna reserver eller ej. Det kan vara nödvändigt att planera hur de begränsade möjligheter som finns i dag, t ex i form av tankning direkt från tankbilar skall utnyttjas vid elavbrott.

Skyddsalternativ för bränsle- och drivmedelsdistribution

Ambitions-nivå	Nätutformning	Reservel	Icke-ellösning
Full täckning		Batteridrivna pumpar på varje bensinstation (2 000 kr/pump) Reservelverk på alla oljedepåer	Handdriven pump på varje bensinstation
Klara korta eller lokala avbrott			
Kontrollerad avstängning			
Klara viktiga funktioner		Egna pumpar hos viktiga användare	Stora bränslelager hos viktiga användare Tankning direkt från tankbil

5.2.2 Kollektivtrafik

El används dels för driften av tåg, tunnelbana och spårvagnar (drivström), dels för styrning och övervakning av säkerhetssystem. För de senare kan det finnas starka skäl att installera reservkraft. Reservkraft för framdrivning av tåg kräver mycket stora effekter. SJ kan klara en mycket begränsad del av tågtrafiken med hjälp av diesellok. I övrigt får transportererna omdirigeras till bussar och lastbilar. För spårvagnar och för tunnelbanan kan driften i begränsad omfattning tas över av bussar. Säkrare och prioriterad matning av kollektivtrafiken kan minska avbrottssannolikheten. Andra alternativ kan vara cykel för kortare persontransporter, samåkning i bil eller taxi.

Tunnelbanan i Stockholm kräver som mest ca 65 MW eleffekt i timmedelvärde. Reservkraftbehovet för att klara denna "oroliga" last skulle antagligen vara 90 MW i t ex gasturbiner. Detta skulle innebära en investering av storleksordningen 150 milj kr, vilket kan jämföras med att priset för en stadsbuss är ca 1 milj kr.

Skyddsalternativ för kollektivtrafik (järnväg, tunnelbana)

Ambitionsnivåer	Nätutformning	Reservel	Icke-ellösning
Full täckning	Prioritering ev periodvis	Gasturbiner för tunnelbanans behov	Bussar, taxi, cykel begränsad omfattning) (Dagsläge)
Klara korta eller lokala avbrott		Reserv för signaler och stationer (Dagsläge)	
Kontrollerad avstängning	Tillfällig prioritering för att få tåg till station		Utrymning av tunnelbanan till fots i tunnlarna (Dagsläge)
Klara viktiga funktioner		Batteridrivna bränslepumpar för att tanka reservbussar	

5.2.3 Uppvärmning

Praktiskt taget all värmeförsörjning är beroende av el i de enskilda fastigheterna. Den största effekten i värmesystemet, i ej elvärmda hus, går till cirkulationspumpar och eventuella brännare. El används också för regler-system.

Längre avbrott som inträffar vid kall väderlek medför risk att delar av värmesystemet fryser med bestående skador som följd. Varmluftsbatterier är speciellt utsatta i detta avseende.

Åtgärder som kan vidtas för att minska effekterna av elavbrott är:

- Dränering av hela eller speciellt känsliga delar av värmesystemet förbereds och utförs vid långa avbrott. Detta skyddar mot sönderfrysning men inte mot låg inomhustemperatur.
- Installation av någon eloberoende värmekälla, t ex braskamin eller någon enkel fotogenkamin, som håller åtminstone en del av huset vid dräglig temperatur och förhindrar frysning i värmesystemet.

Reservkraft för värmesystemets behov innebär att uppvärmningen kan fortgå som vanligt vid ett elavbrott. Kostnaden för denna utgörs av en investering på ca 0,2-5 kr/m². Kostnaden beror på systemets effektbehov och antalet lägenheter. Denna investering skall jämföras med de årliga uppvärmningskostnaderna på ca 50 kr/m². Denna åtgärd gäller givetvis inte elvärmda fastigheter och är framför allt intressant för större fastigheter.

Skyddsalternativ för uppvärmning

Ambitions-nivå	Nätutformning	Reservel	Icke-ellösning
Full täckning		Reserv för cirkulationspump m m i större fastigheter (0,2 - 5 kr/m ²) Reserv för centrala system (fjärrvärme) (ca 2 kr/m ²)	Kaminer (t ex fotogen eller ved) för småhus (minst 5 kr/m ²)
Klara korta eller lokala avbrott			Korta avbrott klaras. Utkylning tar timmar-dygn (Dagsläge)
Kontrollerad avstängning			
Klara viktiga funktioner		Reservverk för vissa lokaler (8 kr/inv för t ex skol- och postlokaler) ^a	Dränering för att hindra sönderfrysning

^a Post och tele: 1 020 km²

Skolor: 29 261 km²

Totalt: ca 30 000 km²

Antag 2 kr/m² vilket ger totalt 60 milj kr eller 8 kr per invånare.

Centrala värmesystem

För centrala värmesystem, som fjärrvärme, finns motsvarande elberoende. Huvuddelen av eleffekten används till cirkulationspumpar. Totalt uppgår eleffekten till ca 1 % av värmeeffekten. Om leverans av värme skall vara meningsfull måste också abonnenterna (eller åtminstone någon större abonnent) förses med el för att kunna ta emot värmen. Investeringen för reservkraft i värmeverket som klarar hela elbehovet uppgår till ca 20 kr per installerad kW värme i verket, dvs ca 1 % av den totala investeringen i värmeverket eller ca 2 kr per uppvärmd m². Antagligen finns goda möjligheter att pruta på effektkravet och klara värmeleveranserna med en lägre ambitionsnivå. Den uppskattade kostnaden blir då en övre gräns för kostnaden för att driva det centrala värmesystemet. Till detta kommer sedan kostnaden för att abonnenten skall kunna ta emot värmen. Andra alternativ att säkra driften av ett centralt värmesystem kan vara att förbättra leveranssäkerheten till värmeverket eller att (för mindre värmeverk) förbereda inkoppling av mobila reservverk.

5.2.4 Hissar

Tre motåtgärder för att lindra obehaget för personer som blir instängda i hissar vid elavbrott är:

- Ljus.
- Säkrad larmkedja.
- Samtalsmöjlighet.

En enkel nödbelysning som ger åtminstone några minuters ljus mildrar rimligen chocken av hisstopp vid elavbrott. Efterlysande färg kan vara ett sätt att åstadkomma åtminstone en stunds ledljus vilket torde vara billigare än elektrisk nödbelysning.

Säkrad larmkedja innebär att hisslarm går till en bemannad plats, varifrån larmet förmedlas vidare. Kostnaden för en säkrad larmkedja där larm vidarekopplas till t ex ett vaktbolag är 5 000-8 000 kr. Därtill kommer en månadsavgift på ca en procent av installationskostnaden och en avgift per uttryckning. Denna lösning är vanlig i nyare hus.

Möjlighet till samtal med personer utanför hissen kan minska obehaget av att vara instängd och verka lugnande. Detta kan vara ett alternativ till säkrad larmkedja enligt ovan.

Det finns också tekniska lösningar för att föra hissar till närmaste våningsplan vid elstopp. Det kan antingen ske med hjälp av reservkraft eller med en icke-elberoende lösning. Reservkraftlösningen kostar ca 10 000 kr per hiss. En icke-elektrisk lösning finns för ungefär dubbla priset.

Skyddsalternativ för rörelsefrihet i lokaler (hissar m m)

Ambitions-nivå	Nätutformning	Reservel	Icke-ellösning
Full täckning	Prioritering av viktiga byggnader	Full reserv för vissa hissar	
Klara korta eller lokala avbrott		Nödbelysning i hiss ^a Säkrad larmkedja från hiss ^a Nödtelefon i hiss ^a	Efterlysande färg i hiss
Kontrollerad avstängning		Hiss till närmaste plan (ca 10 000 kr/hiss)	Hiss till närmaste plan (ca 20 000 kr/hiss)
Klara viktiga funktioner			

^a Enligt svensk Byggnorm 1980 skall larmanordning och nödbelysning finnas i varje personhiss i hus med mer än 16 våningar.

5.2.5 Vatten- och avloppsförsörjning

Det finns ett antal möjliga åtgärder för att möta elavbrott.

Alternativa matningsvägar för el till vattenverk förekommer på flera håll. Det ger en gardering mot (vissa) lokala avbrott.

Ett annat alternativ är att förse vattensystemet med reservkraft. Reservkraft kan behövas både vid vattenverket och vid pumpstationer ute i nätet. De lokala förhållandena varierar starkt. Investeringskostnaden för reservkraft (utan tillkommande investeringar i pumpstationer) vid vattenverk rör sig om 20-40 kr per abonnent se avsnitt 5.1.

Vatten- och avloppsverksföreningen har givit ut rekommendationer om reservkraft, magasinstorlekar och elmatningsvägar. Där rekommenderas att pumpstationer ute i nätet (tryckstegringsstationer) bör vara försedda med reservkraft, om inte som det heter "tillräcklig reservoarvolym" finns inom området.

Som tidigare nämnts, är det angeläget att även avloppssidans behov av reservkraft beaktas.

Skyddsalternativ för vattenförsörjning

Ambitions-nivå	Nätutformning	Reservel	Icke-ellösning
Full täckning		Reservkraft till vattenverk och vissa tryckstegringsstationer (20-40 kr/abbonent)	
Klara korta eller lokala avbrott	Förberedd extra matning för el		Vattentorn (Dagsläge) Lagring hos konsumenten Hämtning vid tankbil
Kontrollerad avstängning			Nätet hålls trycksatt även om konsumtionen begränsas hårt. Detta för att hindra inläckning
Klara viktiga funktioner			Små lagringsbehov hos konsumenten för enbart dricksvatten

Reservoarvolymen bör enligt en rekommendation klara 8 timmars störning i vattenproduktionen. (Av ekonomiska skäl hålls dock reservoarerna sällan fyllda, varför uthålligheten i praktiken är mindre.) Man räknar då inte med fullständigt bortfall. Vid ett elavbrott som även drabbar vattenkonsumenterna kan vattenförbrukningen samtidigt gå ner så att 8 timmarsmarginalen ändå stämmer någorlunda.

Uthålligheten kan bli betydligt mindre vid elavbrott i ett system utan reservkraft.

En annan reservlösning är att kommunen distribuerar vatten till någon eller några centrala platser i tätorten. Vattnet kan distribueras dit med hjälp av tankbil. Detta är en billig reservlösning. Kapaciteten är dock begränsad. Alternativet bedöms bli mycket tidsödande. För sjukhus är alternativet knappast acceptabelt.

5.2.6 Datorer

Datorer påverkas även av mycket korta elavbrott och kan även påverkas av andra störningar. I värsta fall kan, förutom driftavbrott, kvarstående fel i databaser och i elektronik uppstå.

Skyddsalternativ för datorer

Ambitionsnivå	Nätutformning	Reservel	Icke-ellösning
Full täckning		Avbrottsfri kraft med dieslar för större datorcentraler (1-2 milj kr för 500 kVA) och reserv för terminaler (max 10 000 kr per terminal)	
Klara korta eller lokala avbrott		Avbrottsfri kraft med enbart batterier för att klara korta avbrott Full reserv för centrala delar i ett geografiskt utspritt system (Dagsläge)	Decentralisera på ett sådant sätt att delsystemen klarar sig viss tid utan kontakt med de centrala delarna
Kontrollerad avstängning			Minska risken för kvarstående skador genom lämplig utformning av program (Dagsläge)
Klara viktiga funktioner			Manuella reservrutiner

Det finns en mängd olika alternativ för att minska konsekvenserna av störningar i elleveranserna.

En fullständig reservkapacitet kan utgöras av avbrottsfri kraft med batterier för de centrala delarna och reservverk som startas på några minuter för hela anläggningen. Detta medger full drift oberoende av elnätet. Ett fåtal datorer i landet (10-15 % i INFOSEC:s enkät) har i dag denna typ av reserv. En reservkraftanläggning för en banks centraldator (500 kVA) kostar 1-2 milj kr.

Minskas kraven till avbrottsfri kraft för att klara korta avbrott och för att klara vissa viktiga delar som t ex kommunikationsdatorer eller för att klara driften med reducerad kapacitet så hade ca 15 % av företagen i INFO-SEC:s enkät ett sådant begränsat skydd.

Om ambitionsnivån är att minska risken för kvarstående fel så kan det göras genom en lämplig utformning av programvaran, med "back-up-kopior" och kontrollfunktioner. De flesta datorsystem torde vara mer eller mindre skyddade på detta sätt.

Där datorer inte är nödvändiga utan används för ökad bekvämlighet eller liknande kan det vara lämpligt att behålla möjligheten till manuella rutiner utan datorer. Även om denna möjlighet finns kan den leda till ett betydande merarbete. Om manuella rutiner skall vara ett reellt alternativ måste de övas regelbundet.

5.3 Slutsatser

Föreskrifter och allmänna råd beträffande reservlösningar bör i allmänhet utformas på ett flexibelt sätt utifrån ambitionsnivån för de funktioner som måste kunna säkerställas.

6 Åtgärder för att vid elavbrott säkerställa viktiga samhällsfunktioner

6.1 Behandlade funktioner

I detta kapitel behandlas behov av åtgärder för att förbättra beredskapen för sådana funktioner där det finns ett betydande allmänt intresse av att dessa fungerar vid elavbrott. Huvuddelen av dessa funktioner bedrivs som offentliga verksamheter. Samma funktioner behandlades i avsnitt 2.2 och 2.3. För de här behandlade funktionerna är det angeläget att de har en uthållighet på upp till 12 timmar vid landsomfattande störningar och upp till 2-3 dygn vid regionala eller lokala störningar (jfr störfallen 1-3).

6.2 Funktioner där elavbrott kan medföra fara eller stora olägenheter för den enskilde

6.2.1 Sjukvård

Inom Stockholms läns landsting har man sedan år 1971 bindande normer för reservkraft vid landstingets sjukhus. Samma normer fungerar som rekommendationer inom andra landsting.

Utförliga tekniska normer beträffande reservsystem för sjukhus utgavs år 1977 av SIS (Standardiseringskommissionen i Sverige). Normerna gäller såväl elnätets utformning inom sjukhusområden som reservellösningar och täcker ett brett spektrum av åtgärder.

Normerna är emellertid svåra att tillämpa på äldre sjukhus. Huvuddelen av landets sjukhus byggdes före år 1977.

Utredningen (S 1976:05) om sjukvårdens skydd i krig (USIK) har tagit fram rekommendationer som bl a avser elförsörjningen till de sjukhus som skall fungera i krig.

Ett reservsystem som möjliggör fortsatt verksamhet i ett större sjukhus innehåller bl a

- Hög standard på egna nät, näten bör exempelvis vara maskade och transformatorer bör ha reserv.
- Nödbelysning.
- Avbrottsfri kraftförsörjning från batteri till operations- och undersökningslampor.

- Dieselaggregat med slutet kylvattensystem och radiatorkylare, som startar automatiskt och betjänar ett favoriserat nät.
- Full allmänbelysning i lokaler för akutmottagning, operations- och intensivvårdsverksamhet samt hissmaskinrum och ställverksrum.
- Ledbelysning i vårdrum, korridorer, trappor och allmänna utrymmen.
- Ström till telesignal- och reglerutrustning.
- Rutiner för underhåll och provning av aggregaten.
- Rutiner för fullskaleprov med bortkoppling från nätet.

En omfattande översyn av reservsystemen bl a i Stockholms läns landsting genomfördes efter elavbrottet vid Karolinska sjukhuset i februari 1983. Reservkraften fungerade därför i stort sett tillfredsställande den 27 december. Kapaciteten var däremot inte alltid tillräcklig. Landstingets erfarenhetsredovisning efter elavbrottet den 27 december ger också en grov kostnadsuppskattning för de åtgärder som bedömdes nödvändiga inom resp sjukhus för att förstärka reservkraften. Kostnaden uppgår till ca 4,3 milj kr. Stockholms län är i vissa avseenden en föregångare vad gäller reservkraft inom sjukvården, vilket indikerar att behoven i landet som helhet är betydande.

Redogörelsen från Stockholms läns landsting betonar vikten av att reservkraftsläget ses över med jämna mellanrum. Detta är speciellt viktigt då ny teknik införs inom vården och inom sjukhusens interna kommunikationssystem. Viktig utrustning har t ex inte anslutits till reservkraften eller den har blivit underdimensionerad genom att elanvändningen successivt har ökat. Behovet av övningar understryks. Gruppen anser att dessa påpekanden är mycket viktiga.

De flesta större sjukhus byggdes innan normer för reservkraft hade tagits fram. Situationen för dessa sjukhus är i vissa fall sämre än vid de moderna. Normerna kan vara svåra att tillämpa på äldre sjukhus. Gruppen föreslår därför att socialstyrelsen i samråd med Landstingsförbundet ges i uppdrag att inventera reservkraftsläget i landets sjukvård och föreslå åtgärder för att ge äldre sjukhus en rimlig uthållighet vid elavbrott. Vattenförsörjningen bör också uppmärksammas i detta sammanhang.

6.2.2 Transporter och drivmedelsförsörjning

Transporternas elberoende gäller i första hand den spårbundna trafiken och drivmedelsförsörjningen till landsvägstrafiken. Inom sjö- och luftfart har man en god beredskap. För den spårbundna trafiken skiljer man mellan drivström för tågdriften och hjälpström för signaler, stationsbelysning m m.

Reservkraftfilosofin innebär att signaler och andra hjälpsystem skall fungera så att tåg kan trafikera sträckan trots lokalt elavbrott. Detta är ej genomfört i den äldsta delen av tunnelbanan i Stockholm. Spårvägstrafik har inte studerats av gruppen.

Luftfart

Reservkraften fungerade vid avbrottet den 27 december utan anmärkning på berörda flygplatser.

Utrustningen börjar emellertid bli föråldrad. Den bör förnyas och utökas med hänsyn till dagens trafikantströmmar och nya datoriserade system.

Dessa frågor behandlas av luftfartsverket.

Vägtrafik

Vägverket överväger behov av att öka uthålligheten vid längre elavbrott främst för egen verksamhet.

Försörjningen med drivmedel för prioriterade transporter och vissa reservverk behöver förbättras främst vid långa och geografiskt omfattande elavbrott. Det är särskilt aktuellt i störfall 3. I störfall 2 kan i många fall elförsörjningen återställas inom några timmar i större tätorter, men de lokala förhållandena varierar kraftigt.

Transportrådet bör ges i uppdrag att i samråd med ÖEF utreda hur man uppnår en rimlig uthållighet för drivmedelsförsörjningen av prioriterade behov vid elavbrott. Drivmedelsförsörjningen för reservkraftsaggregat bör särskilt uppmärksammas.

Sjöfart

Sjöfartsverket överväger att utrusta ca 12 viktiga lotsplatser med reservkraft bl a för att kunna upprätthålla radiokommunikationerna.

Järnvägstrafik

Alla reservanläggningar fungerade inte vid elavbrottet. En orsak till detta är svårigheten att inspektera tillståndet hos ett stort antal batterier t ex vid tågövergångar utspridda över landet. SJ har kostnadsberäknat förslag till förbättringar.

Åtgärder som övervägs av SJ efter den 27 december är bl a:

- Översyn och eventuellt förtydligande av regler för eldistributörernas återställande av elenergileveranserna till SJ och TGOJ efter en störning.
- Om eldistributörerna inte kan hålla spänningsnivån inom avtalade gränser bedömer SJ att det kan bli nödvändighet att begära någon form av övervakning av spänningsnivån och eventuell spärr mot inkoppling av för hög spänning till SJ anläggningar.
- Översyn och eventuell komplettering av SJs och TGOJs bestämmelser för infasning och upptagande av samkörning mellan de olika omformarstationerna efter en geografiskt omfattande driftstörning.
- Fullföljande av den pågående upprustningen av omformarstationernas likströmssystem.
- En undersökning av behovet av ytterligare reservverk och befintliga reservverks kapacitet i förhållande till ansluten belastning.
- Översyn av reservkraftmatningen till fjärrstyrningsutrustningarna.
- Översyn av behov av ytterligare reservkraftmatningar.

SJ:s största problem när det gäller elförsörjningen är risken för stormfällning av träd över kontaktledningarna. Detta ledde till problem i samband med januaristormarna 1984. Vissa rekommendationer om skötsel av trädbeståndet vid banan har utfärdats. Total trädfrihet går ej att uppnå. Det

skulle vara miljömässigt oacceptabelt. SJ studerar kontinuerligt problemet.

Gruppen finner de av SJ redovisade övervägandena vara angelägna och har ingenting att tillägga.

Kollektivtrafik

Busstrafiken bör liksom viss landsvägstrafik kunna fungera vid elavbrott. För detta krävs att drivmedelsförsörjningen kan ske trots elavbrott. Det finns nätoberoende pumpar som är relativt billiga. Pumpar borde kunna anskaffas av bussbolagen eller av länshuvudmännen i resp län. Ett alternativ är att skapa möjligheter så att tankning kan ske direkt från fat.

Utan tillförsel av dieselolja till bussarna beräknas Storstockholms Lokaltrafik AB (SL) kunna upprätthålla normal trafik ca 1 dygn.

Länshuvudmännen¹ bör överväga hur drivmedelsförsörjningen till kollektivtrafikens bussar skall kunna fungera vid elavbrott.

Stockholms tunnelbana består av tre delar:

T-bana 1 - Hässelby Strand - Bagarmossen/Farsta Strand/ Hagsätra

T-bana 2 - Norsborg/Fruängen - Mörby Centrum/Ropsten

T-bana 3 - Kungsträgåden - Hjulsta/Akalla

T-bana 1, som är den äldsta, kan ej drivas utan lågspänning från nätet. Reservkraft finns däremot för hjälpström i bana 2 och 3 så att viss drift kan upprätthållas om drivström finns.

För att förbättra reservkraftsituationen vid tunnelbanan och i möjlig mån minska sårbarheten vid strömbortfall kan enligt SL följande åtgärder vidtas.

1 a För att hålla trafiken igång på tunnelbana 1 vid lokala elavbrott på 220/380 V nätet är det ur trafikeringsynpunkt nödvändigt att förse 8 stationer med reservkraftaggregat.

1 b För att vid totalavbrott på 220/380 V nätet kunna hålla trafiken igång i ungefär samma omfattning som på tunnelbana 2 krävs utöver åtgärder enligt punkt 1 a även att 8 stationer förses med reservkraftaggregat för drift av stationer, signalsystem och växlar.

Åtgärder enligt prioritering 1 a och 1 b ovan beräknas kosta ca 10 milj kr.

2 a Av befintliga reservkraftaggregat vid tunnelbanans underjordsstationer är vissa i så dålig kondition att de behöver bytas ut.

Åtgärder enligt 2 a beräknas till ca 5 milj kr.

2 b För att få en reservkraftstandard liknande den på tunnelbana 3 erfordras kompletterande insatser på tunnelbana 1 till en beräknad kostnad av ca 5 milj kr. och på tunnelbana 2 ca 11 milj kr.

Gruppen anser det angeläget att SL vidtar åtgärder för att kunna hålla driften igång vid lokala elavbrott då drivström finns.

En angelägen åtgärd är att vid elavbrott föra tågen till närmaste station. Detta skulle vara önskvärt för att undvika evakuering till fots genom

¹I varje län finns en s k huvudman med ansvar för kollektiv busstrafik inom länet. Huvudmannen utgörs vanligen av ett bolag bildat av berörda kommuner och landstingskommuner.

tunnlarna. I praktiken är detta i det närmaste omöjligt att lösa, eftersom mycket stora effekter krävs.

Anskaffning av gasturbiner enbart för T-banans behov t ex är inte rimlig. Det skulle röra sig om en investering på ca 150 milj kr (ca 90 MW).

Tunnelbanetraffiken kan i viss omfattning ersättas med busstrafik. Vid ett omfattande elavbrott av längre varaktighet kommer arbetsresorna att minska genom att många arbetsplatser håller stängt. Det finns då inte behov av samma transportkapacitet som normalt.

SL har tagit upp i skrivelse den 20 februari 1984 till Stockholms Energiverk frågan om prioritering av leverans av drivström till tunnelbanan. Utredning pågår.

Det är angeläget för att möta långa elavbrott att Stockholms Energiverk tillsammans med SL undersöker förutsättningarna för att köra tunnelbanan på lokalt producerad elenergi.

6.2.3 Post, bank

En successiv utbyggnad av avbrottsfri kraft pågår för att minska olägenheterna främst inom betalningsförmedlingen, där stora centrala datasystem betjänar hela landet.

6.2.4 Hus, fastigheter, uppvärmning

Värme i enskilda fastigheter

Elvärmen har liksom fjärrvärmen expanderat kraftigt på senare år. Stora elvärmda områden innebär att man efter störningar har ett stort geografiskt koncentrerat elbehov fördelat på ett stort antal abonnenter som man inte kan kommunicera med direkt. Sammanlagt är deras effektbehov så stora, att inkoppling av last efter ett avbrott kan leda till överbelastning särskilt vid kall väderlek och efter längre avbrott. Svenska Elverksföreningen har utfärdat rekommendationer för fördröjd successiv inkoppling av elvärmelast varför problemen minskar efter hand. Erfarenheterna visar också, att information via lokalradion kan ge positivt resultat.

Utkyllningen kan ofta bli betydande när värmeförsörjningen strejkar. Erfarenheterna visar att människor i det längsta stannar i sina bostäder i stället för att uppsöka de värmestugor som inrättas av kommunen. En viss uppvärmning av bostaden är önskvärd.

Huvuddelen av fastigheter med vattenburna värmesystem har eldrivna cirkulationspumpar och oljebrännare även om de ej är elberoende i övrigt. Planverket har utrett möjligheterna att varje fastighetsägare skulle ordna någon reservkraft för cirkulationspump m m men har bedömt detta vara för kostsamt.

Vedkaminer av modern typ kan i välisolerade småhus ge en god uppvärmning av enstaka rum. Det har därför övervägts att införa bestämmelser om att alla nybyggda hus skulle förses med skorsten. Planverket har utrett detta och funnit kostnaderna för stora. I ritningarna till hus som byggs fr o m år 1984 skall dock plats anges för eldstad och skorsten.

För fastigheter anslutna till landsbygdsnät bör byggnadsnämnderna re-

kommendera att bostadshus förses med en enkel reservuppvärmning som kan fungera för åtminstone något rum och under några dygn utan el från nätet.

Hissar, kodlås m m

Kapaciteten för att rädda människor instängda i hissar visade sig den 27 december vara för låg. Förbättringar kan ske antingen genom att öka tillgången till montörer lokalt eller förse hissar i större hus med reservanordning för att föra hissen till närmaste våningsplan. Tekniska lösningar till begränsade kostnader verkar möjliga inom en snar framtid.

Det planerade centrala räddningsverket avses få ett samordnande ansvar för säkerhetsbestämmelser för att förebygga olyckor. Verket bör ges i uppdrag att utreda behovet av åtgärder för att föra hissar till närmaste våningsplan och att eventuellt föreslå nya normer.

Kodlås förekommer i kombination med vanliga nyckellås. Tillgången till nycklar är ofta begränsad. Fastighetsägare och företag som utnyttjar kodlås bör överväga att förse låsen med batterireserv eller ansluta dem till annan reservkraft. Motsvarande problem gäller eldrivna garageportar.

6.2.5 Försörjning med livsmedel

Gruppen konstaterar att med enkla åtgärder kan enskilda hushåll göra sig mer oberoende av el (spritkök).

Vid längre elavbrott måste kommunen vara beredd att skapa förutsättningar för distribution av livsmedel. Detta bör beaktas inom ramen för en kommunal planering att möta långa elavbrott.

6.2.6 Kommunalteknisk försörjning

De lokala förutsättningarna varierar kraftigt mellan olika kommuner. Åtgärder för att säkerställa den kommunaltekniska försörjningen vid framför allt långa elavbrott bör därför avvägas lokalt inom ramen för en kommunal planering för att möta långa elavbrott, se vidare kapitel 8.

Vatten och avlopp

Vattenförsörjningen hör till de samhällsfunktioner det är mest angeläget att söka upprätthålla under ett elavbrott. Tillgång till reservkraft för vattenförsörjning varierar med hur väl leveranssäkerheten är ordnad på andra sätt (genom flera oberoende matningar osv) och hur känsliga abonnenter man har att betjäna. Om man har känsliga abonnenter och låg säkerhet mot avbrott, saknar reservoarer osv är det vanligt att stationära automatstartande reservelverk finns vid vattenverket. Det är mindre vanligt att reservelverk finns vid pumpstationer.

I små och mellanstora kommuner är effektbehoven begränsade både för vattenverk och pumpstationer.

Mobila reservaggregat kan där med hänsyn till effektbehoven utnyttjas utan större svårigheter. Aggregat av lämplig storlek finns i vissa fall hos

eldistributörerna som reserv vid större arbeten i nätet. Däremot kan det vid en storstörning innebära svårigheter bli av personalskäl att utnyttja mobila verk. Det är lämpligt att söka sådana tekniska och organisatoriska lösningar som ökar de mobila aggregatens användbarhet. En lösning är att elverkets ovannämnda reservaggregat stationeras vid vattenverket när det inte utnyttjas.

För stora vattenförsörjningssystem kan speciella problem uppkomma. För Stockholms vattenförsörjning gäller att risk för inläckage av förorenat vatten finns om trycket i ledningarna sjunker. Detta kan medföra att under en vecka vatten för matlagning o d behöver kokas. Vatten behövs också för brandförsvar, sprinklersystem och andra kylsystem.

Av redogörelsen från Stockholm framgår att reservkraft för vattenverkens pumpar på 30-40 milj kr diskuteras. Denna klarar inte pumpstationerna ute i nätet.

Reservkraft för ett minimalt antal pumpstationer har beräknats uppgå till 400 000-500 000 kr. Då bibehålles visst tryck i nätet, dock ej så mycket att vattnet når översta våningen i höga hus.

Vatten- och avloppsverksföreningen bör anpassa sina dimensioneringsnormer till kraven vid långa elavbrott.

Frågan om reservkraft bör bedömas samlat för både vatten- och avloppssystemen för att undvika oönskade utsläpp till sjöar och vattendrag.

Fjärrvärme

Mindre fjärrvärmesystem kan förse värmeverk och pumpar med reservkraft exempelvis genom att koppla in ett mobilt elaggregat. Detta bör undersökas och eventuellt förberedas i de fall där en rimlig del av abonnenterna kommer att kunna ha tillgång till el och då kan ta emot värmen.

För större system gäller allmänt, att värmeverkets elmatning är betydligt säkrare än värmeabbonenternas. Sannolikheten för ett elavbrott som berör värmeverket men inte abonnenterna blir så låg att frågan om reservkraft för värmeverket blir tämligen ointressant. Frågan kommer dock i ett annat läge om det rör sig om långväga överföring av hetvatten.

I vissa fall krävs vid längre elavbrott tillgång till reservverk för att förhindra att tjockolja stelnar.

Periodisk bortkoppling av oprioriterade elabbonenter kan vara ett sätt att hushålla med begränsade eleffekter. Riskén därvid är att fjärrvärmenätet lokalt blir överbelastat i samband med att återinkopplingen sker och att fjärrvärmeförsörjningen således ändå inte fungerar till fullo. Såvitt gruppen känner till har inga försök gjorts att driva fjärrvärmeproduktionen i ett läge då stora delar av elabbonenterna periodiskt kopplas bort. Gruppen anser det angeläget att fjärrvärmeleverantörerna studerar effekterna på fjärrvärmesystem om periodisk bortkoppling måste tillgripas.

Möjligheterna att klara uppvärmningen vid ett elavbrott, som drabbar värmeproduktionen men inte alla värmeförbrukare ökar om man på kommunal nivå inventerar förutsättningarna för att driva hetvattencentraler och andra större värmecentraler med reservkraft, möjliga reservmatningar osv. Sigtuna kommun har gjort en katastrofplan för fjärrvärmeförsörjning som kan ses som ett pilotprojekt. En viktig del i denna är en åtgärdska-

lender utgående från olika feltyper. Det bör också påpekas, att inte bara kommunens fjärrvärmeförsörjning utan även andra större värmesystem bör behandlas i planen, om prioritering av begränsade effekter skulle kunna möjliggöra fungerande uppvärmning för ett betydande antal abonnenter till begränsade kostnader.

I vissa fjärrvärmesystem kan man producera el i mottrycksdrift i kraftvärmeverk. Utformningen av verken påverkar möjligheterna till lokal elproduktion.

Åtminstone ett kraftvärmeverk anser sig klara lokal drift med prioritering av el till fjärrvärmeabonnenter så dessa kan förbruka värme. Dock saknas reservkraft för start (ca 2 MW).

Det är angeläget att lokalt studera förutsättningarna för sådan drift. I de fall där endast begränsade investeringar behövs, bör dessa övervägas.

Stadsgas

Inget behov av åtgärder har framkommit.

Naturgas

Reservfilosofi och reservkraftsystemens dimensionering bör även fortsättningsvis uppmärksammas vid uppbyggnaden av naturgassystem.

6.3 Funktioner av betydelse för att begränsa verkningarna av ett elavbrott

Olika informations- och kommunikationssystem som fungerar under elavbrott är av vitalt intresse för att begränsa konsekvenserna av elavbrott, stilla allmänhetens oro och, inte minst viktigt, för att snabba upp återuppbyggnadsprocessen.

Grupp C har utrett frågan om information vid elavbrott. Gruppen har vänt sig till grupp B och televerket med begäran om förslag på lämpliga lösningar för att tillräcklig uthållighet skall kunna uppnås för tele- och radionät. Här nedan ges därför endast en sammanfattande information, i övrigt hänvisas till grupp Cs rapport.

6.3.1 Telenät

Det allmänna telenätet är uppbyggt som ett hierarkiskt nät med fjärrförmedlingsstationer, närförmedlingsstationer, riksstationer, knutstationer och ändstationer. Stationerna håller på att decentraliseras till mindre enheter. Detta kan komma att medföra försämrade uthållighet vid elavbrott.

Telestationerna förmedlar inte bara vanliga telefonsamtal utan också annan trafik, t ex telefax eller datatrafik.

Telefonnät dimensioneras för s k bråd tid, dvs för förekommande "normal" högtrafik. Policyn är av ekonomiska skäl att upp till denna trafikintensitet hålla 3 % spärr, dvs att max 3 % av alla anropsförsök inte leder till att ett samtal kopplas upp. Om mängden anrop av något skäl, t ex vid

större elavbrott, ökar utöver brådtidsbelastningen har nätet en tämligen god förmåga att förmedla en ytterligare trafikmängd, om än med större spärr. Trafik kan även styras andra vägar i nätet, utan att därför öka enskilda stationers trafikkapacitet. Vid mycket stora överbelastningar ger dock spärrfunktionen en starkt sjunkande total trafikavverkning.

Det finns också nät med stationer för telex och datex. Dessa växlar är helt skilda från telefonväxlarna. Telexnätet används för att sända text mellan telexapparater. Överföringen är långsam jämfört med datex som är ett nät för snabb överföring av data mellan kunder med datexterminaler. I datexnätet finns den sk teletexttjänsten och Bankomat.

Mobiltelefonnätet (NMT) kommer genom den förstärkning med reservelverk för P3-stationer, som redovisas under "radionät", att få en avsevärt förbättrad tillgänglighet. Dock kvarstår problemen med reservkraftförsörjningen för många mindre basradiostationer.

Beroende av placeringen i stationshierarkien och den geografiska belägenheten dimensioneras telestationernas batterier för att klara reservtider från ca 1 timme på större AXE-stationer med stationära reservelverk upp till ca 10 (i enstaka fall upp till ca 24) timmars reservtid för små stationer utan reservelverk. Bränslereservtiden är normalt 3-5 dygn för de stationära reservelverken. Detta kan jämföras med störfallens varaktighet på upp till 2-3 dygn.

Det finns ca 100 bogserbara och ca 400 små bärbara mobila reservelverk fördelade över hela landet. De kan bidra till att höja telenätets tillgänglighet, men är förstudsaklig betydelse vid geografiskt begränsade men långvariga elavbrott. Deras användbarhet begränsas av bl.a. transportmedlens tillgänglighet, vägarnas framkomlighet samt tillgång till drivmedel och utbildad personal.

Efter det stora elavbrottet i december 1983 verkar efterfrågan ha ökat på batterireserv och reservelverkskraft för kundanläggningarna. Inom televerket pågår därför en arbet med att ta fram utrustningar som möjliggör att tillhandahålla batterireserv för kundväxlarna i storleksordningen 25-125 anknytningar vilken är bättre anpassad till kundernas krav på driftreserv, service och kostnader.

Reservkraften till teletrafiken fungerade tillfredsställande under elavbrottet i december 1983. Televerket avser ändå att se över och ytterligare förbättra elkraftförsörjningen för att göra telenäten mindre sårbara vid elavbrott. Bland de frågor som närmast behöver utredas är behovet av att installera stationära reservelverk längre ner i stationsstorlekarna. Gruppen anser att denna utredning är angelägen mot bakgrund av telekommunikationernas särskilda betydelse vid elavbrott.

6.3.2 Radionät

Televerket har beräknat behovet av utbyggnad av reservkraft för att tillgodose det av grupp C anmälda behovet beträffande sändare för P3 och lokalradio. Ca 97 % av landets befolkning betjänas av sändare med reservkraft (givet att de har radiomottagare för batteridrift och fungerande batterier). Redan beslutade åtgärder från hösten 1984 beräknas leda fram till att det återstår ca 200 000 av landets befolkning som fortfarande inte

kan betjänas av rätt lokalradiostation. När det gäller P3 riksprogram är befolkningstäckningen i det närmaste 100 %.

För mobilsökarsystemet (MBS) är läget idag tillfredsställande eftersom de liksom lokalradion utnyttjar P3-sändarna. Ytterligare förbättringar uppnås efter genomförande av kompletteringar enligt ovan.

Televerkets förslag beträffande reservkraft för lokalradiosändare, redovisas i korthet enligt följande.

Samtliga ljudradiosändare på de större stationerna som sänder P3, inkl lokalradio eller enbart lokalradio, totalt 60 st, har idag tillgång till reservverk med 3-5 dygns bränslereserv.

Av de totalt 72 mindre sändarna har 17 st tillgång till reservverk eller batterireserv.

- 1 Under hösten 1984 kommer tre av dessa mindre FM-stationer med relativt stor befolkningstäckning att förses med reservverk till en beräknad kostnad av ca 600 000 kr. Stationerna betjänar ca 50 000 invånare. Av de återstående 52 stationerna har 12 st en befolkningstäckning av mer än 2 500 invånare, 10 st mellan 2 500 och 600 och 5 st mellan 600 och 250 invånare. 25 stationer har en befolkningstäckning av 250 invånare eller mindre per station.
- 2 För att dessa återstående ca 150 000 invånare skulle kunna förses med reservverk erfordras en investering av ca 10 milj kr vilket varken rymms i televerkets reinvesteringsplan under överskådlig tid eller är rimligt med hänsyn till kostnaderna per hushåll.
- 3 Genom omdisponering kan under de närmaste budgetåren ytterligare fem stationer förses med reservverk. Stationerna betjänar ca 30 000 invånare. Därutöver kan batterireserv till en kostnad av ca 1 milj kr införas så att ytterligare ca 70 000 av återstående 120 000 invånare kan betjänas under begränsad tid (ca 2-4 timmar). Televerket undersöker de tekniska förutsättningarna för en sådan batterireserv. Denna begränsade batterireserv bedöms kunna anordnas för 15 - 20 sändare med relativt stor befolkningstäckning om det är tekniskt möjligt. Återstående stationer har låg befolkningstäckning och är spridda över hela landet. De betjänar totalt ca 50 000 invånare (ca 0,5 % av befolkningen).

Efter genomförandet av redan beslutade åtgärder enligt 1 och reservverk enligt 3 beräknas vid ett totalt kraftavbrott i landet ca 98,5 % av landets befolkning kunna betjänas av ljudradiosändare som sänder P3 inkl lokalradio för det egna lokalradioområdet.

Gruppen finner de av televerket planerade och föreslagna åtgärderna angelägna. De bör anses tillräckliga vid en total avvägning av resurser och effekter.

6.3.3 Information via radio och TV

Grupp C har slagit fast både riks- och lokalradions betydelse vid elavbrott. TVs betydelse är mindre som informationsorgan vid elavbrott eftersom de flesta mottagarna är nätanslutna.

Riksradions sändartäckning är nära 100-procentig.

Med de åtgärder televerket har genomfört eller planerar att genomföra enligt 6.3.2 erhålls en god sändartäckning även för lokalradion. För att

radion skall kunna fylla sin uppgift som informationsorgan vid elavbrott krävs emellertid en effektiv programproduktion vilket i sin tur kräver att reservkraft finns för alla funktioner. Reservverket bör i största möjliga omfattning vara fast installerade och försedda med automatstart. Detta gäller även riksradios distriktskontor, som f n med något undantag saknar reservkraft.

Gruppen konstaterar att Sveriges Radio ser över reservåtgärder för lokalradio och riksradio. Sveriges Radios utredning är angelägen mot bakgrund av radions särskilda betydelse vid elavbrott. Åtgärderna bör utformas så att hela kedjan från programproduktion till distribution får samma säkerhet vid elavbrott.

Gruppen anser denna översyn angelägen.

6.3.4 Lokal elproduktion och eldistribution

Förutsättningarna för att bygga upp lokala nät kring lokala produktionsanläggningar vid längre elavbrott bör studeras i vissa speciella fall (jfr 4.4). I allmänhet krävs att kraftvärmeverk e d kan kombineras med mer lättreglerade anläggningar som vattenkraftverk eller gasturbiner. Dessutom krävs särskild reglerutrustning och personal med kunskap om denna speciella typ av drift. Mot bakgrund av att de lokala förutsättningarna varierar, bör dessa studier genomföras inom ramen för en kommunal planering för att möta långa elavbrott (se kapitel 8). Som framgår bl a av grupp As rapport är lokal drift svår att genomföra, men i vissa speciella lägen kan den vara att föredra framför total strömlöshet. Ett ytterligare problem är att den lokala kraften oftast är otillräcklig, varför bortkoppling av belastning blir nödvändig (behöver förberedas) innan det lokala nätet kan byggas upp.

Eldistributörer och råkraftleverantörer bör även kontrollera att tillräcklig reservkraft finns vid transformatorstationer och ställverk.

Fullskaleprov med lokal drift är praktiskt taget omöjliga att genomföra. Detta gör det särskilt angeläget att där studien visar att förutsättningar föreligger spela igenom hypotetiska lokala driftfall om lokal drift skall kunna vara ett realistiskt alternativ.

6.3.5 Polis

Stora skillnader finns särskilt mellan äldre polisstationer som ofta saknar reservkraft, och nyare som har god reservkraftförsörjning bl a till datorer och kommunikationssystem.

Nödbelysning och el behövs på många håll till kodlås, garageportar m m.

Riktlinjerna för reservkraft för polisstationer bör ses över av byggnadsstyrelsen och rikspolisstyrelsen. Härvid bör även reservkraftsituationen för polisradions sändarnät inventeras.

6.3.6 Larmsystem

Gruppen har tidigare noterat, att det är väsentligt att olika typer av larmsystem fungerar vid elavbrott. Falsklarm som utlöses av elavbrott hindrar larmcentraler och brandkärer att utföra nödvändiga utryckningar. Män-

niskor som är beroende av trygghetslarm av olika typer kan utsättas för risker om larmcentralerna inte fungerar. Driftlarm måste kunna komma fram.

Larmsystem replierar på telekommunikationsnäten. Dessa nät bör även fungera av detta skäl och risken för överbelastning bör begränsas. Detta kan i princip ske genom åtgärder i telenätet. Möjligheterna att öka framkomligheten i telenätet är dock begränsade.

När det gäller larm som belastar larmcentraler bör normer finnas för larmens sätt att fungera vid bl a elavbrott eller genom fungerande batterireserv förebygga falsklarm.

Det centrala räddningsverk som planeras få ett samordnat ansvar för att förebygga allvarliga olyckor bör ges i uppdrag att se över larmsystemens funktionssäkerhet vid elavbrott.

6.3.7 Vädertjänst

Behovet av ytterligare avbrottsfri kraft studeras internt inom SMHI.

6.3.8 Miljöfarlig verksamhet

Gruppen finner det angeläget att studera om nuvarande lagar och föreskrifter ger tillräcklig vägledning för att dimensionera skyddssystem så att person- och miljöskador vid längre elavbrott kan undvikas. Härvid bör särskilt eventuella indirekta elberoenden uppmärksammas. Arbets- och skyddsstyrelsen bör i samråd med berörda myndigheter ges i uppdrag att se över lagstiftningen och skyddssystemens funktionssäkerhet vid elavbrott.

6.4 Sammanfattande slutsatser

Behovet av åtgärder för att uppnå erforderlig funktionssäkerhet har redovisats under respektive avsnitt. Åtgärderna har analyserats utgående från störfallen i kapitel 4. För en del samhällsfunktioner är emellertid uthålligheten begränsad. För att möta långa elavbrott föreslås i kapitel 8 en kommunal planering som omfattar bl a vissa kommunaltekniska försörjningsområden. Behoven har endast påpekats i detta kapitel.

Inom de områden där centrala verk eller myndigheter har ett direkt ansvar, har efter den 27 december utredningar påbörjats som i flera fall leder till behov av kompletterande investeringar i reservkraftsystemen. Gruppen anser detta vara ett väsentligt utgångsmaterial för fortsatta åtgärder.

7 Åtgärder för att begränsa produktionsbortfall och kapitalförstöring

I detta avsnitt behandlas förslag till åtgärder för att begränsa konsekvenser av elavbrott inom industri, för datoranvändare, handel och jordbruk, dvs verksamheter där kriterierna för val av reservkraftsfilosofi är i huvudsak ekonomiska. Lagar och bestämmelser av olika slag reglerar verksamheten och kan få betydelse för val av åtgärder mot elavbrott. Försäkringsvillkor kan också påverka detta val.

Vissa verksamheter kan vid elavbrott vålla personskador – ett uppenbart exempel är lyftanordningar som bygger på elektromagneter. För denna typ av anläggningar finns bestämmelser i arbetsmiljölagen. Uthålligheten i skyddssystemen bör vara sådan att även långa (2-3 dygn) elavbrott inte leder till allvarliga skador.

7.1 Industri

Huvuddelen av industrin grundar sin reservkraftsfilosofi på en hög leveranssäkerhet. Storindustrier har ofta matning direkt från regionnäten, på spänningsnivåer från 130 kV och nedåt. En stor kund har goda möjligheter att genom förhandlingar med elleverantören komma fram till en ekonomiskt optimal leveranssäkerhet.

Samarbete mellan enskilda industrier och elleverantörer är viktiga särskilt för industrier som är extremt känsliga för avbrott. Om elleverantörens driftpersonal känner till på vilket sätt företaget är känsligt, kan de negativa verkningarna av störningar och arbeten på näten minimeras.

En sådan dialog är regel för många företag/elleverantörer, men saknas på andra håll. Företagen efterlyser överlag möjligheter att få direktkontakt med elleverantören även under en störning. Möjligheterna att i full utsträckning tillgodose detta önskemål är dock begränsade.

En optimal avvägning mellan leveranssäkerhet från nätet och reservanordningar innebär sällan att det är ekonomiskt motiverat att installera full reserv för hela tillverkningsprocessen. I processindustrin installeras i allmänhet reservkraft för nödsystem för att möjliggöra en kontrollerad avstängning av processen.

Fortsatt drift av datoriserade driftövervaknings- och styrsystem är i många fall nödvändig. Dessa system förses därför ofta med någon form av avbrottsfri kraft som möjliggör drift under nedgångsförloppet även vid elavbrott.

Processindustrin har högt ställda krav på elförsörjningen. Mycket små spänningsstörningar är tillräckliga för att leda till långa driftavbrott eller felfunktion i ett flertal fall. Följande diagram visar hur återstarttiderna för processen ökar med elavbrottets längd vid ett av de känsligaste företagen, Esso Chemical i Stenungsund. Diagrammet visar, att för denna typ av företag är frekvensen av störningar i de flesta fall en viktigare parameter än avbrottstidens längd. Ett elavbrott som varar i timmar har konsekvenser på produktionsutrustningen i form av igensättningar av ugnar och rör. Det är angeläget att så snart som möjligt vid återuppbyggnad efter elavbrott förse viss känslig industri med åtminstone begränsad effekt för att ge en mer kontrollerad avstängning eller undvika stopp i processen.

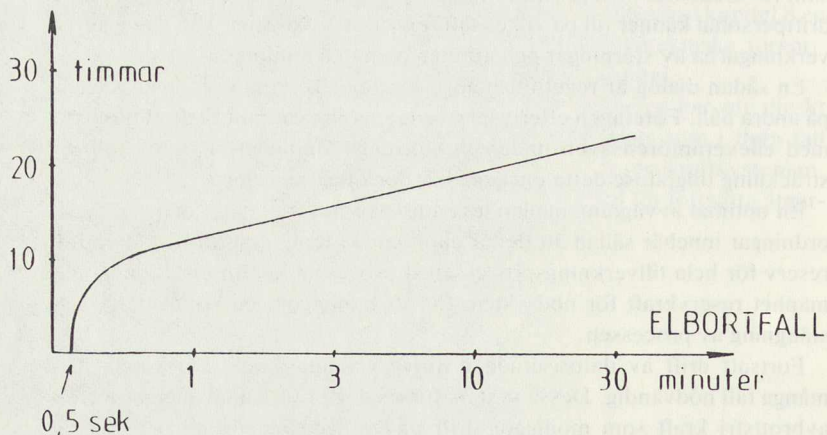
Inslaget av datorer och robotar, som är känsliga för störningar i eltilförseln ökar i industrin. Krav på högre elkvalitet kan komma att ställas utanför de traditionellt känsliga storföretagens led.

Många av de företag inom process- och verkstadsindustri som drabbades av elavbrottet den 27 december modifierar nu sina säkerhetssystem och i flera fall utökar dem. Även för mindre företag är det sannolikt lönsamt att gardera vissa (ytterligare) nyckelfunktioner mot elavbrott. Exempel på detta är små effekter för telefonväxlar, kodlås och nödbelysning, avbrottsfri kraft för datorer eller andra typer av åtgärder.

Eftersom elavbrott sällan är den vanligaste orsaken till driftsstopp, kan det finnas säkerhetssystem som förutsätter el från nätet, åtminstone indirekt, t ex i form av vatten från det kommunala nätet. Sådana beroenden bör om möjligt elimineras.

Företagen finner det ofta inte lönsamt att installera reservkraft på grund av för höga investeringskostnader. De ekonomiska förlusterna då ett elavbrott inträffar kan bli stora. En utveckling av billigare system skulle kunna leda till lägre kostnader för samhället vid elavbrott.

STARTUPP TID



Figur 7:1 Driftavbrott hos Esso Chemical som funktion av elavbrottets längd

Det är angeläget att näringslivets branschorgan, som har god kunskap om sårbarheter inom den egna branschen tar fram underlag och information som hjälp inför beslut om åtgärder inom företagen för att minska sårbarheten vid elavbrott (säkerhetssystem, datasystem och telefonväxlar m m).

7.2 Datorer

Konsultföretaget INFOSEC har på kommissionens uppdrag gjort en enkät bland Riksdataböndens medlemmar. Av enkäten framgår att endast sju företag/myndigheter av 121 svarande har installerat reservkraft för datordriften. Dessa företag/myndigheter hanterar företrädesvis likvida medel. Uthållig reservkraft installeras endast för att säkra den centrala datorverksamheten. Företag som installerat uthållig reservkraft har terminalverksamhet regionalt i landet. Terminalerna blev således obrukbara endast under den tid elavbrottet varade i resp område.

Fler än hälften av företagen har inte installerat och planerar inte heller att installera några skydd för att minska datorsystemens sårbarhet vid elavbrott. Vissa hade dock installerat omformare eller andra utrustningar för att utjämna spänningsvariationer.

Datorer kräver oftast avbrottsfri kraftmatning. Ett dieselaggregat som startar på någon minut kan därför inte ensamt utnyttjas. Det krävs mer sofistikerade lösningar om man vill använda datorerna under elavbrott.

Följande typer av reservkraft finns för datorer:

<i>Typ</i>	<i>Uthållighet och funktion</i>
Omformare	Motverkar spänningsstörning av viss typ
Likriktare – batteri – växelriktare	Avbrottsfri övergång mellan nät- och batteridrift. Tillåter fortsatt drift i 10-15 minuter i de vanligaste tillämpningarna
Ovanstående kompletterat med dieselaggregat	Uthålligheten begränsas av bränsleförråd och om det finns andra beroenden för exempelvis kylning eller ventilation

Kostnaderna för den sistnämnda lösningen är i de flesta fall mycket hög. En tendens är, att reservkraft endast installeras för viktiga delar av datorsystemen. Effektbehoven minskar då, så att en uthållig batterireserv kan skapas till relativt begränsade kostnader.

Mot bakgrund av den ökade datoriseringen i samhället anser gruppen att ansvariga myndigheter och företag bör ägna ökad uppmärksamhet åt datorfunktionen vid elavbrott.

7.3 Handel

Stora varuhus har ofta reservkraft. I många fall kan provisorier tillgripas, men större butiker stängs av bekvämlighets- och säkerhetsskäl. För butiker och butikskedjor med långt driven datorisering av kassa- och ordersy-

stem m m kan system som tillåter att kortare avbrott överbryggas vara lönsamma. För kortare elavbrott är detta tillräckligt.

För längre elavbrott bör behovet av reservkraft för handeln övervägas inom ramen för en kommunal planering för att möta långa elavbrott (se kapitel 8). Det är angeläget att kommunerna i samverkan med eldistributörerna förbereder anslutning av ett mobilt reservkraftverk till någon affär och lagercentral för att lokalt klara främst livsmedelsförsörjningen.

7.4 Jordbruk

Frekvensen av elavbrott är betydligt högre i landsbygdsnät än i tätortsnät. Detta gäller särskilt äldre nät med blanktrådsledning. För abonnenter långt ute i radiellt matade nätdelar kan avbrottstiderna bli långa.

Elavbrott med varaktighet i storleksordningen dygn inträffar med några års mellanrum i skogrika regioner, och elavbrott på några timmar inträffar någon gång per abonnent och år. En förstärkning av näten i enlighet med i kapitel 3 framlagda förslag skulle medföra förbättringar. Dessa är dock inte tillräckliga som enda åtgärd.

Alla abonnenter verksamma i sådana områden måste göra en välgrundad avvägning av olika åtgärder för att minska elsårbarheten. Lösningar som inte är beroende av kontinuerlig eltillförsel kan kanske väljas för vissa funktioner.

Lantbruk med stora djurbesättningar hör erfarenhetsmässigt till de verksamheter som – bortsett från industrin – drabbas hårdast av elavbrott. Vid elavbrott kan djur komma att lida allvarlig skada om tillräcklig reservkraft saknas.

Mekaniseringen av lantbruket och då inte minst den djurhållande delen av lantbruket har gått snabbt. Besättningsstorlekarna har ökat. Elberoendet är på längre sikt totalt. Vissa gårdar kan klara elbortfall under någon tid med merarbete. Vid andra gårdar finns funktioner som inte kan ersättas med manuellt arbete. Exempel på de senare är ventilation och uppvärmning via värmelampor i stora svin- eller broilerbesättningar. Mjölkning av stora besättningar, vattenförsörjning och utfodring kan inte i längden klaras utan tillgång till elkraft.

Av Sveriges 113 000 lantbruk har mellan 1 000 och 2 000 reservelverk. Gårdar med känslig produktion eller i områden där elavbrott är vanligt förekommande har i viss utsträckning anskaffat reservelverk. Anläggningar med stora fjäderfäbesättningar (mer än 10 000 djur) har i allmänhet reservelverk (oftast stationära verk med egen förbränningsmotor). I anläggningar med stora slaktsvinbesättningar (mer än 2 000 årssvin) är reservelverk relativt vanliga. I anläggningar med mjölkkobesättningar är det ovanligt med reservelverk. De är dock vanligare i lantbruk med besättningar med mer än 60 kor.

Flertalet av reservelverken är traktordrivna, antingen stationära eller påhängda på traktorns trepunktslyft. Gissningsvis ligger medeleffekten på runt 20 kVA vilket motsvarar effektbehovet för en ladugård med 25 kor eller en större torkfläkt för hö eller spannmål.

Livsmedelsförsörjningen i kris och krig bygger i hög grad på mjölkpro-

duktionen. Det finns beredskapsskäl att öka tillgången av reservverk vid lantbruk med mjölkbesättningar. Detta kan inte i någon större utsträckning ske i en krissituation, utan måste ske i fred. För anläggningar med större besättningar i särskilt störningsdrabbade områden är reservverk en lönsam investering.

Lantbruksnämndernas rådgivning bör anpassas till önskan att stimulera anskaffande av reservverk i jordbruket. Bl a bör ett underlag tas fram för att en rimlig riskvärdering utifrån lokala förutsättningar skall kunna göras som grund för en lönsamhetsvärdering. LRF har inlett ett arbete i detta syfte.

En standardisering av aggregat och anslutningsdon är angelägen.

För djurhållande lantbruk bör det skapas möjlighet att få statlig lånegaranti enbart för investeringar i reservverk. Lantbruk med mindre djurbesättningar kan i vissa fall dela på ett verk. Lånegarantier enligt ovan bör kunna utgå för att förbereda anslutning vid den enskilda gården samt för gemensam anskaffning av elverk. Anskaffningen bör om möjligt ske genom en samordnad upphandling som gynnar både standardisering och priser.

LRF har beräknat behovet av reservverk inom lantbruket inkl 4 000 svin- och fjäderfäbesättningar. Det uppskattade antalet uppgår till drygt 20 000. Då förutsätts gårdar med mindre än 10 kor klara sig utan reservverk, och besättningar med 10-24 kor (ca 20 000 st) kunna samarbeta två och två om ett aggregat.

Vid en genomsnittlig kostnad inkl installation på 20 000 kr (motsvarande ett reservverk på 20 kVA) och 2 000 kr för varje tillkommande installation skulle enligt vad som redovisats ovan det finnas ett behov av lånegarantier på maximalt 420 milj kr. Med tanke på de skiftande ekonomiska motiven och incitamenten är denna siffra sannolikt för hög.

Motiven för samhället att ekonomiskt stödja anskaffning av reservverk i jordbruk där detta inte sker på företagsekonomiska grunder, är behovet att säkerställa livsmedelsförsörjningen i krig. Frågan om behovet av stödåtgärder kan övervägs inom det ekonomiska försvaret. Detta är speciellt viktigt för att säkra viss mjölkproduktion.

Utöver vad som ovan framförts bör en höjning av lantbrukets elberedskap stimuleras t ex genom information om olika tekniska lösningar, genom försäkringspremier som tar hänsyn till graden av elberoende etc. Arbeten med detta pågår bl a inom LRF.

7.5 Slutsatser

Investeringar i reservkraft inom industri, jordbruk och handel sker i allmänhet på företagsekonomiska grunder. Djur kan komma att lida allvarlig skada vid elavbrott vid brist på reservkraft. Vid kortare elavbrott och för merparten av produktionen har gruppen ej genomfört något detaljstudium. Vissa synpunkter och slutsatser kan dock noteras.

Skyddssystem för att förhindra person- eller miljöskada bör vara så utformade att varken korta eller långa (2-3 dygn) elavbrott leder till allvarlig skada.

Den reservkraftfilosofi som råder inom huvuddelen av industrin grundas

på en hög säkerhet hos elleveranserna. Effektbehoven är oftast sådana att full reserv inte är ett realistiskt alternativ. I processindustrin används reservkraften som nödsystem för exempelvis nödkylning.

I övrig industri inkl livsmedelsindustri är reservkraft ovanlig. I huvudsak torde detta avspegla en rimlig avvägning av risker och kostnader.

Det är angeläget att näringslivets branschorgan tar fram underlag och information som hjälp inför beslut om åtgärder inom företagen för att minska sårbarheten vid elavbrott. (Säkerhetssystem, datasystem och telefonväxlar bör uppmärksammas.)

Mot bakgrund av den ökade datoriseringen i samhället anser gruppen att ansvariga myndigheter och företag bör ägna ökad uppmärksamhet åt datorfunktionen vid elavbrott.

Det är angeläget att kommunerna i samverkan med eldistributörerna förbereder anslutning av ett mobilt reservkraftverk till någon affär och lagercentral för att lokalt klara främst livsmedelsförsörjningen vid långa elavbrott. Detta bör ske i anslutning till en kommunal planering för att möta långa elavbrott.

Det är angeläget att antalet reservverk hos djurhållande lantbruk ökar. Gruppen har ej funnit tillräckliga motiv från sina utgångspunkter för att föreslå direkt statligt bidrag till jordbruket för sådan anskaffning. Däremot anser gruppen att det är angeläget att stimulera anskaffning av sådana aggregat som har en rimlig lönsamhet även i fred. Det är emellertid ett starkt beredskapsintresse att en anskaffning sker. Förslag till finansiellt stöd kan övervägas inom det ekonomiska försvarets ram. Det gäller speciellt reservkraft för mjölkbesättningar.

Gruppen anser att anskaffning av reservkraft bör stimuleras genom att investeringar som enbart avser reservkraft får utgöra låneunderlag för statsgaranterade lån.

Det är angeläget att lantbruksnämnderna och LRF hjälper lantbrukarna med underlag för bedömning av reservkraftens lönsamhet och dimensionering. Standardisering av aggregat och anslutningar är viktig.

8 Kommunal planering för att möta långa elavbrott

8.1 Åtgärder för att möta långa elavbrott

Konsekvensredovisningen i kapitel 2 visar att de flesta samhällsfunktioner klarar ett elavbrott som har en varaktighet på ett halvt till ett dygn. Vissa brister föreligger dock. Åtgärder för att täcka dessa brister har diskuterats i kapitlen 6 och 7.

Gruppen redovisade i kapitel 4 skäl för att elavbrott med varaktighet på upp till 2-3 dygn bör ägnas ökad uppmärksamhet. Detta framgår även av kapitel 2 för vissa samhällsfunktioner. Åtgärder specifikt inriktade på att möta längre elavbrott har inte behandlats i kapitlen 6 och 7. Hänvisning har istället skett till en kommunal planering som diskuteras i detta kapitel.

I kapitel 4 konstaterades att elavbrott kan ha en varaktighet upp emot 2-3 dygn och dessutom drabba ett stort antal människor. Erfarenheterna från regionala avbrott av denna omfattning visar att förmågan att klara dylika avbrott är förhållandevis god på landsbygden. Stora problem kan emellertid uppstå om större tätorter drabbas. Den kommunala produktionen och distributionen av t ex vatten och värme kan vara svår att upprätthålla.

En ökad hänsyn till långa elavbrott kan medföra krav på längre uthållighet hos reservanordningarna. Vissa samhällsfunktioner kan också vara känsliga för långa elavbrott utan att vara det för korta.

Ett sätt att möta långa elavbrott är att rekommendera eller föreskriva en längre uthållighet i reservanordningar. Viktiga samhällsfunktioner som endast klarar elavbrott på högst ett dygn skall i sådant fall anskaffa reservanordningar som har en längre uthållighet. Gruppen har funnit metoden att föreslå generella normer och lösningar för att lösa beredskapen för långa elavbrott som mindre lämplig av ett antal skäl.

- 1 Långa elavbrott förekommer så ytterst sällan att det inte är ekonomiskt försvarbart att göra omfattande investeringar för att möta dessa. Huvudinriktningen av åtgärderna måste vara planering, inventering och organisatoriska åtgärder. Vissa investeringar kan dock bli aktuella.
- 2 Lokala förhållanden varierar kraftigt. Förekomsten av svagheter för att upprätthålla viktiga samhällsfunktioner är lokalt betingad. Tillgången på resurser är och måste bli lokalt anpassad. Detta innebär att generella lösningar förmodligen inte är optimala.

- 3 Långvariga störningar ger upphov till stora påfrestningar som är svåra att förutse och därmed förebygga, vilket gör att de samlade resurserna måste utnyttjas så effektivt som möjligt. Resurserna behöver därför samordnas i högre grad än vid korta elavbrott. Möjligheter till flexibelt utnyttjande av reservkapaciteten bör utnyttjas.

Gruppen anser att långa elavbrott bör mötas genom att en plan upprättas som omfattar tillgängliga resurser, hur dessa skall utnyttjas och en organisation för dylika händelser. En i förväg genomtänkt plan kan vara till stöd för att ge en uppfattning om det handlingsutrymme som står till buds för den uppkomna situationen. Inom t ex eldistributionen måste prioriteringar, omkopplingar, eventuellt lokalt uppbyggda nät och annan reservdrift förberedas för att kunna genomföras inom rimlig tid. På värmesidan bör man ha kunskap och eventuell organisation för att försäkra sig mot att vattenburna system ej fryser sönder.

Kommunerna har ett ansvar för invånarnas välfärd. Kommunerna har som producent och distributör av allmänna nyttigheter och tjänster ett ansvar för en rad viktiga försörjningsfunktioner (i de fall detta sker i entreprenadform är kommunen den part som entreprenören är ansvarig gentemot). Kommunen har goda möjligheter att tillsammans med eldistributören avväga hur resurserna utnyttjas bäst och göra de nödvändiga avvägningar som behövs vid t ex begränsad distribution av el. Det är därför naturligt att kommunerna bör få ansvaret för åtgärder för att möta långa elavbrott och genomför en planering i samverkan med eldistributören. I vissa frågor bör även råkraftleverantören medverka.

Vid upprättande av planen bör beaktas behovet av samarbete med närliggande kommuner och regioner samt samutnyttjande av olika leverantörers resurser. Detta är speciellt viktigt vid planering för att möta långa elavbrott i större tätorter. Enligt störfallbeskrivningen i kapitel 4 är dessa avbrott geografiskt begränsade.

I kapitlen 4-7 har olika åtgärder diskuterats utan att en analys av vad ett samordnat resursutnyttjande skulle innebära. Behov av åtgärder för eldistributionen har diskuterats mot bakgrund av befintlig reservkraftfilosofi. Åtgärder för reservanordningar för olika samhällsfunktioner har på motsvarande sätt analyserats mot bakgrund av en allmän leveranssäkerhet. För korta elavbrott gäller i vissa fall att reservanordningar måste kunna verka snabbt. Uthålligheten har inte samma betydelse som vid långa elavbrott. En planering för att möta långa elavbrott baseras i hög utsträckning på en analys av integrationsmöjligheter och samutnyttjande mellan samhällsfunktioner av resurser i området. Exempelvis ingår i planeringen en inventering av materiel och dess användbarhet. Detta är av intresse även för korta elavbrott. En kommunal planering för att möta långa elavbrott kan således vara ett bra komplement till de åtgärder som diskuteras i kapitlen 6 och 7.

I kapitel 4 redovisades tre störfall som kan betraktas som dimensionerande när det gäller omfattning och längd av fredstida elavbrott. Tabellen nedan, som är hämtad ur kapitel 4, visar att avbrottstiden i de flesta fall inte överstiger 2-3 dygn. Om det blir nödvändigt att exempelvis byta ut en stor transformator på stamnätsnivå, kan det dock röra sig om tider på upp till ett par veckor innan elförsörjningen kan återupptas i full skala. Hur

man i sådana fall skall kunna lösa elförsörjningen inom drabbade områden är i hög grad beroende på om det finns lokala produktionsresurser i form av reservkraft eller lokala produktionsanläggningar som kan försörja ett prioriterat nät. Hur snabbt sådana provisorier kan komma till stånd beror på vilken handlingsberedskap man har hos råkraftleverantörer, hos eldistributörer och hos kommuner. Planeringen bör syfta till att åtminstone provisoriska lösningar är genomförda efter något dygn.

Tabell 8:1 Störfall enligt kapitel 4

	Omfattning			Längsta avbrottstid			
	Del av landet	Region	Lokalt	Landsbygd	Mindre tätort	Storindustri	Större tätort
Störfall 1	x	x	x	12 tim	12 tim	12 tim	12 tim
Störfall 2		x	x	1-3 dygn	1 dygn	2 tim	2 tim
Störfall 3		x	x	1-2 dygn	1-2 dygn	2-3 dygn	2-3 dygn

Mot bakgrund av erfarenheterna från inträffade störningar i tätorter, bl a störningen i Härnösand 1973, har både Svenska Elverksföreningen¹ och Svenska kommunförbundet² givit ut rekommendationer om hur man kan utforma handlingsplaner och genomföra inventering av resurser som kan komma till användning vid en långvarig och till antalet drabbade omfattande störning. Erfarenheter från stormstörningar har bl a dokumenterats i Centrala driftledningens (CDL)³ Storm 69, som också innehåller synpunkter på beredskapsorganisationen. Slutligen finns i kapitel 4 i denna rapport synpunkter på beredskapen vid långa elavbrott som bör beaktas vid genomförande av planeringen. Av redovisningen i det kapitlet framgår att det finns behov av att förbättra beredskapen mot störningar hos vissa eldistributörer.

Det finns ingen skyldighet inom kraftförsörjningen att upprätta speciell handlingsplan för åtgärder vid fredstida störningar.

En samordnad planering för att möta långa elavbrott som genomförs av råkraftleverantörer, eldistributörer och kommuner bör skapa beslutsunderlag för åtgärder (operativa beslut) när en störning uppkommer. Planeringen kan dessutom leda till en samordnad utbyggnad av resurser som kan bidra till att möta andra störningar i elförsörjningen.

I kommunförbundets rekommendationer föreslås följande prioritering av funktioner som utgångspunkt för lokala överväganden:

- 1 Vatten, avlopp och pumpstationer
- 2 Sjukhus och andra sociala inrättningar
- 3 Utspisning genom storkök och matdistribution till pensionärer m.fl.
- 4 Allmänna lokaler och samlingsplatser
- 5 Bostadsområden
- 6 Industrier, jordbruk och varuhus
- 7 Information
- 8 Övrigt.

¹Storstörningar i distributionsnät i tätorter, Svenska Elverksföreningen 1974

²Sociala följder vid långvariga elavbrott, Kommunförbundet 1976

³CDL har numera övergått i KRAFTSAM

Dessa funktioner stämmer ganska väl överens med det urval av samhällsfunktioner som tidigare diskuterats. Två viktiga funktioner som därutöver bör observeras är drivmedelsförsörjningen samt kollektivtrafiken.

Drivmedelsförsörjningen är viktig för uthålligheten hos många befintliga reservverk och andra reservanordningar. Långa elavbrott medför att drivmedelslagren för t ex de dieseldrivna elaggregaten kan behöva fyllas på. Lagren är begränsade av ekonomiska skäl och av brandriskskäl.

Kollektivtrafiken drivs genom länshuvudmännen. I situationer med långa elavbrott är det väsentligt att kollektivtrafiken kan fortgå åtminstone i begränsad utsträckning. Detta bör givetvis beaktas i planeringen.

8.2 Erfarenheter av och synpunkter på kommunal planering för att möta långa elavbrott

8.2.1 Erfarenheter

I några kommuner har en mer djupgående sk katastrofplanering påbörjats i syfte att begränsa konsekvenserna av omfattande fredstida störningar.

Gruppen har inte kartlagt hur vanligt det är att katastrofplaner för långa elavbrott finns upprättade. Statens energiverk har däremot i en enkät till de vid januaristormarna 1984 drabbade 45 eldistributörerna funnit att 13 av dessa företag har särskild störningsberedskap. Det framgår emellertid inte av det materialet hur många av dessa planer som är samordnade med övriga behov av kommunal planering för att möta elavbrott.

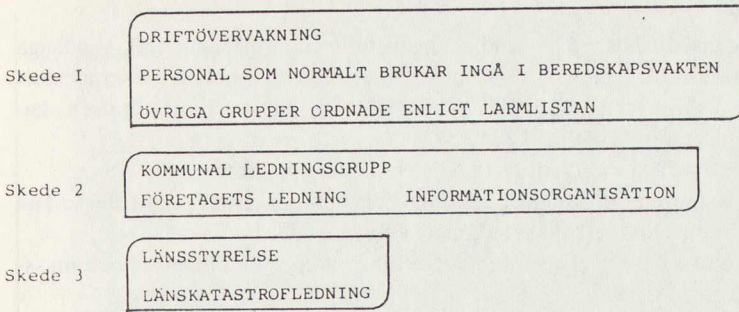
Gruppen har emellertid tagit del av ett projekt, där man har tagit fram delvis samordnade planer som är avsedda för att kunna användas vid längre elavbrott. Planerna har upprättats på uppdrag av sju elverk norr om Stockholm. Dessa planer förefaller uppfylla de krav som kan ställas på distributörernas planering för att möta långa elavbrott. Den följande beskrivningen bygger delvis på planerna från Bro-Bålsta och Sigtuna.

8.2.2 Organisation

Nedan diskuteras organisationen utgående från vad som måste göras när en störning har inträffat. Intagande av beredskap kan lämpligen indelas i tre skeden (se fig 8: 1).

Skede 1

I skede 1 har eldistributörerna ensamma ansvaret. Kan ej felet avhjälpas inom rimlig tid utan elavbrottet förutsätts bli långvarigt inträder skede 2. Eldistributörerna har ett viktigt ansvar att ge underlag till beslut om en övergång till skede 2.



Figur 8:1 Organisationsschemat visar schematiskt i vilken ordning grupperna inkallas och påbörjar sitt arbete.

Skede 2

Kommunförbundet har i tidigare nämnda planeringsanvisningar rekommenderat att en ledningsgrupp som bör verka vid längre elavbrott utses och har sammansättning enligt nedan. Ledningsgruppen skall inträda i skede 2.

- Kommunalförbundsstyrelsen eller motsvarande, ordförande
- Brandchef
- Gatuchef och/eller chef för energiverket (motsvarande)
- Socialchef
- Hälsovårdschef/hälsovårdsinspektör
- Informationschef (motsvarande)
- 1-2 ytterligare ledamöter
- Gruppen kan vid behov utökas genom adjungering av bl a
 - Skolmyndigheten
 - Fastighetsföretag
 - Föreningar för detaljhandel och industri
 - Landstinget
 - Länsalarmeringscentral eller motsvarande (LAC)
 - Länsstyrelsen
 - Militära förband
 - Polisen

Kommunförbundet pekar särskilt på värdet av att den kommunala ledningsgruppen utgörs av personer som även ingår i kommunens krigsberedskapsorganisation.

Det är viktigt att gruppen anpassas till de lokala förhållandena. Kommunförbundets förslag kan i stort ligga till grund för sammansättningen av en ledningsgrupp. I de kommuner där det finns ett vatten- och avloppsverk bör chefen för detta ingå i ledningsgruppen. De organisatoriska kontakterna med eldistributörerna och råkraftleverantörerna bör uppmärksammas. Kommunförbundet har i sitt förslag utgått från kommunal distributör i den egna kommunen, vilket inte alltid är fallet. Representanter från distributionen och/eller råvarukraftleverantören bör ingå i ledningsgruppen.

Skede 3

Länsstyrelsen har vid fredstida katastrofer en övergripande roll. Vid långa elavbrott är förmågan att utnyttja kringliggande regioners resurser av stort värde. Länsstyrelsens arbete kan härvid vara viktigt. Länsstyrelsens katastrofgrupp är aktuell i skede 3.

Länsstyrelsens katastrofgrupp har följande uppgifter:

- Samordna tillgängliga resurser och vidta åtgärder så att dessa kan ställas till den lokala ledningens förfogande.
- Vid behov organisera regional information till allmänhet och massmedia.

Länsstyrelsen kan också bistå vid organisation av övningar för att medlemmarna i den kommunala ledningsgruppen får tillfälle att studera verkningarna av ett allvarligt elavbrott och de konsekvenslindrande åtgärder som kan behövas.

Det synes därför naturligt att beakta länsstyrelsens möjligheter att aktivt biträda kommunen vid planeringen mot långa elavbrott.

Övningar där fingerade elavbrott och dess konsekvenser studeras är mycket viktiga för att hålla uppe en kompetens för att möta sällsynta händelser som ett omfattande elavbrott. Sådana övningar förekommer regelbundet i samband med övningar inom ramen för krigsberedskapen. Även om likheterna är stora i tekniskt avseende, är valet av åtgärder ofta olika i fred resp vid krig i landet. Det är därför viktigt att särskilda övningar för fredsförhållanden kan genomföras.

8.2.3 Inventering, åtgärder

Behovet av en kommunal planering för att möta långa elavbrott är bl a orsakat av de varierande lokala förhållandena. Planen bör därför anpassas därefter. Vissa allmänna principer kan dock anges.

Som bas för den kommunala planeringen bör ligga en utredning från råkraftleverantören och eldistributören beträffande de störfall som är relevanta för den aktuella kommunen. De i kapitel 4 beskrivna störfallen behöver relateras till kommunen i fråga beroende bl a på nätutformningen samt tillgång till elproduktionsresurser. Först efter beslut om vilka störfall som bör beaktas kan den övriga planeringen påbörjas.

Nätutformningen och därmed ovannämnda förutsättningar ändras med tiden genom belastningstillväxten etc. Ovannämnda utredning måste därför ses över med vissa tidsmellanrum på samma sätt som normala nätutredningar för ett elförsörjningsområde. Vid dessa tillfällen bör naturligtvis också kommunernas planering för att möta elavbrott överarbetas.

Nedan redovisas innehållsförteckningen i en av de redan upprättade planerna. Exemplet redovisar den del av planen som upprättas av eldistributören (8.2.1). Ansvariga i kommunen för de viktiga samhällsfunktioner som finns diskuterade i avsnitt 8.1 bör på motsvarande sätt göra en inventering och upprätta en åtgärdskalender.

- 1 Inledning
- 2 Organisation
- 3 Nätuppbbyggnad
- 4 Feltyper och förebyggande åtgärder
- 5 Avbrottskänsliga abonnenter
- 6 Information
- 7 Hjälporgan
- 8 Personalvård
- 9 Åtgärdskalender
- 10 Bilagor
 - Larmlista
 - Kommunal ledningsgrupp
 - Allmän telefonlista
 - Förteckning över massmedia
 - Personalförteckning
 - Organisation och kontaktvägar
 - Eldistributionsföretagets störningsorganisation
 - Avbrottskänsliga abonnenter som har behov av reservkraft
 - Förteckning över reservkraftaggregat
 - Förteckning över installationsföretag
 - Abonnenter som skall informeras
 - Förteckning över material som skall beställas för anslutning av beredskapsställverk
 - Förslag till uppställning av beredskapsställverk
 - Förteckning över reservkablar till beredskapsställverk
 - Förteckning över materialstandard i sammanfattning
 - Fordonsförteckning i sammanfattning
 - Maskin- och redskapsförteckning i sammanfattning
 - Förteckning över grävmaskinsföretag

Figur 8:2 Exempel på innehåll i en eldistributörplan för att möta långa elavbrott

Regeringen har i proposition (1984/85:5) lagt förslag om utvecklad kommunal energiplanering. Kommunernas stora betydelse för tillförsel och användning av energi understryks. Bedömningen i propositionen är att detta inflytande kommer att öka. Bland annat på grund av dessa skäl föreslås en plan för hela energisystemet i kommunen.

Om den utvecklade kommunala energiplaneringen kommer till stånd kan underlag beträffande elanvändningen komma att tas fram. Detta är av intresse för en planering för att möta långa elavbrott.

8.2.4 Synpunkter

Nedan följer exempel på några angelägna områden utöver de som behandlats (8.2.1 och 8.2.2) och som bör beaktas i planen.

Kommunen bör:

- Samordna en planering för kommunen för att möta de av störfallen 1-3 som kan vara tillämpliga för kommunen i fredstid, där viktiga funktioner som vattenförsörjning säkerställs på en acceptabel nivå.
- Speciellt undersöka behov av att vidta åtgärder för att lindra konsekvenserna för känsliga grupper – handikappade, äldre som vårdas i hemmet eller på institution osv.
- Genomföra övningar.

Eldistributörerna och råkraftleverantörerna bör:

- Utreda vilka störfall som är relevanta för kommunen och ange vilka de sårbara punkterna i nätet är och hur allvarliga konsekvenser kan begränsas genom olika provisorier, där lokalt uppbyggda nät under vissa förutsättningar kan vara en möjlighet vid långa avbrott.
- Undersöka möjligheterna att prioritera känsliga abonnenter.
- Undersöka möjligheter att förkorta avbrottstiderna i delar av näten som har avsevärt sämre leveranssäkerhet än genomsnittet.
- Säkra kontaktvägarna med viktiga förbrukare inför störningar för att klargöra förutsättningarna för prioriterad leverans av begränsade effekter för att därigenom mildra konsekvenserna för exempelvis vissa industrier, där reservkraftaggregat skulle ställa sig orimligt dyrbart.
- Bygga upp en organisation för störningar, där bl a information till allmänheten prioriteras (jfr grupp C).
- Bygga upp ett regionalt samarbete kring tung reservmaterial.

Abbonenterna i allmänhet bör:

- Se över elsårbarheten i ett vidare perspektiv där även andra risker kommer in, och överväga vilken säkerhet som krävs för olika delar av verksamheten.

Länsstyrelsen bör:

- Ha en beredskap för att samordna och leda insatser vid stora störningar som berör flera kommuner.

8.3 Utredningar av betydelse för den framtida störningsberedskapen på kommunal nivå

En viktig utgångspunkt för att bedöma hur en planering för långa elavbrott bör gå till, är den beredskap som redan finns i kommunerna för krig och för fredstida katastrofer. Delar av denna process befinner sig fortfarande under omdaning vilket hänger samman med:

- Överförandet av ledningsansvaret för civilförsvaret på lokal nivå till kommunerna.
- Integreringen av den fredstida räddningstjänsten med civilförsvaret.
- Inrättandet av en central räddningstjänstmyndighet.

Två utredningar har framlagt betänkanden som grund för dessa förändringar, nämligen Provplanläggningskommittén civilförsvaret – kommunerna (ProCK) (Ds Fö 1984:57) och räddningstjänstkommittén (slutbetänkande SOU 1983:77). En bakgrund för dessa arbeten är att resurser för krig och fred skall samordnas i största möjliga utsträckning.

Det finns också en myndighet med särskilt ansvar för att samordna den kommunala beredskapen inför beredskap och krig, nämligen riksnämnden för kommunal beredskap (RKB).

8.3.1 ProCK

I 1982 års försvarsbeslut fastslogs, att ansvaret för planering och ledning av civilförsvaret lokalt skall övertas av kommunerna fr o m 1987. ProCK har genomfört en provplanläggning i ett antal kommuner. ProCK har därvid ägnat intresse åt frågan om reservanordningar för kommunal teknisk beredskap. Syftet har varit att ta fram behovet av reservanordningar och att investeringar skall komma till stånd.

Med begreppet reservanordningar förstås här anordningar som

- behövs för att i befintliga fredssystem snabbt ersätta maskiner o d som förstörts samt för att bevara verksamheter t ex genom sektionering av nät eller avstängning av flöden, eller
- på annat sätt än det fredsmässiga tillgodose de behov som produktionen eller distributionen täcker t ex reservverk, reservvattentäcker.

Under vissa förutsättningar, bl a att 90 % statsbidrag beviljas, är kommuner och landsting skyldiga att vidta reservanordningar så att den kommunal tekniska försörjningen av gas, vatten och elektricitet tryggas i beredskapstillstånd och krig.¹

Trots att lagen om kommunal beredskap sedan länge har reglerat kommunernas skyldighet att vidta reservanordningar har inga anskaffningar med hjälp av statsbidrag skett. Orsaken är dock inte att behovet är täckt. Vid en provplanläggning av reservanordningar i Sundsvalls och Timrå kommuner fann RKB stora brister. RKB konstaterade, att det var oklart hur lagen skulle tillämpas. En fortsatt provplanläggning har genomförts inom ProCK. ProCKs betänkande överlämnades till försvarsministern i juli 1984.

De båda provplanläggningarna kan enligt ProCK inte läggas till grund för en bedömning av de totala kostnaderna för att anskaffa reservanordningar i hela landet. De indikerar dock att de totala kostnaderna för riket sannolikt skulle bli mycket stora för att tillgodose även en mycket låg ambitionsnivå. Uttrycket "överlevnadsnivå" har varit vägledande.

ProCK pekar på svårigheterna att som i lagen om kommunal beredskap dra en strikt gräns mellan behov av reservanordningar för krig, och sådana som behövs redan i fred.

Grunderna för provplanläggningen har varit länsstyrelsernas bedömningar av områden som kan bli utsatta för bekämpning och allmänna råd från resp fackmyndigheter.

Planläggning av eldistribution

För planläggning av elenergiförsörjningen under beredskap och i krig är landet territoriellt indelat i elområden och elblock. Elblocken omfattar som regel flera kommuner. Provisoriska anvisningar för planläggningen har utarbetats av Vattenfall. Anvisningarna riktar sig till eldistributionsföretagen. Den planläggning som har grundats på dessa anvisningar gäller även fortsättningsvis.

¹Lagen (1963:64) om kommunal beredskap, 6 §.

Någon kommunal planläggning med syfte att vid partiellt elbortfall prioritera elleveranser inom kommunen har hittills inte skett. ProCK framför att en sådan planläggning är angelägen för att man dels skall ha kunskap om tekniska möjligheter till prioritering dels ha ett beslutsunderlag för att kunna göra erforderlig prioritering.

Förslag till allmänna råd för en sådan planläggning har därför utarbetats av Vattenfall och prövats av provplanläggningskommunerna.

Syftet med planläggningen är att sammanställa underlag som möjliggör för kommunstyrelsen att under beredskap och i krig prioritera elleveranser inom kommunen.

Planläggningen skall enligt de allmänna råden innehålla uppgifter om

- ledningsorgan,
- den fredstida elenergiförsörjningen,
- formerna för prioritering av elleveranserna under beredskap och i krig samt
- reservmöjligheter för matning av särskilt viktiga behov av elenergi.

Om det bedöms som ändamålsenligt kan eldistributionsföretagens beredskapsplan biläggas planen för elenergiförsörjning.

De allmänna råden för planläggning av elförsörjning har i stort visat sig motsvara kommunernas behov av planläggningsregler. Man anser dock att en komplettering bör ske med ett avsnitt om reservanordningar.

Från provplanläggningskommunerna har denna typ av planläggning för beredskap och krig bedömts medföra bonuseffekter för åtgärder vid långa fredstida elavbrott.

Planläggning av gas- och värmeförsörjning

Nuvarande regler för planläggning av gas- och värmeförsörjning fastställdes 1971 av ÖEF, som också har utarbetat allmänna råd som legat till grund för provplanläggningen.

Provplanläggning av vattenförsörjning och avlopp

Syftet med planläggningen är att skapa förutsättningar för att i det längsta säkerställa tillfredsställande vattenförsörjning och sanitära anordningar, i första hand genom fungerande vatten- och avloppssystem.

Kommunernas nuvarande planläggning för vattenförsörjning har skett med ledning av statens planverks fackankvisning "Vattenförsörjning och avlopp", utfärdad 1977. ProCK fann att denna fackankvisning är ofullständig och att även andra centrala myndigheter än statens planverk borde medverka i arbetet.

Allmänna råd att gälla för provplanläggningen har utarbetats av statens livsmedelsverk och statens naturvårdsverk.

Erfarenheter från provplanläggningen

Behov av reservanordningar och därmed beräknade kostnader varierar från kommun till kommun beroende av hur omfattande den kommunaltekniska försörjningen är, samhällsviktig verksamhet som skall bedrivas un-

der beredskap och i krig, den risk för krigsskador kommunen kan bedömas vara utsatt för osv.

Provplanläggningen har visat att någon särskild plan utöver dem som görs för de olika kommunaltekniska verksamheterna inte behövs för reservanordningar.

Av intresse för ELFÖRS är följande uttalande från ProCK:

”Det fredstida samhället har genom utvecklingen rent allmänt blivit mera sårbart. Sårbarheten föreligger i än högre grad under beredskap och i krig. Enligt vår mening är det därvid särskilt allvarligt om den kommunaltekniska försörjningen utsätts för allvarliga störningar. Det är därför nödvändigt att ägna ökad uppmärksamhet åt reservanordningar jämfört med dagsläget. Kommunerna kan bedömas ha fredsnytta av många reservanordningar som anskaffas för beredskaps/krigsförhållanden. Någon jämförande värdering mellan fredsnytta och nytta för beredskap och krig har dock inte gjorts.

Frågan om att vidta reservanordningar är komplicerad. Både primär- och landsfingskommuner berörs. Flera centrala myndigheter har sektorintressen i frågan. Vi har av tidsskäl inte haft möjlighet att närmare utreda detta område. Åtgärder för att under beredskap och i krig tillgodose primärbehoven i fråga om vatten, mat och värme är av utomordentlig betydelse för möjligheten att överleva och därmed för försvarsviljan. Den kommunaltekniska försörjningen kan vara avgörande för att sådana åtgärder skall kunna vidtas. Den är också mycket viktig för kommunens möjligheter att sörja för sina invånare och stödja övriga delar av totalförsvaret, t ex hälso- och sjukvården, försvarsmaktens underhållstjänst och annan krigsviktig verksamhet. Frågan om reservanordningar är därför enligt vår mening av sådan angelägenhet att den måste utredas ytterligare. Statens ansvar för sådana anordningar bör självfallet bestå. Vi anser att man från statens sida bör driva denna fråga på ett mer aktivt sätt än vad som hittills har varit fallet. Eftersom vi bedömer att kommunerna har viss fredsnytta av reservanordningar som vidtas för krigstida förhållanden är det rimligt att överväga om en annan kostnadsfördelning mellan stat och kommun än vad som anges i lagen om kommunal beredskap kan leda till en ökad anskaffning av reservanordningar.”

8.3.2 Räddningstjänstkommittén

Den statliga räddningstjänstkommittén föreslår i sitt slutbetänkande (SOU 1983:77) att den kommunala räddningstjänstens nuvarande skyldigheter att ingripa bör utökas på så sätt att de kommunala räddningsorganen även skall få ett ansvar för att hindra eller begränsa de skador som kan uppkomma i samband med allvarliga störningar i viktiga samhällsfunktioner. Sådana störningar kan förekomma i samband med svåra snöoväder, omfattande skyfall, långa elavbrott eller liknande händelser. Ingripande föreslås ske redan när det finns fara för olyckshändelse eller störning i viktiga samhällsfunktioner.

Räddningstjänstkommittén föreslår ett aktivt samarbete mellan kommuner i räddningsregioner. Samarbetet skall kunna omfatta ledningsorganisationen, styrkorna i beredskap, de materiella resurserna, utbildningen, övningsverksamheten, planläggningen och t ex de förebyggande åtgärderna mot olyckor.

Kommunförbundets styrelse har gett sina länsavdelningar i uppdrag att initiera överläggningar mellan kommunerna så att det genom frivilliga

överenskommelser senast den 1 juli 1984 kan bildas ett rikstäckande system med räddningsregioner. Avsikten är att regionerna skall vara desamma för räddningsorganisationen i fred och krig.

Räddningstjänstkommittén anser att den kommunala räddningstjänsten skall ha ett ansvar för att förebygga och begränsa konsekvenserna av långvariga elavbrott. Den behandlar emellertid inte speciellt frågan om elsårbarheten. I praktiken behandlas elsårbarheten indirekt genom ett förslag att de kommunala räddningsorganen vid inspektion skall kunna påtala brister som bedöms kunna orsaka olyckor samt att det nya centrala räddningsverket bör samordna förebyggande åtgärder. (I huvudsak är det förslagen till organisation och information vid olyckor m m som är tillämpliga även på elavbrott.)

8.4 Studier och beredskap för elavbrott i krig

ÖEF har ansvar för att samordna beredskapsförberedelserna inom de olika myndigheter och affärsverk som ingår i det ekonomiska försvaret, däribland Vattenfall.

Vattenfall har planläggningsansvar för elförsörjningen vid beredskaps-tillstånd eller krig. I dessa situationer inträder en särskild myndighet, elförsörjningsnämnden.

Krigsplanläggningen syftar dels till att tillgodose behovet av kompetent personal, nödvändig materiel, drivmedel m m, dels till att så långt möjligt säkerställa elsystemets funktion trots krigsskador.

En beredskapsplanläggning av kraftföretagen sker under ledning av Vattenfall inom ramen för den territoriella indelningen i elområden och elblock.

Krigsskyddsnämnden för kraftanläggningar kan ålägga kraftföretagen att vidta skyddsanordningar, främst i form av fortifikatoriskt skydd av viktiga anläggningar.

Kommunerna är enligt lagen om kommunal beredskap skyldiga att planera för hur elförsörjningen inom kommunerna skall kunna upprätthållas.

Gruppen har tagit del av det arbete som har genomförts av ÖEF i samarbete med Vattenfall inom ramen för perspektivplaneringen inför 1987 års försvarsbeslut (ÖEF/Vattenfallstudien). Studieuppgiften, som gavs av regeringen 1983-06-22, innebar att ÖEF skulle redovisa hur krigsskydds- och beredskapsåtgärder skall utformas för att stärka kraftsystemets drift i krig. De avgränsningar som har gjorts innebär att studien

- koncentrerats till överraskande angrepp och konsekvenser på grund av sabotage eller flygbekämpning
- framför allt behandlar distributionssystem (stamnät, regionala nät och detaljdistribution) och abonnenter/användare
- inte behandlar fredstida driftfall, fredskris eller avspärrningar
- inte avhandlar skydd mot A-, B- eller C-stridsmedel (utreds särskilt)
- skall ses som en förstudie vars resultat kan användas för att inrikta arbetet under fas B, dvs kommande år.

Beträffande hotbilden säger ÖEF/Vattenfall:

- Hotet mot kraftsystemet i form av flygbekämpning och markstrid bedöms kvarstå på ungefär samma nivå som tidigare.
- Sabotagehotet har växt kraftigt i och med utvecklingen av särskilda diversionsförband. Kvantiteten och kvaliteten i sabotagehotet gör att vi i kombination med övriga hot inte kan utgå från en fungerande (central) distribution av elkraft till de områden där striden förs, åtminstone inte vid de tillfällen då angriparen söker nå ett avgörande.
- Inte heller kan vi räkna med att distributionen via stamnätet kommer att fungera tillfredsställande under de mest kritiska dyggen vid ett överraskande angrepp, om beredskapsåtgärderna kvarstår på nuvarande nivå i framtiden. Mot bakgrund av de flygbekämpnings- och sabotageinsatser Överbefälhavaren (ÖB) bedömer som rimliga mot elsystemet, föreligger stora möjligheter att kraftigt störa mobiliseringen/krigsorganiseringen genom angrepp på elsystemet.

Studien har således inriktats på områden som i vissa avseenden har beröringspunkter med en framtida katastrofsituation.

- Sabotage i samband med överraskande inlett angrepp kan komma innan speciella skyddsåtgärder eller beredskapshöjande åtgärder har hunnit genomföras. Därför måste åtgärder vidtas redan i fred för att möta detta hot.
- Den typ av skador som kan inträffa i samband med exempelvis sabotage kan också inträffa i samband med terroristhandlingar i fred.
- Den inriktning som ÖEF/Vattenfallsstudien har innebär att mycket osannolika men i fred tänkbara skador täcks in. Bl a täcker man in behovet att i vissa fall kunna klara elförsörjningen i flera separata nät.

Gruppen bedömer att vissa typer av mycket osannolika framtida katastrofskador behandlas av studien. Det är rimligt att beredskapen mot sådana skador studeras och planeras i samband med en planering inför krig. Emellertid anser gruppen att denna beredskap bör anpassas till det faktum att katastrofskador kan inträffa i fred. De resurser som bedöms nödvändiga att anskaffa, och de förberedelser i övrigt som bedöms nödvändiga bör göras med utgångspunkten att en enstaka katastrofskada kan inträffa i fred.

8.5 Slutsatser

Gruppen konstaterar att ökad uppmärksamhet bör ägnas elavbrott på 2-3 dygn. Det finns behov att vidta åtgärder för att kunna möta dessa elavbrott. Bristen på uthållighet framgår delvis av kapitel 2 och är sedan exemplifierat i kapitel 6. En analys av störfall som leder till långa elavbrott återfinns i kapitel 4 och där konstateras ett behov av att kunna möta längre elavbrott. I kapitel 4 ges exempel på åtgärder som kan vidtagas av eldistributören för att reducera konsekvenserna av långa elavbrott. Gruppen har kommit fram till att för att kunna möta långa elavbrott behövs en i förväg genomtänkt plan. Planen bör omfatta organisation, tillgängliga resurser

och förslag till åtgärder. Planen bör omfatta möjligheterna att säkerställa vissa få men vitala funktioner. Gruppen anser att kommunerna bör få ansvaret för att en planering genomförs.

Förutsättningarna varierar kraftigt mellan olika kommuner både när det gäller teknisk uppbyggnad av försörjningssystemen (el, värme, vatten/avlopp, eventuell gas) och abonnenternas känslighet. Gruppen anser det därför inte vara lämpligt att centralt utfärda anvisningar som föreskriver exempelvis reservverk för vissa typer av anläggningar. Reservverk är i många fall angelägna, men i en lokal prioritering av åtgärder för att minska sårbarheten kan det vara riktigt att prioritera andra typer av åtgärder högre, bl a därför är en kommunal planering som innefattar avvägningar av olika typer av åtgärder att föredra.

Även ProCKs provplanläggning visar att behovet av reservanordningar (i praktiken framför allt reservverk) inte är täckt varken i krig eller fred i de kommuner som har varit föremål för provplanläggning även om man tar hänsyn till alla resurser som finns i närområdet.

Den planläggning som har genomförts i provplanläggningskommunerna innebär en betydande utvidgning av den hittillsvarande planläggningen. Om provplanläggningen blir normerande, innebär det bl a:

- Kommunerna tar fram ett beslutsunderlag för prioritering av begränsade elleveranser i beredskap och krig.
- Kommunerna inventerar förekomsten av reservanordningar och förtecknar behov av ytterligare reservanordningar för att klara den viktigaste kommunaltekniska försörjningen i krig.
- Viss anskaffning sker av reservanordningar med statsbidrag.

Gruppen anser att det finns många gemensamma drag mellan ProCK:s förslag till provplanläggning och en planering för att möta långa elavbrott.

Gruppen anser emellertid också att förhållandena skiljer sig åt mellan krig och fred. I krigstid måste betydande påfrestningar, bl a i form av störningar i försörjningen med el, vatten, värme osv accepteras. Stora delar av industriproduktionen ligger nere. Samtidigt finns i krig särskilda styrinstrument som inte är tillämpliga i fred. I fred är kraven på att snabbt återställa samhällets funktion större samtidigt som den mentala beredskapen är lägre.

Det är därför angeläget att kommunerna också genomför en planering direkt inriktad på fredsförhållanden. Räddningstjänstkommitténs förslag har härvid betydelse för den ledningsorganisation man har att utgå från vid en störning. Räddningsregionerna kan också komma att få betydelse för samverkan när det gäller exempelvis mobila reservverk. Länsstyrelsernas roll kan också påverkas av de beslut som fattas mot bakgrund av betänkandet.

Grundtanken är, att kommunerna bör ta ansvaret för att en plan för att möta långa elavbrott utarbetas. Detta bör ske i samverkan med berörda råkraftleverantörer och distributörer. Kommunerna bör verka för att nödvändiga åtgärder och investeringar genomförs. Råkraftleverantörer och distributörer bör ha ansvaret för att ge underlag beträffande de störfall, som kan vara aktuella för kommunen i fråga samt i förekommande fall beträffande möjligheterna till uppbyggnad av isolerade elsystem.

Gruppen bedömer att det merarbete som detta innebär för kommunerna

ej bör bli betydande då stora delar av erforderligt underlag ändå tas fram inom den kommunala beredskapsplanläggningens ram. Visst underlag skulle även kunna erhållas om regeringens förslag till utvecklad kommunal energiplanering genomförs.

En central arbetsgrupp bör tillsättas för att utarbета allmänna råd och anvisningar med syftet att samordna mellan kommunernas planering för att möta långa elavbrott och den kommunala beredskapsplanläggningen. Sambanden med kommunal energiplanering bör uppmärksammas.

Arbetsgruppen bör även behandla frågan om finansiering av reservanordningar m m som har nytta både för freds- och krigstid.

Den tänkta arbetsgruppen bör också behandla den fråga som framförs av ProCK om ändringar i § 6 i lagen om kommunal beredskap. ProCK menar att man mot bakgrund av fredsnittan av de reservanordningar man med statsbidrag kan tänkas anskaffa för ett krigsbehov, bör överväga en annan fördelning av kostnaderna mellan stat och kommun än vad som nu gäller (90 % statsbidrag). Bakgrunden till ProCK:s förslag är också svårigheterna att dra gränsen mellan fredsbehov och krigsbehov av reservanordningar. Gruppen anser att det i princip är riktigare att ge kommunerna ett ansvar för att minska sårbarheten i de mest livsviktiga funktionerna inom egen budget eller med hjälp av ett mer generellt bidrag, som inte föreskriver vissa specifika lösningar. Gruppen tar inte ställning i bidragsfrågan.

Gruppen konstaterar att den förstudie som ÖEF och Vattenfall genomfört på regeringens uppdrag inte omfattar fredstida driftfall, fredskris eller avspärning. Gruppen finner att studiens förslag till fortsatta fördjupningsstudier ligger väl i linje med vad den från sina utgångspunkter har anledning att förorda. Speciellt anser gruppen att frågan om riktad utslagning i kritiska punkter i vårt elsystem bör granskas ingående inom ramen för den fortsatta studien och att man inom den kommunala beredskapsplanläggningen för krig bör uppmärksamma att sabotagehandlingar komma att genomföras innan några beredskapshöjande åtgärder eller andra skyddsåtgärder för beredskap/krig har hunnit göras. Detta kan leda till störfall som i fredstid är osannolika men kan ha en varaktighet utöver den som diskuteras i övrigt.

9 Förslag

9.1 Allmänna utgångspunkter och slutsatser

9.1.1 Utgångspunkter

Gruppen har utgått från att elsystemets dimensionering och beredskapen mot frestida elavbrott bör uppfylla följande krav:

- Elavbrott får inte leda till fara eller mycket stor olägenhet för den enskilde.
- Elavbrott får inte leda till stora (långsiktiga) konsekvenser för samhälle eller näringsliv.
- Vissa samhällsfunktioner måste kunna hållas igång för att begränsa konsekvenserna av elavbrott.

Gruppen har analyserat tåligheten mot elavbrott, nuvarande läge beträffande reservanordningar samt behov av åtgärder inom följande samhällsfunktioner:

Sjukvård	Polis
Transporter/drivmedelsförsörjning	Larmsystem
Post/bank	Vädertjänst
Uppvärmning	Miljöfarlig verksamhet
Hissar/kodlås m m	Industri
Livsmedelsförsörjning	Datorer
Vatten och avlopp	Handel
Fjärrvärme/naturgas	Jordbruk/animalieproduktion
Telenät	
Radiokommunikation	

9.1.2 Störfall, känslig elavbrottstid

Gruppen har studerat tänkbara allvarliga störningar i elförsörjningen och härvid konstaterat, att det finns även andra allvarliga situationer än en störning av typ 27 december 1983 som bör ligga till grund för överväganden om elförsörjningens sårbarhet och åtgärder för att begränsa den.

Gruppen har utnyttjat 3 störfall för att analysera en rimlig uthållighet hos viktiga samhällsfunktioner och behovet av reservanordningar i fred. Dessa utgöres av ett rikstäckande elavbrott, regionala elavbrott orsakade genom

omfattande skador till följd av t ex storm samt regionalt eller lokalt avbrott orsakat av skada i enskild anläggning.

Ett rikstäckande elavbrott bedöms i fredstid ha en högsta varaktighet på 12 timmar och orsakas då av avbrott på stamnätet. (Störfall 1). Regionala avbrott orsakade av stormskador innebär att en stor mängd skador samtidigt kan uppstå i nätet. Avbrott uppemot 2-3 dygn kan förekomma. I huvudsak drabbas abonnenter på landsbygden. (Störfall 2). Regionalt eller lokalt avbrott kan även orsakas av skada på enskild anläggning. Vid sådana avbrott kan även större tätorter drabbas. Med tillfälliga installationer kan störningens effekt begränsas. Avbrott på 2-3 dygn dock är dock tänkbara (Störfall 3).

Gruppens slutsats är att med befintlig och planerad reservkraft klarar viktiga samhällsfunktioner elavbrott på 12 timmar till ett dygn utan större negativa samhällseffekter. Längre elavbrott medför växande problem. Ökad uppmärksamhet bör ägnas långa elavbrott (upp till 2-3 dygn).

Gruppen har diskuterat terrorist- och sabotageaktioner som riktas mot de svagaste delarna i systemet. Konsekvenserna kan då bli stora. Terroristaktioner kan förekomma i fredstid. Sabotageaktioner som förberedelse för krigshandlingar kan komma att genomföras innan några beredskapshöjande åtgärder eller andra skyddsåtgärder för beredskap/krig har hunnit göras. Det finns alltså anledning att man redan i fred förbereder sig för att klara av dessa typer av störningar.

9.1.3 Avvägning mellan åtgärder hos användare och elnät

Gruppen konstaterar att leveranssäkerheten är hög i centrala delar av elnätet. Det är däremot förenat med stora kostnader att höja säkerheten i perifera delar, där avbrottsrisken är högre och avbrottstiderna för få/vissa abonnenter kan bli långa. Leverantörerna framhåller också att det är få abonnenter som är beredda att betala högre elpris för att få en ökad säkerhet. Den praktiska marginalen i systemet att möta störningar kan tillfälligt sjunka i samband med reparationer och ombyggnader. De flesta av landets abonnenter kan acceptera obehaget av elavbrott vid nuvarande nivå på avbrottstid och avbrottsfrekvens. Leverantörerna rekommenderar känsliga abonnenter – vattenverk, vårdhem, lantbruk och industrier att skaffa egen reservkraft. Man är också beredd att ställa upp med rådgivning.

Gruppen anser att nuvarande avvägning i huvudsak är rimlig med hänsyn till nätets totala sammansättning av abonnenter samt kostnader och effekter av ytterligare nätförstärkning.

För att möta de fredstida störfallen finns alternativ till reservkraft som många gånger kan vara att föredra, exempelvis att skaffa en ytterligare, oberoende matning från nätet. En reservkraftlösning ger emellertid bättre skydd mot terroristaktioner riktade mot elsystemen och även mot de störningar som kan förväntas i krig.

9.1.4 Reservkraft

Reservkraft bör ses som ett system. Skötsel och underhåll är viktiga delar i ett sådant system. Mot bakgrund av att elavbrott i de flesta fall är sällsyn- ta, är det angeläget att där så är möjligt då och då även genomföra fullskaleprov med reservkraften, dvs där matning från det yttre nätet bryts. Vidare behövs kunskaper om systemen, vad som omfattas av dem osv samt någon form av realistiska övningar i hur man bör bete sig vid elavbrott. Åtgärdslistor kan behöva tas fram.

Reservkraften bör regelbundet ses över speciellt i samband med omor- ganisationer och vid införande av ny och känsligare teknik.

I de fall det finns samordningsorgan för geografiskt spridda verksam- heter bör dessa organ ta initiativ till att ta fram för verksamheten anpas- sade råd för reservanordningar. I vissa fall kan det visa sig lämpligt att även ta fram normer för vilka typer av verksamhet som skall omfattas av reservkraft. Särskilt bör äldre anläggningars status uppmärksammas.

Behovet av reservkraft bör ses från en bred utgångspunkt. Andra lös- ningar än reservkraft kan bli resultatet av en sådan analys. Detta kräver att reservkraftfrågan bör tas upp på ett tidigt stadium vid projektering av en viss anläggning. I vissa fall kan lösningar som minskar beroendet av en känslig funktion väljas.

Någon allmän ökning av reservkraften behövs inte, däremot påvisas behov av kompletteringar inom vissa samhällsfunktioner.

Näringslivets förmåga att upprätthålla produktionen vid långa elavbrott kan endast marginellt påverkas av ytterligare reservkraft, utom möjligen i jordbruket.

Billig reservkraft med litet behov av underhåll är avgörande för en utökad användning. Statens energiverk och Svenska Elverksföreningen har initierat arbete med standardisering och teknisk utveckling av reserv- kraftaggregat främst för jordbruket. Gruppen finner detta arbete angeläget. Eventuellt statligt stöd till visst tekniskt utvecklingsarbete bör kunna läm- nas inom nuvarande forskningsprogram vid styrelsen för teknisk utveck- ling och statens energiverk.

9.1.5 Nätförstärkning

Stormskadorna 1969 ledde till rekommendationer att öka driftsäkerheten i distributionsnäten. Väsentliga förbättringar har skett genom förnyelse och modernisering av elnäten under 15 år som gått sedan dess. Detta har lett till kortare avbrottstider. Detta visar erfarenheten t ex vid stormen i januari 1984. Regionledningar (130-30 kV) är som regel "trädsäkra" (25-30 m bred gata). Moderna lågspänningsledningar byggs med hängkabel. Äldre hög- spänningsnät på 20-6 kV svarar för många lokala avbrott genom fallande träd. Moderna högspänningsledningar byggs med starkare material som tål trädpåfall. Leveranssäkerheten kan också ökas genom nätutformningen (dubbelmatning, slingnät m m) och teknisk utrustning (återinkoppling, fjärrkontroll m m).

Statligt stöd (2 milj kr/år) utgår t o m budgetåret 1984/85 i vissa fall till

modernisering av landsbygdsnät där det är svårt att få moderniseringen till stånd.

Gruppen finner att:

- Eldistributörernas moderniseringsarbete bör fortsätta enligt nuvarande inriktning.
- Uppdrag bör ges till statens energiverk att undersöka behov av fortsatta åtgärder för upprustning av vissa landsbygdsnät enligt ovan.

9.1.6 Avbrottsvärdering

Avbrottsvärdering är ett av flera hjälpmedel som används av kraftföretag och eldistributörer vid dimensioneringen av elsystemet. Svenska Elverksföreningen genomförde år 1982 en avbrottsvärdering. Metoden bygger på olika elanvändares uppskattning av kostnaden för elavbrott av olika längd. Följdkostnader för tredje part ingår normalt inte. Avbrottsvärderingen används i varierande omfattning vid nätdimensionering, främst som kontroll av andra tekniska dimensioneringsmetoder.

Gruppen har från industrin inhämtat uppskattade kostnader till följd av störstörningen den 27 december 1983 inom vissa branscher. Materialet bör granskas av Svenska Elverksföreningen, berörda företag och branschorganisationer och jämföras med motsvarande värden enligt avbrottsvärderingen (1982). Även om totalnivån på kostnaden är ungefär densamma skiljer det mycket i dess fördelning på branscher. Skillnader i lokala förhållanden mellan olika företag i samma bransch bör observeras.

9.1.7 Prioritering av elanvändare

Leveranssäkerheten för en elanvändare bestäms i första hand av lokalisering och den spänningsnivå anslutningen gäller. Allmänna system för prioritering av abonnenter efter funktion vid bort- och tillkoppling av last saknas. I samband med långa elavbrott kan viss prioritering av abonnenter ske vid inkopplingen. Tekniska förutsättningar för prioritering är störst för abonnenter anslutna till regionnät eller högspända lokalnät i tätorter. Datoriserade driftcentraler kan i framtiden ge bättre förutsättningar för prioritering av elanvändare. I framtiden kan eventuellt tekniska system för s k belastningsstyrning (via telenät) användas även vid elavbrott.

Elanvändare och kraftföretag/eldistributörer bör i samverkan eftersträva lösningar som tar hänsyn till användarnas prioriterade elbehov. Speciella överenskommelser om återinkoppling i flera steg efter elavbrott bör prövas i enskilda fall.

9.1.8 Isolerade elsystem vid längre elavbrott

I några områden (t ex större städer) finns i princip möjlighet att bygga upp isolerade elsystem som utgår från lokala produktionsanläggningar. De skulle kunna innebära ett sätt att minska konsekvenserna av långa, lokala elavbrott. För att bygga upp systemet från spänningslöst tillstånd krävs tillgång på startkraft (gasturbin, vattenkraft etc) för att kunna starta de kondens- eller mottryckskraftverk som finns i området. Dessutom krävs

teknisk utrustning för spännings- och frekvensreglering och utbildad personal. Kvaliteten på "lokal" elenergi blir sämre än vid normal elförsörjning. På några ställen i landet undersöks möjligheterna att bygga upp lokala elsystem vid längre elavbrott. Detta är även av betydelse för krigsberedskapen då hotbilden enligt de allmänna förutsättningarna för det ekonomiska försvarets perspektivstudie innebär större risk för stannatssammansbrott vid krig/krigsförberedelse än tidigare.

Gruppen anser att möjligheterna att bygga upp lokala elsystem vid långa elavbrott (upp till 2-3 dygn) bör undersökas av de kommuner där de allmänna förutsättningarna föreligger. Detta bör prövas mot andra åtgärder inom ramen för en kommunal planering för att möta långa elavbrott.

Gruppen konstaterar vidare att ÖEF/Vattenfall i anslutning till de fortsatta studierna om ökad beredskap för elförsörjningen avser att inventera förutsättningarna för lokal och regional försörjning. Härigenom bör översiktlig planering och förberedelser även för långvariga men osannolika elavbrott under fredstid kunna täckas in.

9.2 Funktionsvisa förslag

9.2.1 Funktioner där elavbrott kan medföra fara eller stora olägenheter för den enskilde

För flera viktiga samhällsfunktioner varierar förhållandena starkt, varför lokala lösningar bör förordas. I vissa fall bör generella lösningar väljas t ex då ansvaret för funktionen är centraliserat. Ansvariga myndigheter bör utfärda råd eller normer för vilken verksamhet som bör omfattas av reservkraft.

En översyn av reservåtgärder mot elavbrott pågår inom många myndigheter. Gruppen har granskat dessa förslag till åtgärder.

Nedan följer en sammanfattning av åtgärdsförslag.

Sjukvård

- Socialstyrelsen bör i samråd med Landstingsförbundet ges i uppdrag att inventera reservkraftsläget vid landets sjukhus och föreslå åtgärder för att ge äldre sjukhus en rimlig uthållighet vid elavbrott. Vattenförsörjningen bör också uppmärksammas i detta sammanhang.

Transporter och drivmedelsförsörjning

- Transportrådet bör ges i uppdrag att i samråd med ÖEF utreda hur man uppnår en rimlig uthållighet för drivmedelsförsörjningen av prioriterade behov vid elavbrott. Drivmedelsförsörjningen av reservkraft bör särskilt uppmärksammas.
- Länshuvudmännen bör överväga hur drivmedelsförsörjningen till kollektivtrafikens bussar skall kunna fungera vid ett elavbrott.
- SJs förslag till åtgärder synes angelägna. Gruppen har därutöver inget att tillägga.
- SLs förslag till åtgärder synes angelägna. Gruppen har inget att tillägga.

- Det är angeläget att Stockholms Energiverk och SL undersöker förutsättningarna för att vid långa elavbrott driva tunnelbanan med lokalt producerad elenergi.
- Sjöfartsverket och luftfartsverket behandlar frågan om förbättringar i reservkraften internt inom resp område. Gruppen har inget att tillägga.

Post, bank

- En successiv utbyggnad av avbrottsfri kraft pågår.

Uppvärmning

- För fastigheter anslutna till landsbygdsnät bör byggnadsnämnderna rekommendera att bostadshus förses med reservuppvärmning för åtminstone något rum och som kan fungera under några dygn utan el från nätet.

Hissar, kodlås m m

- Det centrala räddningsverk som planeras bör ges i uppdrag att utreda behovet av åtgärder för att föra hissar till närmaste våningsplan och ev. föreslå nya normer.
- Fastighetsägare bör överväga behovet av reservkraft för kodlås och garageportar.

Försörjning med livsmedel

- Vid längre elavbrott bör kommunerna vara beredda att skapa förutsättningar för distribution av livsmedel.
Detta bör beaktas inom ramen för en kommunal planering att möta långa elavbrott.

Kommunalteknisk försörjning

De lokala förhållandena varierar kraftigt mellan olika kommuner. Centrala anvisningar om exempelvis reservkraft är därför olämpliga. Åtgärder för att säkerställa den kommunaltekniska försörjningen vid framför allt långa elavbrott bör därför övervägas lokalt inom ramen för en kommunal planering för att möta långa elavbrott.

Vatten- och avloppsförsörjningen hör till de samhällsfunktioner som det är mest angeläget att upprätthålla under ett elavbrott.

Nedan följer vissa funktionsvisa åtgärdsförslag.

Vatten och avlopp:

- Det är angeläget att söka tekniska och organisatoriska lösningar som medger ökad användning vid elavbrott av eldistributörernas mobila reservaggregat för prioriterade behov, exempelvis vattenförsörjningen.
- Vatten- och avloppsverksföreningen bör anpassa sina dimensioneringsnormer till kraven vid långa elavbrott. Frågan om reservkraft bör bedömas samlat för både vatten- och avloppssystemen för att undvika oönskade utsläpp till sjöar och vattendrag.

Fjärrvärme och naturgas:

- Det är angeläget att lokalt i kommunen studera förutsättningarna för att driva fjärrvärmesystem vid långa elavbrott. Detta bör ske inom ramen för en kommunal planering att möta långa elavbrott.
- Det är angeläget att fjärrleverantörerna studerar effekten på fjärrvärmesystem av periodisk bortkoppling av elabbonenter vid begränsad tillgång på eleffekt.
- Reservfilosofi och reservkraftsystemens dimensionering bör även fortsättningsvis uppmärksammas vid uppbyggnaden av naturgassystem.

9.2.2 Funktioner av betydelse för att begränsa verkningarna av ett elavbrott

Telenät

- Även om teletrafiken fungerade tillfredsställande under kraftavbrottet i december 1983 kommer televerket att se över och ytterligare förbättra elkraftförsörjningen för att göra telenäten mindre sårbara vid störningar i det allmänna eldistributionsnätet. Bland de frågor som närmast behöver utredas är behovet av att installera stationära reservverk längre ner i stationsstorlekarna än vad som för närvarande görs. Reservkraft för mobiltelefonnätet kommer att förbättras.

Abonnentväxlar större än ca 125 anslutningar har batterireserv. I storleken 25-125 anslutningar kan de förses med batterier efter abonnentens önskemål.

Gruppen anser att televerkets utredning är angelägen mot bakgrund av telekommunikationernas särskilda betydelse vid elavbrott.

Radionät

- Televerket har våren 1984 försett de tre återstående större FM-sändarna med reservkraft. Några av de mindre FM-sändarna har fått eller planeras få dieseldrivna reservkraftsaggregat. Detta gäller främst de sändare som täcker många hushåll.

För de "mindre" FM-sändarna undersöker televerket nu möjligheterna att förse dem med begränsade batterireserver (2-4 timmars drift). Batterierna måste bli billiga och underhållsfria annars blir totalkostnaden per sändare/hushåll för hög.

Efter utförda installationer under 1984 återstår 150 000 personer i landet som ej täcks av rätt lokalradiostation vid elavbrott i hela landet. Med införande av reservkraftsaggregat och batterier enligt ovan skulle antalet minska till 50 000 i framtiden.

Vid Tidningarnas telegrambyrå AB installeras reservkraft hösten 1984. Gruppen finner det av televerket planerade och föreslagna åtgärderna angelägna. De bör anses tillräckliga vid en total avvägning av resurser och effekter.

Information via radio

- Riksradien har reservkraft för programproduktion i Stockholm och Göteborg. Lokalradien har reservkraft på sina huvudredaktioner. Aggregaten har oftast manuell start och relativt lång starttid. Automatisk start av reservkraften är värdefull.

Gruppen konstaterar att Sveriges Radio för ser över reservåtgärder för lokalradio och riksradien. Sveriges Radios utredning är angelägen mot bakgrund av radios särskilda betydelse vid elavbrott. Åtgärderna bör utformas så att hela kedjan från programproduktion till distribution får samma säkerhet vid elavbrott.

Polis

- Rikspolisstyrelsen och byggnadsstyrelsen bör se över riktlinjerna för reservkraft vid polisstationer och polisradios sändare.

Larmsystem

- Det planerade centrala räddningsverket bör ges i uppdrag att se över funktionssäkerheten vid elavbrott hos viktiga larmsystem.

Vädertjänst

- Behovet av ytterligare avbrottsfri kraft studeras internt av SMHI. Gruppen har ingenting att tillägga.

Miljöfarlig verksamhet

- Gruppen finner det angeläget att studera om nuvarande lagar och föreskrifter ger tillräcklig vägledning när det gäller uppbyggnaden av skyddssystem för att undvika person- och miljöskador och dessa systems funktionssäkerhet vid elavbrott. Arbetarskyddsstyrelsen bör i samråd med berörda myndigheter ges i uppdrag att se över lagstiftningen och skyddssystemens funktionssäkerhet vid elavbrott.

9.2.3 Funktioner där elavbrott kan leda till stora kostnader i form av produktionsbortfall och kapitalförstöring

Industri

Den reservkraftfilosofi som råder inom huvuddelen av industrin grundas på en hög säkerhet hos elleveranserna. Effektbehoven är oftast sådana att full reserv inte är ett realistiskt alternativ. Mot denna bakgrund kommer reservkraften in som nödsystem framför allt i processindustrin då skyddssystem har lösts ut i olika delar av processen och initierat exempelvis nödkylning.

En ökande datorisering äger rum inom företag och myndigheter som inte är storkonsumenter av el. Dessa har begränsade möjligheter att påverka sin elkvalitet. Gruppen anser att det är viktigt att en ökad uppmärksamhet bör ägnas åt datorfunktionen vid elavbrott.

- Det är angeläget att näringslivets branschorgan tar fram underlag och information som hjälp inför beslut om åtgärder inom företagen för att minska sårbarheten vid elavbrott. (Säkerhetssystem, datasystem och telefonväxlar bör uppmärksammas.)

Datorer

- På datorområdet, där kommissionen låtit göra en undersökning har endast högst 15 % av datoranvändarna (huvudsakligen stora företag och myndigheter) egen reservkraft. Ansvariga företag och myndigheter bör se över sina system.

Handel

Vid elavbrott stängs de flesta affärerna. Vissa varuhus har reservkraft men övriga affärer saknar. Det har skett en snabb teknisk utveckling av el- och databeroende system inom handeln (kassaapparater, distribution och lagerhantering m m). System med inbyggd reservkraft kan visa sig lönsamma.

- Det är angeläget att kommunerna i samverkan med eldistributörerna förbereder anslutning av ett mobilt reservkraftverk till någon affär och lagercentral för att lokalt klara främst livsmedelsförsörjningen vid långa elavbrott. Detta bör ske i anslutning till en kommunal planering för att möta långa elavbrott.

Jordbruk/animalieproduktion

Lantbruk med stora djurbesättningar har behov av reservkraft. Djur kan komma att lida allvarlig skada vid elavbrott om tillräcklig reservkraft saknas.

- Gruppen anser att det inte finns tillräckliga motiv från dess utgångspunkter att föreslå direkt statligt bidrag till jordbruket för anskaffning av reservkraft.
- Gruppen anser att anskaffningar bör stimuleras genom att investeringar som enbart avser reservkraft får utgöra låneunderlag för statsgaranterade lån.
- Reservkraft för mjölkbesättningar är önskvärd av bl a beredskapskäl. Frågan om behov av ytterligare ekonomiska stödåtgärder kan övervägas inom det ekonomiska försvaret.
- Det är angeläget att lantbruksnämnderna och LRF hjälper lantbrukarna med underlag för bedömning av reservkraftens lönsamhet och dimensionering. Standardisering av aggregat och anslutningar är viktig.

9.3 Kommunal planering för att möta långa elavbrott

Gruppen konstaterar att ökad uppmärksamhet bör ägnas elavbrott på 2-3 dygn. Bristerna i uthållighet kan ej avhjälpas genom en allmän ökning av reservkraften utan måste ske genom lokala överväganden.

- Gruppen har kommit fram till att för att kunna möta långa elavbrott behövs en i förväg genomtänkt plan. Planen bör omfatta organisation,

en beskrivning av tillgängliga resurser och förslag till åtgärder. Planen bör omfatta möjligheterna att säkerställa vissa få men vitala funktioner. Kommunerna har ansvar för kommuninvånarnas välfärd och kännedom om lokala förhållanden. Gruppen anser därför att kommunerna bör få ansvaret för att genomföra en planering för att möta långa elavbrott. Kommunerna bör verka för att nödvändiga åtgärder och investeringar genomförs.

- Förutsättningarna varierar kraftigt mellan olika kommuner både när det gäller teknisk uppbyggnad av försörjningssystemen (bl a el, värme, vatten/avlopp, eventuell gas) och abonnenternas känslighet. Gruppen anser det därför inte vara lämpligt att centralt utfärda anvisningar som föreskriver en allmän ökning av uthålligheten i reservanordningarna. I en lokal prioritering av åtgärder för att minska sårbarheten kan det vara riktigt att prioritera andra typer av åtgärder högre, bl a därför är en kommunal planering att föredra.
- Kommunerna bör utarbeta planen i samverkan med berörda distributörer och råkraftleverantörer. Råkraftleverantörer och distributörer bör utarbeta underlag beträffande de störfall som kan vara aktuella för kommunen i fråga samt i förekommande fall beträffande möjligheterna till uppbyggnad av isolerade elsystem.
- Gruppen anser att det finns många gemensamma drag mellan ProCK:s förslag till förstärkt kommunal beredskapsplanläggning, vad gäller kommunal teknisk försörjning och en planering för att möta långa elavbrott. Gruppen anser emellertid också att förhållandena skiljer sig åt mellan krig och fred. Det är därför angeläget att kommunerna också genomför en planering direkt inriktad på fredsforhållanden.
- Gruppen anser att det merarbete som detta innebär för kommunerna ej bör bli betydande eftersom stora delar av erforderligt underlag ändå tas fram inom beredskapsplanläggningens och den kommunala energiplaneringens ram.
- En central arbetsgrupp bör tillsättas för att utarbeta allmänna råd och anvisningar med syftet att samordna mellan kommunernas planering för att möta långa elavbrott och den kommunala beredskapsplanläggningen. Sambanden med kommunal energiplanering bör uppmärksammas.
- Arbetsgruppen bör behandla frågan om finansieringen av reservanordningar mm som har nytta både för freds- och krigstid och därvid erforderliga ändringar i § 6 i lagen om kommunal beredskap.
- Gruppen konstaterar att den studie som ÖEF och Vattenfall genomfört inte omfattar fredstida driftfall, fredskris eller avspärrning. Gruppen finner att studiens förslag till fortsatta fördjupningsstudier ligger väl i linje med vad den från sina utgångspunkter har anledning att förorda. Speciellt anser gruppen att frågan om riktad utslagning i kritiska punkter i vårt elsystem bör granskas ingående inom ramen för den fortsatta studien och att man inom den kommunala beredskapsplanläggningen för krig bör uppmärksamma att sabotagehandlingar kan komma att genomföras innan några beredskaphöjande åtgärder eller andra skyddsåtgärder för beredskap/krig har hunnit göras. Detta kan leda till störfall som i fredstid är osannolika men kan ha en varaktighet utöver den som diskuterats i övrigt.

Bilaga 1 Ledningsnätets omfattning år 1982

Lednings- typ	Lednings- längd ¹ km	Jord- och sjökabel km	Totalt km
Stamnätet			
400 kV	8 786	194	
220 kV	5 462	27	
		<hr/> 221	14 248
Regionnätet			
130 kV	13 600	200	
70 kV	2 200	100	
50 kV	4 800		
40 kV	9 400	1 300	
30 kV	3 400		
		<hr/> 1 600	33 400
Distributions- nät högspänning ²			
20 kV	40 000		
10 kV	110 000	31 000	
6 kV	7 000		
		<hr/> 31 000	157 000
Distributions- nät lågspänning ³			
380/220 volt	253 000	125 000	253 000
	Summa kilometer		457 648

¹Här ingår friledning, hängkabel, hängspiralledning, jordkabel och sjökabel²Ca 70 000 km friledningar uppskattas vara dragna i skog med smala skogsgator³Ca 80 000 km uppskattas vara utförda med hängkabel eller hängspiralledning

Bilaga 2 Sammanställning av data rörande elavbrottet i januari 1984

Företag	Antal Ab.	Friledn. 30-130 kV	Kabel 30-130 kV	Friledn. 3-20 kV	Kabel 3-20 kV	Friledn. 0,4 kV	Kabel 0,4 kV	Orsaker till störningar
Björklinge Elverk	10 931	-	-	770	39	780	288	Storm, trädfall, linsammanslagning
Boo Elverk	10 700	-	-	59	60	257	73	Storm, trädfall
Bro-Bälsta Elverk	10 439	-	-	222	73	171	271	Storm, trädfall
Drefvikens Energiverk AB	33 173	-	-	223	139	580 ¹	-	linsammanslagning Storm, trädfall, linbrott, stolpbrott
AB Finspångs Elverk	10 715	-	-	227	79	279	318	Storm, avbrott i matningen
Flens Elverk AB	10 400	-	-	320	81	337	166	Storm, snö, trädfall
Forsströms Kraft AB	32 229	33	-	1 853	106	1 776	399	Storm
Huddinge Elverk	35 400	-	-	138	151	1 081	-	Oväder
Mjölby-Svartadalens Energiverk AB	8 772	-	-	155	-	350	-	Storm
Motala Ströms Kraft AB	35 000	-	-	1 513	166	2 718	148	Storm, snöfall, trädfall
Nacka Elverk	12 196	4	15	-	166	127	114	Storm, trädfall
Norrälja Elverk	-	-	-	213	92	210	-	Storm, trädfall, trädpåslag
Oxelösunds Elverk	7 923	-	-	13	50	64	216	Storm, snöfall, trädfall
Roslags Energi AB	-	-	-	447	190	885	720	Storm, trädfall
AB Sigtuna Energiverk	12 000	-	-	213	60	95	95	Storm, trädfall, ventilavledare sönder
Stockholms-Näs Kraft AB	4 820	-	-	50	40	45	100	Storm, trädfall
Strängnäs Energiverk AB	12 844	-	-	304	76	335	165	Storm, trädfall
Södertälje Energiverk	38 767	-	2	650	276	700	-	Storm, trädfall
Vattenfall - Mellansverige ²	-	13 754	60	28 063	1 687	27 366	-	Storm
Vattenfall - Östsvrige ²	-	-	-	402	8	400	10	Storm, blötsnö
Vikbolandets Elkraft AB	4 198	-	-	311	44	401	115	Storm, blötsnö, trädfall
AB Vingåkers Elverk	6 750	-	-	338	84	640	210	Storm, trädfall, haveri på fränskiljare
AB Värmdö Elverk	15 900	-	-	500	33	556	242	Storm, trädfall
Östernärkes Kraft AB	7 966	-	-	499	60	531	490	Storm, trädfall
Östhammars Energiverk AB	10 500	-	-	443	40	699	16	Storm, trädfall, avslagna ledare och stolpar
Östra Roslags Energiverk AB	13 500	-	-	230	70	180	180	Storm, snöfall, trädfall
AGH-Elverken ek. för.	6 500	16	-	148	58	270	209	Storm, blötsnö, trädfall
Ale Elförening ek. för.	9 400	-	-	104	66	450	120	Storm, trädfall, linsammanslagning
Härryda Elverk	9 900	-	-	-	-	-	-	

¹ Mest kabel.² Vattenfall totalt vad avser ledningslängder.

Företag	Antal Ab.	Friledn. 30-130 kV	Kabel 30-130 kV	Friledn. 3-20 kV	Kabel 3-20 kV	Friledn. 0,4 kV	Kabel 0,4 kV	Orsaker
Kungälv's Elverk	16 350	-	-	414	105	629	212	Storm, trädfall
Markaryds Elverk	5 770	-	-	90	65	365		Storm
Smålands Kraft AB	42 380	751	9	3 492	292	4 583	1 220	Storm, trädfall, linbrott, stolpbrott
Sydkraft AB	258 000	4 845	53	16 066	1 824	15 430	5 246	Storm, trädfall
Södra Halland Kraftförf.	12 800	-	-		410			Storm, trädfall, islast, stolpbrott
Varbergsortens Elkraft	8 456	-	-	404	87	345	234	Storm, trädfall
Vattenfall-Västverge ¹								Storm, snöfall, saltbeläggning
Viskans Kraft AB	29 205	209	1	1 415	202	1 617	470	Storm, blötsnö
Yngeredsfors Kraft AB	112 000	5	970	4 840	846	9 292	2 355	Storm, snöfall, trädfall, saltbeläggning
Ulricehamns Elverk	4 950	-	-	21	77	34	101	Storm, snöfall, trädfall

¹ Vattenfall totalt vad avser ledningslängder.

Åtgärder

Företag	Elavbrottets omfattning	Vidtagna åtgärder
Björklinge Elverk Boo Elverk Bro-Bälsta Elverk	Landsbygden, Avbrottstid 1-6 h 1 500 ab., Avbrottstid 0,5-8 h Ytterområden, Upp till 10 h enstaka 20 h	Röjning och säkringsbyte Röjning. Hjälp av brandkåren Röjning
Drefvikens Energiverk AB	Landsbygden, Avbrottstid 1-8 en- staka 48 h	Katastroforganisation i kraft
AB Finspångs Elverk Flens Elverk AB Forsaströms Kraft AB	Landsbygd upp till 24 h Avbrottstider upptill 2 h 8 000 ab., Avbrottstid 12 h enstaka 24 h	Skogsarbetare, helikopter Egen personal All tillgänglig personal inkallad
Huddinge Elverk Mjölby-Svartådalens Energi- verk AB	3 500 ab., Avbrottstid 2,5-5,5 h 400-500 ab., Upp till 8 h	Röjning 2/3 av egen personal engagerad
Motala Ströms Kraft AB Nacka Elverk	Stort antal ab., Upp till 20 h 600 ab., Upp till 12 h, 60 ab. 34 h, 2 ab. 92 h	60 personer beordrades i tjänst Egen personal plus personal från brandförsvaret och entreprenörer 20 personer i arbete
Norrtälje Elverk	Landsbygd, Avbrottstid 15 min.- 9 h	
Oxelösunds Elverk Roslags Energi AB	Kortvariga avbrott 6 000 ab., Upp till 48 h	Extra personal kallades in Katastroforg. i kraft, Transforma- torvakter och entreprenörer Driftcentral bemannad, 6 montörer i tjänst
AB Sigtuna Energiverk	Avbrottstider 20 min.-6 h	3 lag i arbete Egen personal Störningskansli upprättades, som mest 48 pers.
Stockholms-Näs kraft AB Strängnäs Energiverk AB Södertälje Energiverk	Fåtal ab., Avbrottstid några timmar Landsbygd upp till 24 h Landsbygd	Egen personal ca 200 man Egen personal plus transformator- och fränskiljare vakter Egen personal
Vattenfall-Mellansverige Vattenfall-Östverige	19 000 ab., Avbrottstid upp till 36 h 8 000 ab., Avbrottstid upp till 30 h	
Vikbolandets Elkraft AB	800 ab., Avbrottstid 2,5 h, enstaka 8 h	Egen personal plus elinstallatörer, skogsarbetare och lantbrukare
AB Vingåker Elverk	Hela nätet, Avbrottstid 7-56 h	All egen personal plus helikopter och entreprenörer
AB Värmdö Elverk	Avbrottstid upp till 42 h	Egen personal 8 personer i tjänst
Östernärkes Kraft AB Östhammars Energiverk AB	Hela nätet, Avbrottstid max. 10 h Landsbygden, Avbrottstid max. 10 h	
Östra Roslags Elverk AB AGH-Elverken ek. för.	Landsbygd 90% av luftledningsnätet, Avbrott max. 23 h	17 personer i tjänst 16 man med 10 bilar
Ale Elförening ek. för.	300 ab., Avbrottstid upp till 7 h	All egen personal plus två skogshug- gare
Härreda Elverk	Landsbygden, Avbrottstid upp till 19 h	Egen personal, 30 personer
Kungälv Elverk	Hela nätet kortvarigt, 150 ab. på öar i ca 1 dygn	Egen personal, 48 personer
Markaryds Elverk Smålands Kraft AB	Avbrottstid upp till 18 h 22 000 ab., Avbrottstider 24 h (3 700 ab.), 48 h (300 ab.)	Egen personal Egen personal, 163 personer. Heli- kopter + 600 man patrull
Sydskraft AB	45 000 ab., Avbrottstid upp till 24 h	Egen personal, 3 helikopter- rar + LRF-personal
Södra Halland Kraftför. Varbergsortens Elkraft Vattenfall-Västverige	Avbrottstid 0,5-3 h Stora delar av nätet 50 000 ab. plus återdistr. Avbrottstid upp till 60 h	Egen personal, 25 man Egen personal Egen personal, linjevakter, militär 400 man, helikopter
Viskans Kraft AB	20 000 ab. Avbrottstid upp till 3 dygn	Egen personal + skogshuggare, he- likopter, militär
Yngeredsfors Kraft AB	53 300 ab. Avbrottstid upp till 84 h	Egen personal + inlånade montörer, stödgrupper militär. Helikopter. To- talt 660 man.

**INFORMATION
VID
ELAVBROTT**

**Rapport från gruppen för vissa informationsfrågor:
Grupp C inom kommissionen (I 1984:01) om
elförsörjningens sårbarhet (ELFÖRS)**

Innehåll

1	<i>Inledning</i>	236
2	<i>Sammanfattning</i>	238
3	<i>Gällande regler och rutiner för information vid elavbrott</i>	240
3.1	Vattenfall	240
3.2	Sydkraft AB	241
3.3	Återdistributörer	241
4	<i>Informationskanaler</i>	242
4.1	Radio och TV	242
4.2	TT	246
4.3	Teleförbindelser	246
4.4	SOS Alarmering AB	248
5	<i>Information vid elavbrottet den 27 december 1983</i>	250
5.1	Elleverantörerna	250
5.1.1	Vattenfall	250
5.1.2	Sydkraft AB	252
5.1.3	Återdistributörer	253
5.2	Massmedier	253
5.2.1	Radio, TV	253
5.2.2	TT	256
5.2.3	Pressen	257
5.3	Teleförbindelser	258
5.4	Allmänheten	259
5.5	Övriga	260
5.6	Sammanfattning och slutsatser	262
6	<i>Erfarenheter från tidigare elavbrott m m</i>	265
7	<i>Förslag från andra utredningar</i>	267
8	<i>Åtgärder för bättre information vid elavbrott</i>	269
8.1	Allmänt	269
8.2	Behov av information – organisation	269
8.3	Informationskanaler	270

8.4	Utformning av information	273
8.5	Förberedelser	274
Bilaga 1	<i>Sändningar i riksradien under elavbrottet den 27 december 1983</i>	275
Bilaga 2	<i>Extrasändningar i lokalradien under elavbrottet den 27 december 1983</i>	276
Bilaga 3	<i>FM-sändare för P 1, P 2 och P 3 jämte lokalradio med uppgift om sändare som drabbades av driftavbrott den 27 december 1983</i>	277
Bilaga 4	<i>Service och trafik i Radio Malmöhus</i>	279
Bilaga 5	<i>Checklista för kontakt med massmedia och abonnenter vid stora störningar</i>	283

1 Inledning

Regeringen bemyndigade den 12 januari 1984 (Dir 1984:5) det statsråd, som har till uppgift att föredra ärenden som rör energipolitiken, att tillkalla en särskild utredare med uppdrag att utreda elförsörjningens sårbarhet mot bakgrund av störningen i elförsörjningen den 27 december 1983 och lämna förslag till vilka åtgärder, som bör vidtas för att minska sårbarheten i elförsörjningen och begränsa konsekvenserna av en störning.

Enligt direktiven skall utredaren bl a studera hur informationen har fungerat och hur den bör fungera.

Arbetet inom kommissionen (I 1984:01) om elförsörjningens sårbarhet (ELFÖRS) har inledningsvis bedrivits i tre grupper, en för analys av elsystemet, en för analys av reservkraftbehovet samt en för vissa informationsfrågor.

Med stöd av bemyndigandet tillkallade statsrådet Birgitta Dahl den 23 januari 1984 fd vice radiochefen Jan-Otto Modig som sakkunnig i kommissionen och tillika ordförande i arbetsgruppen för vissa informationsfrågor.

I gruppen har också ingått som experter pressombudsmannen Disa Byman, redaktionschefen Björn Halldén, informationschefen Helge Jonsson, kanslichefen Per-Axel Landahl, direktören Nils-Petter Lindskog och departementssekreteraren Gun Tombrock. Avdelningsdirektören Birgitta Dangården har varit sekreterare.

Gruppen har byggt sitt arbete i huvudsak på befintligt material samt det material som myndigheter, företag och organisationer har tagit fram med anledning av elavbrottet den 27 december 1983.

Gruppen har därutöver inhämtat fakta och synpunkter från bl a elleverantörer, industri och handel, vissa andra avbrottskänsliga elanvändare, katastrofberedskapsorgan som polis, SOS Alarmering AB och brandförsvaret samt televerket.

Experterna har företrätt sakkunskap om information via radio, TV och TT, information vid kriser och förhållandena inom kraftindustrin.

Gruppen, som har inriktat sitt arbete på oplanerade elavbrott, har inte funnit det meningsfullt att i sitt arbete skilja på information vid olika typer av sådana avbrott. Det ligger dock i sakens natur att det måste röra sig om avbrott av viss längd eller viss geografisk omfattning, för att särskilda informationsinsatser skall anses behövliga.

Gruppen har gjort studiebesök vid Vattenfall, SOS Alarmering AB och Länsalarmeringscentralen i Stockholms län, Sydkraft AB, Radio Malmöhus och vid länsstyrelsen i Malmöhus län.

Gruppen för vissa informationsfrågor överlämnar sin rapport Information vid elavbrott. Gruppen betraktar härmed sitt uppdrag som slutfört. Stockholm i maj 1984

Jan-Otto Modig

/Birgitta Dangården

2 Sammanfattning

Gruppen har inventerat gällande rutiner och regler för information vid elavbrott samt informationskanaler, utrett hur informationen fungerade vid elavbrottet den 27 december 1983 samt diskuterat åtgärder för att förbättra informationen vid elavbrott.

Av kapitel 3 framgår att elleverantörernas rutiner för information vid elavbrott varierar.

Vattenfall har hittills inte haft speciella regler för detta utan har använt normala rutiner för arbete gentemot massmedia, vilket bl a innebär kontakt i första hand med riksradios eko-redaktion och TT. Inom informationsavdelningen i Råcksta finns en särskild presstjänst med ständig jour, som har i uppdrag att hålla kontakter med massmedierna. Någon särskild avdelad personal för brådskande information i krissituationer direkt till allmänheten finns däremot inte. Verket har numera närmare utrett hur informationen vid elavbrott bör förbättras och planerar att komplettera tekniska hjälpmedel samt införa vidgad beredskap. Förbättringar planeras både vid huvudkontoret i Råcksta och vid verkets regionala enheter. Möjligheterna att förbättra informationen inom driften mellan centralen i Råcksta för stamnätsdrift och produktionsreglering – Kraftkontroll – och Vattenfalls regionalt placerade driftcentraler utreds också.

Sydkraft AB har en särskild driftinstruktion med regler om extern information vid elavbrott. Åtgärder för att förbättra beredskapen inför omfattande eller långvariga elavbrott diskuteras också inom detta företag.

Hos andra elleverantörer varierar rutinerna. Vissa har en beredskap för aktiv informationsgivning. Andra inriktar sig mer på att lämna upplysningar till dem som aktivt söker information. Olika informationskanaler används. Praktiskt taget alla anlitar lokalradion.

Informationen vid elavbrottet den 27 december 1983 till allmänheten fungerade enligt gruppens mening någorlunda acceptabelt, men väsentliga förbättringar kan göras. Direktinformation till katastrofberedskapsorgan som polis, brandförsvaret och länsalarmeringscentraler var dock bristfällig. Många avbrottskänsliga företag klagade över bristande information. Nämnda förhållanden berodde bl a på svårigheter att komma fram via telefonförbindelserna och att särskilda informationsåtgärder inte genomfördes från Vattenfall gentemot beredskapsorganen. Planering för bättre beredskap inför elavbrott pågår förutom hos elleverantörer, hos televerket, Sveriges Radio m fl.

För information under elavbrott bör följande gälla.

Organisation och behov av information

- Elleverantören bör organisera arbetet så att operativ personal i så stor utsträckning som möjligt avlastas från informationsuppgifter, samtidigt som den personal som avdelas för dessa uppgifter hela tiden hålls underrättad om utvecklingen.
- De som kan informera vidare bör i första hand få information. Detta innebär snabb information till radio och TT, som sprider den vidare.
- Sådana organ som polis, brandförsvaret, länsalarmeringscentral, som kan behöva vidta särskilda åtgärder med anledning av elavbrottet, bör också få snabb information. Motsvarande bör eftersträvas för särskilt av brottskänsliga elanvändare.
- Snabb direkt information bör eftersträvas från kraftföretag till återdistributörer. Kraftindustrin bör undersöka möjligheterna att göra detta med hjälp av de informationsvägar, som finns inom driften.

Informationskanaler

- Radion är den bästa kanalen för information vid elavbrott. Någon form av jourssystem för lokalradion bör övervägas.
- Tillgänglig reservkraft till televerkets sändare bör vid behov kunna reserveras för enbart ljudradiosändarna.
- Informationsvägarna mellan elleverantören och dem som har särskilt behov av information bör – mot bakgrund av att risk för blockering av telefonförbindelserna kan uppstå vid elavbrott – säkerställas genom t ex direkttelefonnummer, som är tillgängliga endast för berörda, fasta teleföbindelser eller mobil teletrafik.
- Länsalarmeringscentralerna bör utnyttjas vid informationsgivningen.
- En utbyggnad av Tidningarnas telegrambyrås (TT) telefonnyheter på 0710-numret kan ge bättre möjligheter att sprida information vid elavbrott.

Informationens utformning

- Informationen bör lämnas snabbt och sedan regelbundet vid bestämda tidpunkter. Den får inte fördröjas av ambitionen att vara fullständig från början.
- I regioner med en hög andel invandrare bör information lämnas även på de vanligast förekommande invandarspråken eller på "lätt svenska".

Förberedelser

- Allmänheten bör informeras om betydelsen av att ha en batteriradiomottagare med fungerande batterier till hands.
- Elleverantörerna bör planera de informationsåtgärder, som erfordras vid elavbrott, så att en beredskap byggs upp. Råkraftleverantörerna bör planera åtgärderna dels inom sitt eget företag, dels tillsammans med återdistributörerna regionvis. De som har särskilt behov av information och de som kan informera vidare inom regionen bör delta i överläggningar om åtgärderna.

3 Gällande regler och rutiner för information vid elavbrott

3.1 Vattenfall

Vattenfall är leverantör av råkraft och har dessutom hand om elförsörjningen till ca 290 000 detaljabbonenter.

De enheter inom Vattenfall, som blir berörda vid information om elavbrott genom fel på storkraftnätet, är framför allt centralen i Räcksta för stamnätsdrift och produktionsreglering – Kraftkontroll –, den enhet inom Vattenfall under vilken Kraftkontroll sorterar och informationsavdelningen. Vid elavbrott regionalt är det vakthavande ingenjör eller regional informationschef som lämnar information.

Från Kraftkontroll övervakas stamnätet och Vattenfalls produktionsanläggningar. Det är personalen inom Kraftkontroll som först uppmärksammar ett elavbrott på storkraftnätet. På Kraftkontroll finns minst två personer dygnet runt.

Vattenfalls informationsavdelning vid huvudkontoret i Räcksta sysselsätter ca 18 personer. Av dessa utgör under normala förhållanden fyra journalister tillsammans "presstjänsten". En av dessa är "jourhavande redaktör" för att upprätthålla avdelningens sk pressjour dygnet runt. Därutöver finns vissa informationsresurser vid Vattenfalls regionala enheter samt vid kärnkraftverken i Ringhals och Forsmark.

Presstjänstens huvuduppgift är att sköta Vattenfalls kontakter med massmedierna.

Vid en störning i storkraftnätet ligger ansvaret för information till massmedia primärt hos informationsavdelningen i Räcksta. Information lämnas också direkt av Kraftkontroll eller den enhet, under vilken Kraftkontroll sorterar. Några särskilda regler för information vid elavbrott utöver systemet med "jourhavande redaktör" har hittills inte funnits, men avses nu införas. Någon särskild avdelad personal för brådskande information i krissituationer direkt till allmänheten finns inte vid huvudkontoret, utan det blir huvudsakligen telefonväxeln, informationsavdelningen och Kraftkontroll, som får ta emot telefonsamtal och besvara förfrågningar eller förmedla kontakter till olika berörda inom huvudkontoret.

Vid en större störning inom storkraftnätet tar presstjänsten enligt gällande rutiner omedelbart kontakt i första hand med riksradios eko-redaktion och TT. Om särskilda regioner berörs kontaktas regionala informationschefer och vid behov berörda lokalradiostationer.

Fyra av Vattenfalls fem regionala enheter har särskilt avdelade resurser för information. Av lämnade uppgifter framgår, att de flesta av dessa inte har särskilda rutiner för information vid elavbrott. Normal praxis vid massmediakontakter tillämpas även här. Detta innebär att lokalradio, TT och de större tidningarna som regel kontaktas. Personal för att svara på frågor från abonnenterna finns vid enheterna. Förbättringar av informationen vid elavbrott planeras inom de regionala enheterna.

3.2 Sydkraft AB

Sydkraft AB är leverantör av råkraft och försörjer ca 260 000 detaljbonnenter med el.

En särskild driftinstruktion vid bolaget ger regler om extern information vid störningar och andra händelser, som berör allmänheten. Av instruktionen framgår bl a, att en kommuniké snarast möjligt skall lämnas till TTs Malmöredaktion, om elavbrottet är av sådan omfattning att ett större antal förfrågningar kan förutses. Lämplig utformning av informationen vid några tänkta störningsfall finns fogat till instruktionen. Om störningen bedöms bli långvarig skall enligt instruktionen om möjligt större abonnenter underlättas. Vid störningar av begränsad omfattning lämnas muntlig information vid förfrågningar från den lokala pressen eller lokalradion.

Sydkraft har förberedda kontakter med massmedia inom sitt område. När det gäller att nå ut snabbt med information används grupptelex.

3.3 Återdistributörer

Av inkomna uppgifter från ca 25 återdistributörer av elenergi, vilka inhämtats genom Svenska Elverksföreningens försorg, framgår att rutinerna för information vid elavbrott varierar hos olika distributörer. De återdistributörer, som har lämnat uppgifter, svarar för elförsörjningen till ca 1,5 miljoner av landets 4,7 miljoner detaljbonnenter.

Vissa av eldistributörerna har en beredskap för aktiv informationsgivning kopplad till kommunala beredskapsplaner. Andra inriktar sig mer på att lämna upplysningar till dem som aktivt söker information.

Praktiskt taget alla använder lokalradion som informationskanal vid längre avbrott. De flesta uppger att de ger information via sin telefonväxel, som i vissa fall förstärks personalmässigt och även hålls öppen utanför ordinarie arbetstid. Flera distributörer uppger att de har kontakt med berörd länsalarmeringscentral, några informerar brandkåren. Ett flertal har förberett kontakter med avbrottskänsliga eller större abonnenter.

4 Informationskanaler

4.1 Radio och TV

Sveriges Radio består av fyra dotterbolag helägda av moderbolaget Sveriges radio AB. Dessa är Sveriges riksradio AB, Sveriges television AB, Sveriges lokalradio AB (LRAB) och Sveriges utbildningsradio AB.

I samband med uppdelningen av företaget träffades separata avtal mellan vartera av de fem bolagen och staten. Moderbolaget svarar bl a för samordningen av koncernens långsiktiga planering, och är också ansvarigt för koncernens beredskapsplanläggning.

TV-bolaget omfattar programenheterna TV 1 och TV 2 och en teknisk enhet m m i Stockholm samt tio distrikt. Bolaget svarar för rikssändningar och regionala program i de två TV-kanalerna. Sveriges riksradio producerar riksprogrammen i radio. I sina distrikt samarbetar radion med TV-bolaget och lokalradion.

LRAB arbetar med 24 lokalradiostationer, som vardera i princip sänder program över ett län. Förutom en huvudredaktion för varje station finns i genomsnitt två lokalredaktioner i varje område. Lokalradion har f n ordinarie sändningstid i P 3 på vardagar 6.00-8.00, 12.00-12.30 och 17.00-18.00. Dessutom disponeras tid på lördag och söndag fm och em/kväll. Stationerna är som regel bemannade vardagar 05.00-22.00. Lokalradion har avtalsenligt möjlighet att i nödsituation bryta riksprogrammet och sända information till allmänheten. Betald jourtjänst förekommer dock inte. I nyhets- och programverksamheten skall stationerna enligt avtalet med staten spegla och kritiskt granska förhållanden och skeenden i det egna området. Sändningar på minoritetsspråk förekommer i områden där språkgruppen överstiger 2 000 personer.

För den information, som vid svårare olyckor och andra händelser behöver ges genom riks- och lokalradio och television till allmänheten eller till räddningspersonal, finns riktlinjer i den av Sveriges Radio i samråd med televerket utgivna publikationen Rundradioverksamheten vid kris och katastrof som drabbar samhället (SamRIK, Del II A). Anvisningarna kan också enligt förordet tjäna till ledning vid nödlägen i fred, som i och för sig inte kan betraktas som katastrof, men som ändå kräver en omfattande information till allmänheten via rundradio.

Vid svårare olyckor uppkommer det enligt riktlinjerna ett stort behov av information hos både de direkt och indirekt drabbade och hos räddnings-

personalen. I riktlinjerna understryks att det ofta fordras en kommunikation också från dessa. Den som har informationsansvaret måste få veta vilken information mottagarna behöver, om den lämnade informationen når fram och hur detta sker.

Vid kris och katastrofer och andra nödlägen lämnar de programproducerande bolagen inom Sveriges Radio information dels genom nyhetssändningar och andra informationsprogram, dels genom att vidarebefordra av myndigheter formulerade meddelanden.

Nyhetssändningar skall enligt riktlinjerna för informationen ske enligt de principer, som gäller för all nyhetsverksamhet inom de programproducerande företagen i Sveriges Radio. En saklig, opartisk och allsidig information skall snabbt kunna ges. Till nyhetsinformationen hör också att vidarebefordra råd och anvisningar till allmänheten. Extra nyhetssändningar ordnas som regel vid svårare olyckor.

Meddelanden från myndigheter lämnas enligt de principer, som redovisas i avtalen mellan staten och de programproducerande företagen. I avtalet mellan staten och LRAB heter det:

”På begäran av *statlig eller kommunal* myndighet skall LRAB sända meddelande som är av vikt för allmänheten. LRAB skall tillse, att meddelandet ges en lämplig utformning och att det inte genom sin omfattning eller på annat sätt inverkar menligt på programverksamheten.”

Avtalen mellan staten och Sveriges riksradi resp Sveriges television har liknande formuleringar. Riksradi och televisionen är emellertid skyldiga att sända meddelande endast från *statlig* myndighet.

Enligt riktlinjerna för informationen vid olyckor bör rätten att sända meddelande i vissa fall utsträckas till andra än de i avtalen redovisade. När det gäller lokalradion skall t ex en regional larmcentral efter beslut av länsstyrelsen få ge allmänheten information. I situationer när lokalradion inte är bemannad gäller möjligheten i stället riksradi. Kommunal myndighet skall, när lokalradion inte är bemannad, ha rätt att sända meddelande över både riksradi och televisionen.

Både riksradi och lokalradion har – som ett led i planeringen av verksamheten – förberedda varningsmeddelanden för olyckor, som kan förutses inträffa inom olika områden.

För riksradi finns en planering för hur radien skall fungera vid större olyckor, bl a anges i vilka lägen som meddelanden från myndigheter skall lämnas. Den som inom Sveriges Radio tar emot en framställning om sändning av ett meddelande till allmänheten skall genom t ex mottelefonering förvissa sig om att den som begär sändningen är behörig. Dessa kontrollåtgärder får emellertid, enligt riktlinjerna, inte medföra att sändningen av ett viktigt meddelande fördröjs på ett avgörande sätt. Planeringen av informationsverksamheten är ett hjälpmedel, som skall användas i den utsträckning som läget medger och improvisationer skall kunna ske när det är nödvändigt.

De erfarenheter, som man har fått inom lokalradion sedan starten 1977, är bl a att denna radio har förhållandevis hög procent lyssnare. 43 % av befolkningen lyssnar någon gång på lokalradio under vardagar. Fler lokala

redaktioner upprättas efter hand och en ökad rörlighet uppnås genom mobila enheter.

Som förmedlare av information vid olyckor etc har riks-, regional- och lokalprogrammen olika slag av för- och nackdelar.

Typ av program	Fördelar	Nackdelar
<i>Radio</i>		
Lokalradioprogram	Begränsat distributionsområde; God kännedom om lokala förhållanden; Stor rörlighet och möjlighet att snabbt lämna information;	Ingen bemanning sent på kvällstid och under nätter; Begränsad bemanning lördagar och söndagar; På de flesta håll går det att sända inom högst <i>en timme</i> efter larm;
Riksradioprogram	Bemanning dygnet runt;	Informationen sprids över områden som kan vara "för stora" och som skapar oro;
<i>Television</i>		
Riksprogram	Mycket stor publik under speciellt kvällstid; Möjlighet att allmänt orientera ett stort antal människor;	Komplicerad produktion; Ofta mindre lämplig för direktinformation till drabbade inom ett begränsat område;
Regionalprogram	Kombinationen av ljud och bild ger goda möjligheter att informera; Möjligheter att inom ett begränsat område ge detaljerad information; Kombinationen av ljud och bild ger goda möjligheter att informera.	Finns inte i alla distrikt; Begränsade resurser och sändningstider.

Källa: Räddningstjänstkommitténs betänkande (SOU 1983:77) Effektiv räddningstjänst s 205.

Lokalradion har en personell och materiell uppbyggnad, som gör den lämpad för information vid "icke normala situationer", vilket visat sig värdefullt i situationer, när det gäller att snabbt nå ut med information till allmänheten.

Sveriges Radio har goda möjligheter att hålla sändningarna igång under lång tid vid ett elavbrott, om programmet anpassas härefter.

För *distribution av program*, som produceras av Sveriges Radio, krävs förbindelser via ledningar och radiolänknät ut till sändarstationer, där programmet sänds ut trådlöst till mottagarna. P 1, P 2 och P 3 distribueras huvudsakligen från Stockholm ut till hela landet, medan lokalradioprogrammen, som produceras i något av de 24 lokalradioområdena, endast distribueras över sändare i det egna området. Televerket svarar för distributionen av programmen. Insamling av program producerade utanför studio – kontribution – eller distribution av program utanför studio ombesörjs också av televerket.

I distributionsnätet ingår 125 radiolänkstationer för överföring av bild och ljud till sändarstationerna samt för programinsamling.

I televerkets sändarnät för ljudradio och television ingår ca 1 100 sända-

re fördelade på 470 FM-TV-stationer. 55 av dessa är större stationer, som tillsammans svarar för täckning av praktiskt taget hela landets befolkning. De mindre FM-TV-stationerna har i huvudsak tillkommit för att förbättra mottagningskvaliteten på orter med besvärliga mottagningsförhållanden. Inom vissa områden med ogynnsamma terrängförhållanden, t ex i fjälltrakterna, utgör dock de mindre FM-TV-stationerna den enda möjligheten till mottagning av program med godtagbar kvalitet. Televerkets FM-sändare för ljudradio framgår av bilaga 3.

Praktiskt taget 100 % av landets befolkning har goda möjligheter att ta emot riksradiosändningarna av P 1, P 2 och P 3. En betydande övertäckning finns mellan stationerna och dessa sändningar kan därför i regel tas emot från flera alternativa stationer. Detta gäller särskilt P 3. Driftavbrott på enstaka sändare innebär således inte att alla möjligheter till mottagning av riksprogrammen spolerats. Man måste dock då på sin apparat söka upp en sändare som sänder på annan frekvens än den man vanligtvis lyssnar på.

Ljudradiosändare för riksradien är installerade på totalt 127 stationer (55 större och 72 mindre). De större stationerna är alla sedan våren 1984 försedda med reservkraft i form av reservverk, som ger elförsörjning till driften av sändarna och även till radiolänkrustning, hinderljus, ventilation, nödbelysning, kommunikationsradioanläggningar, stationsbatterier m m. En är drifttiden för reservverken innan nytt bränsle måste fyllas på mellan tre och sju dagar beroende på effektuttaget, dvs hur många sändare (radio och TV) som samtidigt är i drift.

Ca 10 av de mindre stationerna har också sådan tillgång till reservkraft med nämnda uthållighet, medan omkring 7 mindre har batterireserv med en uthållighet på några timmar. Resterande 55 mindre stationer saknar reservkraft, vilket innebär att någon eller några procent av landets befolkning inte kan ta emot riksradioprogram på någon kanal vid elavbrott i hela landet. Genomförda och beslutade åtgärder vad gäller ytterligare reservkraftinstallationer minskar denna andel.

Lokalradio sänder över det ordinarie sändarnätet för P 3-programmet inkl 25 FM-sändare, som har tillkommit för att möjliggöra länsvis uppdelning av det rikstäckande sändarnätet. Inom varje lokalradioområde är man dock nästan utan undantag hänvisad till en bestämd sändare av de ca 130, som sänder lokalradio, om man skall lyssna på "rätt" lokalradio (= den lokalradio som sänder inom det område där man bor).

Av de ca 130 sändare, som sänder lokalradio, är 60 större, 55 av de mindre sändarna saknar reservkraft. Detta innebär att vid elavbrott avkall måste göras på mottagning av "rätt" lokalradioprogram på många platser. Inom vissa områden, speciellt inom fjälltrakterna, där man är hänvisad till att lyssna på program som sänds från en mindre sändarstation utan reservkraft, finns vid elavbrott små möjligheter att lyssna på lokalradioprogram. Det går emellertid nästan alltid att överallt lyssna på riksprogram-sändningarna.

När det gäller TV-stationernas betjäningsområden kunde den 1 januari 1984 99,6 % av landets befolkning nås av TV 1- och 99,5 % av TV 2-sändningarna. Mottagning från annan sändare än den ordinarie är svårare än vad gäller radiosändningarna, bl a genom att TV-antennerna är fast

monterade och anpassade till sändarens frekvens.

Möjligheten är nästan obefintlig att kunna ta emot TV-program i samband med elavbrott. Normalt är TV-mottagaren nätansluten och slutar således att fungera vid avbrott. TV-mottagare med batteridrift finns i mycket begränsad omfattning installerade i husvagnar, båtar, vissa fritidshus etc.

4.2 TT

Tidningarnas Telegrambyrå AB (TT) sänder ut redaktionellt material huvudsakligen per teleprinter. Mottagare är ca 140 dagstidningar, Sveriges Radio, lokalradiostationerna, regional-TV samt ytterligare ett antal abonnenter, bl.a. statliga myndigheter, departement och ambassader.

TT är den helt dominerande leverantören till dagspressen av in- och utländska nyheter och samarbetar direkt eller indirekt med de nordiska och de flesta större utländska nyhetsbyråerna. Vid huvudkontoret i Stockholm finns utöver centralredaktionen olika specialredaktioner. TT har även redaktioner i Malmö, Göteborg, Jönköping, Sundsvall och Luleå. Varje redaktion har möjlighet att sända inom sin region.

TTs radioredaktion sänder nyheter i riksradio och lokalradio nio gånger per dygn. Radioredaktionen ger också kontinuerliga nyhetssändningar på en automatisk telefonsvarare med nummer 0710. Detta nummer finns i Stockholm, Göteborg och Malmö. Telefonsvararen kan endast nå inom riktnummerområdet på resp ort. Numret 0710 har dock f n begränsad tillgänglighet vid högbelastning på telenätet.

TT har reservkraft endast för hissar, viss belysning och vissa teleapparater.

4.3 Teleförbindelser

Det allmänna *telefonnätet* är uppbyggt som ett hierarkiskt nät med fjärrförmedlingsstationer, närförmedlingsstationer, riksstationer, knutstationer och ändstationer.

Riks-, knut- och ändstationerna har direktanslutna abonnenter. Förmedlingsstationerna används däremot uteslutande för att förmedla trafik mellan olika stationer.

Ett samtal, som rings från en abonnent i ett fjärrförmedlingsområde till en abonnent i ett annat fjärrförmedlingsområde, skall i princip vandra hela vägen upp genom stationshierarkin till egen fjärrförmedlingsstation, gå över till önskat fjärrförmedlingsområde och sedan vandra nedåt i hierarkin i detta område. Detta är dock inte alltid nödvändigt, eftersom nätet i stor utsträckning har kompletterats med tvärgående förbindelser mellan stationer på lägre nivå, som har hög inbördes trafik.

Trafikmätningar på telefonstationerna ger underlag för dimensionering av telefonnätet. Nätet är dimensionerat för s k bråd timme, dvs "normal" högtrafik. Detta innebär att högst ca 3 % av samtalen inte kommer fram om trafiken ligger på den "normala" nivån. Om trafiken ligger över den

”normala” nivån blir det en större andel av samtalen, som inte kommer fram utan spärras. Andelen ökar mer än proportionellt mot ökningen av antalet samtal. Det är enligt televerket förenat med mycket höga kostnader att bygga ut nätet, så att det klarar en väsentligt högre trafikbelastning än enligt dagens dimensioneringsnormer.

Varje samtal i det allmänna telefonnätet kopplas genom s k väljare genom varje station det passerar. En samtalsanhopning till ett speciellt nummer kan då störa samtal till flera andra nummer genom att kopplingsstationernas gemensamma väljare (eller annan gemensam utrustning) blir överbelastade. Vissa större abonnentväxlar har en förbättrad framkomlighet genom att de anslutits till två olika telefonstationer.

Telefonstationerna förmedlar inte bara vanliga telefonsamtal utan också annan trafik, t ex telefax.

Det finns också nät med stationer dels för telex, dels för datex. Dessa är helt skilda från telefonstationerna. Telexnätet används för att sända text mellan telexapparater. Överföringen är långsam. Datexnätet är ett nät för snabb överföring av data mellan kunder med datexterminaler. I datexnätet finns den s k teletextjätten.

Möjlighet finns också att hyra fasta förbindelser mellan ett antal abonnenter, där det är viktigt att komma fram utan att störas av överbelastningar i de allmänna näten.

De allmänna näten – telefon, telefax, datex m m – utnyttjar tillsammans med hyrda förbindelser ett gemensamt linjenät (kablar och radiolänkar).

Gemensamt för alla tele- och andra utrustningar är att de under ett elavbrott måste försörjas med el antingen från stationära batterier eller reservverk för att bibehålla sin avsedda funktion. Televerkets telestationer har alltid batterier, i vissa fall även reservverk. I fastigheter med flera telestationer har man ofta gemensam reservkraft.

Batterier har enligt televerket normalt en mycket hög tillförlitlighet främst tack vare en okomplicerad konstruktion. Till nackdelarna hör att de har begränsad urladdningstid samt förlorar kapacitet när de åldras. Batterianläggningar kräver regelbunden tillsyn. Reservverk är mer komplicerade på grund av sina omfattande kringsystem, men kan överbygga mycket långa avbrottsstider. Med en omsorgsfull utformning och ett noggrant underhåll är reservverk enligt televerket en god ersättning för elnätet.

Beroende av placeringen i stationshierarkin och den geografiska belägenheten dimensioneras batterier och reservtider från ca en timme vid större AXE-stationer med stationära reservverk upp till ca 10 timmars (i vissa fall upp till 24 timmars) reservtid för små stationer utan reservverk. Batterireservtiden är praktiskt taget konstant över dygnet för AXE-stationerna, men varierar beroende på trafikmängd för konventionella stationer. Stationära reservverk kan drivas omkring fyra dygn innan nytt bränsle måste fyllas på.

Vid elavbrott är förmodligen, enligt televerket, framkomligheten säkrare i telex- och datanäten (teletextjätten) än för de allmänna telefonförbindelserna, eftersom förstnämnda system har en väsentligt mer begränsad spridning än telefonen. I telex- och datexnäten kan gruppskrivningsmöjligheter utnyttjas för snabb spridning av information. Även telefax (överföring av bilder och dokument) kan vara ett alternativ, men eftersom

överföringen här sker via telefonnätet kan man drabbas av överbelastningar.

Information kan också enligt televerket överföras via mobil teletrafik. De kommunikationsnät som kan vara aktuella är nordisk mobiltelefon (NMT) och fr o m år 1985 Mobitex – ett nytt alternativ för landmobil radiokommunikation. Sistnämnda system byggs enligt televerket upp med inriktningen att fungera även vid omfattande störningar på el- och telenät.

4.4 SOS Alarmering AB

Svenska kommunförbundet, Landstingsförbundet och televerket kom år 1972 överens om att bilda och gemensamt äga ett alarmeringsbolag, SOS Alarmering AB. Verksamheten startade år 1973 och har byggts ut successivt.

Enligt avtalet skall verksamheten bedrivas i larmcentraler (LAC), som i regel har länen som verksamhetsområden. Larmcentralerna skall på uppdrag av kommun, landstingskommun och statliga organ ge s k grundtjänster. Till grundtjänsterna hör enligt avtalet att

- ta emot och utlösa larm till brandkår, ambulans och jourpersonal hos kommuner och landsting,
- lämna övriga SOS-tjänster, dvs ta emot samtal via 90 000 och behandla dessa på det sätt som fordras,
- vidarekoppla SOS-samtal till annan hjälpinstans när fullständig larmbehandling inte bör ske inom larmcentralen,
- fungera som sambandscentral för hjälpstyrkor när så fordras.

Larm till t ex polisen skall omedelbart vidarekopplas.

En larmcentral skall vidare på begäran av länsstyrelsen ställa tillgängliga resurser till länsstyrelsens disposition i situationer, som kan betraktas som katastrofer och vid civilförsvarsberedskap.

Vid sidan om de redovisade grundtjänsterna skall de regionala larmcentralerna erbjuda kommersiella tjänster. Om det finns kapacitet, skall centralerna åta sig att ta emot och behandla larm från privata kontrollanläggningar eller utföra andra uppdrag inom alarmeringsområdet. Svenska kommunförbundet, Landstingsförbundet och televerket har genom avtalet förbundit sig att verka för att kommuner, landstingskommuner och statliga myndigheter i största möjliga utsträckning utövar sina alarmeringsfunktioner genom larmcentralerna.

Sammanlagt finns 19 länsalarmeringscentraler som täcker nästan hela landet. 22 kommuner står utanför organisationen. Dessa kommuner har egna alarmeringscentraler för brandförvar m m. Alla sjukvårdshuvudmän inom larmcentralernas områden har anslutit alarmeringen till centralerna.

Samtliga larmcentraler inom SOS Alarmering AB har slutit avtal med privata abonnenter om kommersiella tjänster. Centralerna kan ta emot felanmälan från ett företags kunder och tillkalla reparatörer eller annan jourpersonal. Det gäller bl a kraftdistribution och fastighetsförvaltning. Automatiska brandlarm och larm om driftstörningar från industrier kan också anslutas till larmcentralerna.

De regionala larmcentralerna tog under år 1982 emot sammanlagt om-

kring 6,5 miljoner anrop, varav ca 40 % utgjordes av telefonsamtal över 90 000. Anropen över andra telefonnummer eller över radio utgjorde 52 %. Enligt avtalet skall den årliga kostnaden för grundtjänsterna vid varje larmcentral till 40 % täckas av televerket, till 30 % av anslutna kommuner och till 30 % av landstingskommunen.

5 Information vid elavbrottet den 27 december 1983

5.1 Elleverantörerna

5.1.1 Vattenfall

På Vattenfall i Räcksta blev presstjänsten vid informationsavdelningen underrättad av tjänstgörande chefen för den enhet inom Vattenfall, under vilken Kraftkontroll sorterar, 5-10 minuter efter att störningen hade inträffat. Han meddelade att elavbrottet var omfattande, men att man ännu inte visste vad för slags fel det var fråga om.

Redan några få minuter efter elavbrottet kom de första samtalen till informationsavdelningen från massmedier med frågor om vad som hade hänt. Sedan överhopades Vattenfalls växel med telefonsamtal huvudsakligen från allmänheten. Anhopningen av samtal ledde snart till att telefonledningarna blockerades. På grund av onormalt låg bemanning denna dag på informationsavdelningen kunde många samtal inte tas emot.

Vattenfalls telefoner fungerade rent tekniskt under störningen, eftersom växeln försörjs med reservkraft. Däremot blockerades telefonerna av inkommande samtal och det var till en början svårt att ringa ut från Vattenfall. Detta försvårade för informationsavdelningen att snabbt ta de nödvändiga kontakterna.

Presstjänstens uppgift är att ta hand om informationen till massmedier så snart man fått kännedom om det inträffade. I det aktuella fallet fick presstjänsten information från Kraftkontroll efter 5-10 minuter, varefter förbindelserna dem emellan bröts, genom att telefonerna blockerades och snabbtelefonerna upphörde att fungera till följd av strömavbrottet. Presstjänstredaktören begav sig då till Kraftkontroll (13 trappor bort och i en annan byggnad) för att där etablera en central för information till i första hand massmedierna. Efter ca 20 minuter var en redaktör och en sekreterare på plats intill Kraftkontroll, varifrån de fortsatta kontakterna med massmedierna sköttes under de närmaste timmarna. Inom någon timme hade de flesta av de uppringande redaktionerna fått kontakt med presstjänsten. Personal på informationsavdelningen försökte också nå Vattenfalls informationschefer på de regionala enheterna. Detta visade sig dock svårt.

Under de första 20 minuterna fanns ingen kontakt med riksradios eko-redaktion, vilket medförde en period av total brist på information från Vattenfall till allmänheten via riksradiation.

Den personal från informationsavdelningen, som begett sig till Kraftkontroll, försökte omedelbart att nå kontakt med kvarvarande personal på informationsavdelningen för att informera dessa om vad som hade hänt. De nådde dock inte fram med information förrän efter ca 45 minuter, eftersom informationsavdelningens telefoner var blockerade av inkommande samtal.

Vattenfalls växel blev informerad om vad som inträffat först efter omkring en timme. Den information Vattenfalls informationsavdelning och växeln därefter kunde ge var "att södra och mellersta Sverige var strömlöst på grund av fel i en transformatorstation i Enköpingstrakten" samt att "Vattenfall arbetar på att avhjälpa felet och det dröjer någon timme innan strömmen är åter. Presstjänstredaktören vid Kraftkontroll kunde lämna mer detaljerad information till de massmedier, som hon hade kontakt med.

Kraftkontroll hade genom normala kontaktvägar inom driften kontakt med de samkörande länderna inom Nordel (Danmark, Finland, Norge) i direkt anslutning till störningen. Länderna informerades dessutom en timme efter elavbrottet per telex från informationsavdelningen i Räcksta enligt i en i förväg planerad rutin ("Nordel-Flash").

Direktintervjuer med ansvariga inom driften vid Vattenfall i Räcksta sändes fortlöpande. Kl 16 höll Vattenfall presskonferens i Räcksta. De närmaste timmarna därefter ökade efterfrågan på information från allmänheten. Den tillfälliga centralen för information var nu upplöst och informationen gavs direkt från informationsavdelningen. Den hade emellertid god hjälp av telefonväxeln, som kunde lämna besked att Vattenfall arbetade med att avhjälpa felet. Liksom tidigare under dagen uppstod dock telefonköer.

Kl 19 meddelade presstjänsten till TT att den elkraft som behövdes kunde levereras via storkraftnätet. Samtidigt manades till sparsamhet på grund av produktionsbrist, särskilt inför morgontimmarna dagen därpå. Efter kl 19 minskade telefonförfrågningarna till informationsavdelningen.

Påföljande dag, den 28 december, lämnade Vattenfall i Räcksta besked i nyhetssändningen kl 6.30 att det inte längre var någon risk för kraftbrist. Detta följdes upp av presstjänsten, som strax efter kl 9 på morgonen gav besked till eko-redaktionen och TT att kraftläget nu tillät att el användes i normal omfattning. Under dagen svarade informationsavdelningen och Kraftkontroll på uppföljande frågor från massmedierna och i viss mån från allmänheten. Vid en presskonferens kl 17 presenterade Vattenfall en snabbrapport över den inträffade störningen och meddelade att man vid ett extra direktionsmöte under dagen hade tillsatt en störningskommission.

Fyra av Vattenfalls fem regionala enheter berördes av elavbrottet. Samtliga hade – på eget initiativ eller efter påringning – kontakt med massmedia. Flera enheter hade svårt att få kontakt med Kraftkontroll och informationsavdelningen i Räcksta.

Vattenfalls egen bedömning är att informationen till massmedierna och allmänheten generellt fungerade efter omständigheterna tillfredsställande. En undersökning som Institutet för marknadsundersökningar (IMU) genomfört på Vattenfalls uppdrag visar, att 53 % av allmänheten ansåg sig ha fått den information som kan begäras.

Vattenfall har närmare utrett hur informationen skall förbättras i situa-

tioner av detta slag och planerar att komplettera tekniska hjälpmedel samt införa vidgad beredskap. Avsikten är att Vattenfalls presstjänst eller Kraftkontroll snarast efter störning larmar riksradians eko-redaktion, varvid uppgift lämnas om vad som har hänt, berörda områden och beräknad avbrotts-tid. Presstjänsten upprätthåller därefter kontakterna med massmedierna, varvid radio och TT prioriteras.

En sambandscentral planeras vid informationsavdelningen för snabb kommunikation med riksradiation, TT och vid behov lokalradiation och LAC. Sambandscentralen avses samla in information från berörda enheter inom Vattenfall samt fortlöpande hålla kontakt med de viktigaste medierna. Ett särskilt pressrum avses vid behov kunna upprättas för besökande journalister vid huvudkontoret. Särskild information till länsalarmeringscentralen i Stockholm planeras också.

För att öka beredskapen inför onormala händelser förstärks pressjouren. När sådan händelse inträffat skall dessutom, enligt planerna, informationsavdelningens resurser förstärkas så att allmänheten kan få svar på frågor. Rutinerna vidgas för kontakter och information inom Vattenfall – både inom huvudkontoret och mellan detta och de regionala enheterna. Vid Vattenfalls regionala enheter planeras också åtgärder för bättre information vid elavbrott.

Möjligheterna att förbättra informationen mellan Kraftkontroll och Vattenfalls regionalt placerade driftcentraler utreds även inom företaget.

5.1.2 Sydkraft AB

Sydkraft har lämnat följande uppgifter. Omedelbart efter elavbrottet kl 12.58-13.15 togs alla inkommande samtal med begäran om information emot i kontrollrummet. Kl 13.00-13.15 planlades vilka mediakontakter som skulle tas och vilka som skulle ta dem. På Sydkrafts koncerninformation, som normalt består av fem personer, fanns tre i tjänst. Avdelningen förstärktes snabbt med två-tre personer från driftavdelningen. Under perioden fram till kl 13.30 kontaktades sju lokalradiostationer, som fick telefonnummer på vilka Sydkraft kunde nås. Vidare fick TT i Malmö information och kunde gå ut med ett första telegram så snart redaktionen själv hade ström, dvs efter kl 15.00.

Kl 14.00 hade samtliga tidningar i Skåne, Blekinge och flertalet i Småland och Halland fått kontakt med Sydkrafts koncerninformation. Grupp-telexutskrifter gick ut på eftermiddagen till ett stort antal tidningar, TT, riksradiation och inom Sydkrafts område berörda lokalradiostationer. Den första sändes vid 15.30-tiden och den andra kl 19.45.

Den 28 december intervjuades ett antal tjänstemän från Sydkraft i morgonens lokalradiosändningar. Senare under dagen hade Sydkraft ett 20-tal samtal från massmedier. Samma dag sändes också ett uttalande av produktionsdirektören via grupptelex.

Enligt Sydkrafts mening fick massmedierna i allmänhet vad man önskade ifråga om faktamaterial, bilder, kartor och möjligheter att göra intervjuer. Som särskilt positivt framhåller bolaget lokalradios snabbhet. Inom företaget diskuteras inrättandet av en särskild ledningsgrupp, som skall träda i funktion vid omfattande eller långvariga elavbrott. I gruppen avses

ingå representanter för berörda avdelningar inom företaget och uppgiften skall bli vara att upprätthålla kontakt med massmedier, större kunder och berörda myndigheter.

5.1.3 Återdistributörer

Av de uppgifter som inkommit från ca 25 återdistributörer framgår att många lämnade information om elavbrottet den 27 december via sin egen telefonväxel. Vissa utnyttjade lokalradion, några har angett att avbrottet var så kort att några särskilda informationsinsatser inte sattes in.

Flera anger som sin uppfattning att Vattenfall bör sköta informationen vid avbrott likt det som inträffade den 27 december. Ett stort antal återdistributörer menar att informationen genom lokalradio och riksradio fungerade bra och är väsentlig i dylika situationer. Många av distributörerna anger dock som negativt att de fick ingen eller otillräcklig information från Vattenfall. Förbättrade informationskanaler mellan Vattenfall och återdistributörerna bör, menar de, etableras så att de kan besvara telefonförfrågningar bättre.

Överbelastning av telenätet samt bristen på batteridrivna radioapparater hos distributörerna och hos abonnenterna framhålls också som negativa inslag beträffande informationen.

5.2 Massmedier

5.2.1 Radio, TV

Enligt den händelseutveckling som redovisas i *Sveriges Radios* rapport "PM 1984-02-20 ang. elavbrottet 1983-12-27" och senare uppgifter från Sveriges Radio, omnämndes strömavbrottet först i P 1 och P 3 kl 13.00 och därefter i P 2 kl 13.02. Det första egentliga meddelandet om elavbrottet lämnades i P 3 kl 13.07.

Sedan eko-redaktionen fått kontakt med Vattenfall kl 13.20, samsände P 1 och P 3 ett extra-eko kl 13.33 med intervjuer med ansvariga vid Vattenfall. Kl 13.22 hade P 3 dessförinnan åter omnämnt avbrottet.

Ett allmänt intryck hos de ansvariga för nyhetsverksamheten inom Sveriges Radio är att de, som inom Vattenfall arbetade med att återställa elförsörjningen, inte var tillräckligt observanta på informationens betydelse i en krissituation av detta slag. Det kom därför, menar man, att ta relativt lång tid för allmänheten att erhålla information. Det faktum att telefonerna blockerades kan också ha bidragit till att det förekom svårigheter för medierna att få kontakt med informationskällorna.

Eko-redaktionen blev enligt Sveriges Radios uppfattning av central betydelse för informationen till allmänheten. Där blev man tidigt medveten om att det var fråga om ett omfattande elavbrott genom att man hade kontakter per telefon med personer, som befann sig långt utanför Stockholm. Intensiva försök att nå kontakt med Vattenfall gav resultat omkring kl 13.20, varvid Vattenfall lämnade preliminära uppgifter om elavbrottet. Eko-redaktionen sände ut två medarbetare till Räcksta för att ge rapporter

direkt i programmen. Dessa reportrar befann sig utanför Kraftkontroll och hade en reportagebil med möjlighet till HF-sändning (HF = högfrekvens) till sitt förfogande.

Från eko-redaktionen sida anser man sig ha upplevt en viss tröghet i beredvilligheten från Vattenfalls personals sida att lämna information. I synnerhet gällde det den första perioden av elavbrottet. Situationen förbättrades dock längre fram på dagen.

För lokalradiostationernas del kan – framhålls det i rapporten – konstateras att eldistributörerna endast i undantagsfall tog kontakt med redaktionerna. Medarbetarna vid lokalradioredaktionerna tog själva kontakt med eldistributörer och andra berörda myndigheter. Det allmänna omdömet är emellertid att endera fick man ingen information alls eller också var den bristfällig. Det finns dock undantag, Radio Malmöhus anser t ex att den fick erforderlig information. I något fall tycks sekretessbestämmelserna ha medfört, att de som svarade var osäkra om, hur mycket information som kunde lämnas.

För televisionens del konstateras i Sveriges Radios rapport att det förelåg svårigheter att få kontakt med informationsansvariga. Elavbrottet innebär att möjligheterna att titta på TV var praktiskt taget uteslutna, eftersom antalet batteridrivna TV-apparater är begränsat. Därför inriktades arbetet på att samla material till ordinarie nyhetssändningar. När kvällssändningarna påbörjades, hade de flesta drabbade områden återfått elkraften.

Lokalradion gjorde sammanlagt ca 65 extrasändningar. Radio Stockholm och Radio Malmöhus hade det största antalet sändningar och de kom också snabbast igång med extra sändningar utanför ordinarie sändningstid. Antalet extrasändningar blev beroende av hur länge elavbrottet varade.

Sändningarna i riksradiation och extrasändningar i lokalradion under avbrottstiden framgår av bilaga 1 och 2.

Reservkraftaggregaten inom lokalradion fungerade generellt tillfredsställande, utom i Göteborg. Alla mindre lokalradiostationer saknade dock reservkraft. Vissa praktiska problem kan vara förknippade med användandet av reservkraftaggregaten. Radio Göteborg fick under tiden för elavbrottet och viss tid därefter ingen försörjning med el. Först omkring kl 16.50 – 10 minuter före ordinarie sändningar – erhöll man el genom att extra ledningar drogs fram. Radio Göteborg hade kunnat utnyttja en OB-enhet (OB är en mobil sändningsenhet), som fanns i beredskap för extrasändningar. Den utnyttjades emellertid inte.

I Stockholm drabbades underväxlar till Sveriges Radios stora telefonväxel av elavbrottet. Vissa delar av Sveriges Radios telefonnät var därför ur funktion. Telefonväxlarna vid lokalradiostationerna visade sig vara sårbara på vissa platser, då reservkraften ej var tillräcklig för drift av växlarna. De telefoner som kunde användas fungerade tack vare att de fick el från allmänna telefonnätets reservkraft. Störningar uppstod också på telexprinter- och telexmottagningen vid radioredaktionerna.

Sveriges Radio konstaterar i sin rapport, att det finns anledning att se över reservkraftsituationen inom koncernen. Reservkraften är i princip dimensionerad för att möjliggöra sändningar och produktion i mycket begränsad omfattning.

Vad gäller TV finns reservkraft f n endast i Stockholm och Göteborg. I

rapporten framhålls att en genomgång bör ske av hela produktionskedjan – dvs allt från det redaktionella arbetet till färdigt program – behov av reservkraft. Distrikten bör få reservkraft. Behovet av reservkraft till telefonväxlar bör uppmärksammas.

När det gäller riksradien konstateras att alla distrikt utom Göteborg saknar reservkraft för programproduktion m m, men bör få sådan för att täcka behovet av el till telefonväxlar, interna telefonsystem, telex och telefax. Förbindelserna till TT och SMHI bör också ha tillgång till reservkraft.

Inom lokalradion bör enligt rapporten dimensioneringen av befintlig reservkraft vid de 24 huvudredaktionerna ses över. Elförsörjningen till telefonsystemen, kringutrustning som bl a telex, telefax och teleprinter bör säkerställas. Större lokala redaktioner på viktiga platser bör förses med reservkraftaggregat, t ex inom områden där risker för katastrof föreligger.

Det föreslås också att s k nödpaket iordningställs för att användas vid elavbrott. Paketet bör innehålla diverse utrustning som kablar, batterier, lampor m m. Möjligheterna att skaffa automatiskt startande reservkraftaggregat i stället för de nuvarande manuella bör undersökas och information om reservkraftförsörjningen till olika typer av utrustning bör enligt rapporten förbättras.

Sveriges Radio uppger i rapporten att man avser att ta kontakt med Vattenfall för att diskutera hur informationen snabbt och säkert kan komma till radio och TV. På riksplanet bör Vattenfall och riksradien diskutera detta. Lokalradioredaktionerna bör diskutera med regionala och lokala eldistributörer. Riksradien och lokalradion bör också försöka finna former för att delge varandra information.

Det framhålls vidare i rapporten, att vid stora elavbrott bör garantier eftersträvas för att sändningar med viktig riksinformation inte bryts av lokalradiosändningar i P 3. Avslutningsvis konstateras att bestämmelserna i SamRIK i vissa delar bör kunna tillämpas vid elavbrott.

En del av angivna åtgärder i Sveriges Radios rapport har påbörjats, andra planeras.

Televerket har i sin rapport 1984-02-27 "Följdverkan på rundradionätet vid elnätsavbrottet 1983-12-27" och genom senare uppgifter angett utvecklingen vad gäller sändare och radiolänksystem.

Endast ljudradionätet var i drift vid tillfället och P 1-, P 2- och P 3-program sändes över totalt 342 FM-sändare – 168 större och 174 mindre. Av de 168 större sändarna var 159 i drift hela tiden med undantag för kortare avbrott i samband med in- och urkoppling av reservkraften. Resterande sammanlagt 9 sändare vid stationerna i Helsingborg, Jönköping och Karlskrona var ur funktion beroende på brist på reservkraft.

Av de 174 mindre sändarna fanns 59 sändare inom områden, vilka omfattades av elavbrottet. Av dessa var 14 i drift och övriga 45 ur funktion beroende på att de saknade reservkraft. Detta ledde enligt televerket till att sammanlagt 300 000-400 000 personer inte kunde lyssna på "rätt" lokalradiostation.

Televerket beräknar att ca 97 % av landets befolkning dock – om de hade tillgång till en fungerande batteriradiomottagare inkl bilradio – hade möjlighet att lyssna på riksprogramsändningarna från ordinarie FM-sän-

dare under huvuddelen av elavbrottet.

Möjlighet fanns också att lyssna på program från andra sändare. När det t ex gäller de tre större FM-stationer som saknade reservkraft, gav näralligande FM-sändare enligt verket möjlighet till godtagbar mottagning för de flesta inom berörda orter. I Helsingborg kan sändarna i Hörby och Halmstad tas emot, i Karlskrona sändarna i Karlshamn och Emmaboda samt i Jönköping sändarna i Nässjö, Skövde, Borås och Finnveden. Den geografiska omfattningen av bortfallet av FM-sändare på grund av avbrottet framgår av bilaga 3.

Radiolänknätet för distribution av program till sändarna samt för programinsamling var hela tiden i drift.

Televerket har vidtagit och planerar åtgärder för att minska sårbarheten vid elavbrott. Verket har bl a utrustat de tre större sändarstationerna i Helsingborg, Karlskrona och Jönköping med reservkraftverk våren 1984. Detsamma gäller den mindre sändaren i Trelleborg. I Södertälje, Enköping och Eskilstuna installeras reservkraft för idrifttagning hösten 1984. Dessutom utreder verket möjligheterna att ta fram reservkraftutrustning (för begränsad drifttid), som är lämplig för mindre FM-sändare i syfte att förse fler små sändarstationer med reservkraft. Efter genomförda och beslutade åtgärder beräknas befolkningstäckningen bli nära 100 % för riksradios P 3 sändningar vid elavbrott i hela landet. Efter de under år 1984 genomförda installationerna av reservkraft för FM-sändare beräknas antalet personer, som vid ett elavbrott i hela landet inte kan lyssna på "rätt" lokalradiostation, uppgå till ca 150 000. Ytterligare åtgärder planeras och utreds av televerket.

Vidare skall i samråd med Sveriges Radio prioritering av driften av rundradiotjänsterna vid långa elavbrott diskuteras i syfte att förlänga sändarstationernas uthållighet.

5.2.2 TT

TT har i PM 1984-02-07 "Tidningarnas telegrambyrå (TT) och elstoppet 27 december 1983" beskrivit elavbrottets följder för sin verksamhet.

Vid elavbrottet försvann TTs möjligheter att sända nyheter över sitt teleprinträt. TTs redaktion har endast begränsad tillgång till reservkraft. Drygt en halvtimme efter avbrottet fick man igång två telexapparater, varefter nyheter och information kunde sändas ut till TTs abonnenter. I vilken utsträckning detta material kunde tas emot är dock oklart. Det är beroende av om abonnenternas telexapparater fungerade.

Kl 15.00 kunde teleprintrarna åter användas sedan eltillförseln återkommit. Eftersom hela landet inte återfick elströmmen samtidigt, gjorde TT successivt nya sammanfattningar av nyheterna om elavbrottet och dess följder.

Vid elavbrottet stod TTs radioredaktion just i begrepp att sända 13-nyheterna i radions program 3. Sändningen blev inte genomförd, då studion blev strömlös vid avbrottet. Sändningen hade i och för sig kunnat sändas per telefon, men så skedde inte. Riksradiation och TT har senare kommit överens om en rutin för att sända per telefon i liknande situationer.

Övriga TT-sändningar i radion kunde dock genomföras, då elförsörjningen åter fungerade i tid för nästa sändning kl 15.00.

Vid elavbrottet blev TTs växel omedelbart nedringd av allmänhet och abonnenter, som önskade information. Allmänheten ombads ringa det lokala 0710-numret, där TTs radioredaktion kontinuerligt matar in senaste nytt. I Stockholm noterades toppbelastning på 0710-numret hela dagen. Detta gäller också för 0710-numret i Göteborg och Malmö. I Malmö fungerade dock inte telefonsvararen förrän kl 15.00 på grund av brist på elförsörjning.

Sedan det efter 5-10 minuter stod klart att stora delar av landet saknade elström, arbetade redaktionen med att få fram uppgifter om orsaken till elavbrottet. En reporter fick snabbt kontakt med Vattenfalls informationsavdelning. Till att börja med visste man där dock inte vad som förorsakat avbrottet. TT höll kontinuerlig kontakt med Vattenfall och fick ungefär samtidigt som eko-redaktionen information om anledningen till avbrottet. Kontakten med Vattenfalls informationsavdelning bibehölls per telefon och två utsända TT-reportrar deltog vid Vattenfalls presskonferens i Räcksta på eftermiddagen. Reportrarna på TT delades in i grupper, som följde upp vilka konsekvenser elavbrottet hade på landets kommunikationer (tåg-, flyg- och storstadstrafiken), för kärnkraftverken, på telenätet, för försvaret, industrin och för allmänheten (företrädesvis i storstäderna). I arbetet deltog också TTs provinsredaktioner i Göteborg, Malmö, Sundsvall och Luleå.

Trots att TT successivt sände ut information och nyheter blockerades TTs växel under eftermiddagen av telefonsamtal från allmänhet och abonnenter, som fortfarande saknade ström.

I nämnda promemoria framhåller TT betydelsen av att TT får bättre tillgång till reservkraft för elförsörjning till datorer och telexapparater. Detta bör enligt TT lämpligen ske i samband med att TT i oktober 1984 flyttar till nya lokaler i Stockholm.

5.2.3 Pressen

Av en förfrågan som gjorts av beredskapsnämnden för psykologiskt försvar om elkraftförsörjningen för dagspressen framgår, att beredskapen inför elavbrott är bristfällig hos tidningarna.

Av tillfrågade 30 dagstidningar förfogar endast Svenska Dagbladet över fullgod reservkraft, innebärande reservkraft både för datasystem, belysning och tryckpressarna. Den 27 december fick tidningen dock inte igång sitt reservkraftverk.

Dagens Nyheter och Expressen i Stockholm har liksom Expressen i Jönköping begränsad reservkraft, som utnyttjas för funktioner som datorer, belysning, hissar och liknande. Reservkraften är emellertid inte tillräcklig för tryckpressarnas behov. Övriga tidningar saknar reservkraft.

Enligt vad som uppgivits skulle kostnaderna för reservkraft med tillräcklig kapacitet för att klara elförsörjningen för datorer, belysning m m vara ganska blygsamma, ca 10 000-20 000 kronor per tidning. Då det gäller elkraft till tryckpressarna rör det sig emellertid om helt andra belopp.

Svenska Tidningsutgivareföreningen har tillsammans med motsvarande

nordiska organisationer inom ramen för Nordisk Avisteknisk Samarbetsnämnd genomfört en undersökning (Strömvabrott vid tidningsföretag daterad 1984-05-03) om möjligheterna att bedriva verksamhet hos tidningarna vid elavbrott.

5.3 Teleförbindelser

Televerket har lagt fram en rapport 1984-02-07 "Översiktlig rapport över följdverkan för främst telenätet av elnätsavbrottet 1983-12-27". På grundval av uppgifterna i rapporten och senare uppgifter framgår följande.

Som en följd av elavbrottet avstannade all verksamhet, som inte hade tillgång till reservkraft i de drabbade områdena. I denna situation uppstod ett kraftigt ökat informationsbehov hos näringsliv, administration och allmänhet för att få klarhet om situationen och för att kunna behärska följderna på bästa sätt. Den genomsnittliga telefontrafiken under de närmaste 1-2 timmarna efter avbrottet bedöms ha varit ca 50 % över det normala.

Överslagsvis torde telefonstationer för närmare 90 % av telefonabbonenterna ha varit drabbade av elavbrottet. Avbrottets längd och tidpunkten på dygnet medverkade till att störningarna på televerkets nät kunde hållas på en låg nivå. Däremot klarade inte systemet att vid den extrema belastningen få fram alla samtal.

Strömförsörjningen för telefonstationerna sker via batterianläggningar, vilket är huvudorsaken till att telefonnätet i stort kunde hållas intakt under elavbrottet. Av de uppskattningsvis ca 4 500 automatstationer, som berördes av elavbrottet, har bortfall av hela stationer rapporterats i endast ca 10 fall. Av dessa var 7 stationer belägna i områden där elförsörjningen inte fungerade ännu efter mer än 6 timmar. Batterierna, som i nämnda stationer har ca 10 timmars drifttid vid normaltrafik, hade dessförinnan blivit helt urladdade. Vid två av de stationer som föll bort kunde inte batterierna avge tillräcklig kapacitet i förhållande till trafikmängden. I ett av fallen var den primära orsaken att ett reservverk inte startade.

Blockeringar på grund av högtrafik uppträdde vid telefonstationerna på olika håll. Hela 07-området stördes t ex kraftigt av den blockering som den mycket starka ökningen av trafiken till 0710-numret (TT-nytt) orsakade. Rikstrafiken kunde i stort sett upprätthållas störningsfritt. Även här spärades dock förbindelserna tidvis på grund av högtrafik.

Mobiltelefonväxeln i Göteborg/Vidkärr drabbades av ett 1 1/2 timmes långt avbrott. NMT-trafiken (nordisk mobiltelefon) var allmänt kraftigt störd under elavbrottet.

Abbonentväxlar och andra batteriförsedda abonnentutrustningar fungerade enligt televerket i huvudsak tillfredställande. De störningar, som förekom, berodde främst på bristande kunskap hos kunderna, om hur utrustningen fungerar vid elavbrott.

Om sambandsvägarna mellan televerket och dels Vattenfall, dels Sveriges Radio hade varit bättre förberedda hade allmänheten, menar televerket, kunnat informeras snabbare och riktigare. Nu visade det sig enligt verket svårt att göra en säker bedömning av elavbrottets omfattning och

förväntade längd samt att få fram meddelanden via radio till allmänheten om behovet av att begränsa antalet telefonsamtal.

Televerket konstaterar också att reservkraft i form av batterier och reservverk har visat sig ha för kort funktionstid resp otillräcklig storlek i några fall vid den höga trafikbelastningen. Vidare har verket noterat ett högre antal funktionsfel hos de stationära reservverkens kringutrustningar än väntat. Åtgärder kommer enligt verket att vidtas för att se över och förbättra detta.

5.4 Allmänheten

Vattenfall har låtit Institutet för marknadsundersökningar (IMU) utföra en undersökning om hur allmänheten uppfattade elavbrottet den 27 december 1983. Undersökningen omfattade 500 personer över hela landet. 85 % av de tillfrågade berördes av avbrottet.

Beredskapsnämnden för psykologiskt försvar har påbörjat en undersökning om informationens spridning efter strömavbrottet i avsikt att undersöka hur människors behov av information i denna krissituation blev tillgodosett. Undersökningen omfattar tre delar. Den första utgörs av en riksomfattande opinionsundersökning, den andra delen omfattar en intervjuundersökning, som syftar till att ge en mera ingående bild av människornas reaktioner på informationen. Den tredje delen utgörs av en studie av samspelet mellan Vattenfall och massmedierna när det gäller informationens spridning. Den första delen har utförts med hjälp av Svenska Institutet för Opinionsundersökningar (SIFO). De två andra delarna genomförs av katastrofforskningsgruppen vid Uppsala Universitet.

Endast resultat från den första delen – redovisat i nämndens rapport nr 123 Information vid det stora strömavbrottet – har varit tillgängligt i gruppens arbete. Resultaten av de andra två delarna avses föreligga till sommaren 1984.

Nämnda rapport baseras på den opinionsundersökning som nämnden låtit göra med hjälp av SIFO och på den undersökning som Vattenfall gjort under medverkan av IMU. De utredningar som Sveriges Radio har utfört har också bidragit till att belysa problemen. Av rapporten framgår följande.

Befolkningen i Götaland var värst utsatt av strömavbrottet. 69 % av dem som drabbades av elavbrottet upplevde inte detta som särskilt besvärande för egen del. Praktiskt taget alla, 93 %, ansåg däremot att avbrottet var allvarligt ur samhällets synpunkt. En betydande majoritet bedömde att strömavbrottet hade allvarliga konsekvenser för olika delar av samhällsmaskineriet, främst industrin. Men även konsekvenserna för sjukhus och liknande inrättningar ansågs allvarliga liksom för kommunikationer inkl tele, radio, hissar osv.

Nämnden har studerat hur snabbt och via vilka kanaler dels nyheten om strömavbrottets omfattning, dels nyheten om orsaken till avbrottet spreds.

27 % hade nåtts av nyheten om avbrottets omfattning inom en halvtimme och 50 % inom en timme. Inom fyra timmar hade mer än tre fjärdedelar kännedom om omfattningen. Något mer än hälften fick denna kännedom

via radio, medan 38 % erhöj uppgiften muntligen från andra människor, framför allt från anhöriga, bekanta, grannar etc. De mänskliga kontakterna spelade störst roll för informationen under de två första timmarna. Därefter minskade dessas betydelse medan nyhetsspridningen via radio ökade. Nyheten om avbrottets orsak spreds betydligt långsammare än om dess omfattning.

Mer än hälften av de tillfrågade uppgav att de tyckte att informationen var tillräcklig och bra. 33 % menade att de fick otillräcklig information. Resultatet av beredskapsnämndens och Vattenfalls undersökningar stämmer väl överens.

Resultatet av de båda mätningarna kan, framhåller beredskapsnämnden, förefalla vara ett relativt gott betyg åt informationen. Mätningen visar att ju snabbare man fick information om strömavbrottet, desto mer utbredd var tillfredställelsen.

I rapporten konstateras vidare att det fanns vissa brister när det gäller människors tillgång på fungerande batteriradioapparater. Endast 50 % av de tillfrågade hade tillgång till en sådan radioapparat inkl bilradio. Av de övriga befann sig 24 % på platser där det inte fanns någon sådan radio till hands. 14 % kunde inte lyssna därför att deras radio ej fungerade, antingen för att det var en apparat som var enbart nätansluten (8 %) eller för att batterierna var slut (4 %) eller för att lokalradiostationen tystnade (2 %).

I rapporten konstateras också vissa andra brister i informationen om elavbrottet. Dessa överensstämmer i stort med de slutsatser som dras i denna rapport.

5.5 Övriga

Den 22 februari 1984 genomförde gruppen en "hearing" om information vid elavbrott med representanter för avbrottsskänsliga elanvändare, katastrofberedskapsorgan m fl. Närvarande var representanter för

- Lantbrukarnas Riksförbund
- Sveriges Industriförbund
- Sveriges Köpmannaförbund
- Storstockholms Lokaltrafik (SL)
- Statens Järnvägar (SJ)
- Karolinska Sjukhuset
- Rikspolisstyrelsen
- SOS Alarmering AB
- Stockholms Brandförsvär
- Svenska Elverksföreningen
- Televerket.

Uppgifter har senare inkommit från Sveriges Grossistförbund.

Vad gäller informationen om elavbrottet den 27 december framkom bl a följande.

De flesta hade fått information om elavbrottet genom radion. Vissa tar vanligen kontakt med elleverantören vid elavbrott. Den 27 december var det dock - rapporterar många - svårt att komma fram per telefon på grund av blockeringar.

Särskilt polisen, brandförsvaret och SOS Alarmering AB efterlyste rutiner för snabb information från elleverantören till dem vid elavbrott. Dessa organ blir påverkade av elavbrottet inte bara genom att elleveranserna till deras egen verksamhet stoppas, utan också genom att elstoppet leder till situationer där de måste ingripa, och genom att allmänheten ringer till dem och söker information.

Från polisens sida anmäldes att man från centralt håll kan informera berörda polisstationer via grupptelex. Från SOS Alarmering upplystes att vidareinformation kan ske till t ex polis och brandförvar. Brandförsvaret framhöll att man ansåg att detta skulle vara en bra ordning.

Inom SL pågår ett utvecklingsarbete som syftar till att kunna informera resenärerna i tågen direkt från ledningscentralen i stället för – som sker fn – via förarpersonalen. SJ och SL anger båda, att de har goda möjligheter att informera passagerare på plattformarna.

Från SJ angavs att informationen från elleverantören bör innehålla uppgift om störningens geografiska omfattning, bedömd störningstid för resp område samt bedömd kvalitet på elleveransen efter återinkoppling.

Elverksföreningens representant menade att informationen bl a bör omfatta rådgivning till konsumenterna om att stänga av större elförbrukningsapparater och begränsa sin elanvändning.

Radions betydelse för informationsgivningen underströks allmänt.

Sveriges industriförbund har genomfört en undersökning om hur elavbrottet den 27 december påverkade industrin. Vid denna undersökning har bl a följande synpunkter framkommit beträffande informationen. Vid flertalet företag måste åtgärder av olika slag vidtas för att förhindra att skador uppkommer i samband med elavbrott. Åtgärderna varierar med avbrottets längd. Inom järn- och stålindustrin t ex kan det räcka med att upprätthålla nödkylning vid ett kortare avbrott, medan ugnarna kan behöva tippas ur vid ett längre avbrott så att inte smältan stelnar och förorsakar kostsamma skador.

Av utomordentligt stor betydelse för industrin i samband med elavbrott är därför att information från elleverantören fungerar väl. Informationen bör skötas av kunnig personal så att adekvata uppgifter ges. Viktigast är informationen om elavbrottets beräknade längd. Sådan information är en förutsättning för att företagen skall kunna bilda sig en uppfattning om lämpligaste handlingsplan över vilka åtgärder som bör vidtas. I många fall är det givetvis svårt att omedelbart ge en exakt tid. Till en början kan det därför vara acceptabelt – men samtidigt mycket värdefullt – att få vetskap om orsakerna till avbrottet och preliminär uppgift om dess uppskattade längd. Därefter bör elleverantören enligt Industriförbundet kontinuerligt ge information i takt med att klarhet vinnns om skadans omfattning och den därmed sammanhängande avbrottstiden.

Informationens genomslag vid elavbrottet den 27 december 1983 varierade. I många fall fungerade den enligt Industriförbundet dåligt eller inte alls. En vanlig orsak till detta var att telefonlinjen till elleverantören var blockerad. Många företag fick därför information endast via radio.

För att få informationen att fungera bättre efterlyser många företag egna direktlinjer till elleverantörerna eller egna telefonnummer okända för allmänheten.

Sammanfattningsvis menar Industriförbundet att informationen är synnerligen väsentlig för industrin i samband med elavbrott. Informationen bör framför allt vara snabb och innehålla uppgifter om när strömmen kan förväntas komma tillbaka och om vad som förorsakat elavbrottet.

5.6 Sammanfattning och slutsatser

Vattenfall hade primärt ansvaret för informationen vid elavbrottet den 27 december 1983. Störningen konstaterades av Kraftkontroll vid Vattenfalls huvudkontor i Räcksta kl 12.58. Presstjänsten inom informationsavdelningen vid huvudkontoret i Räcksta underrättades 5-10 minuter därefter. Anhopningen av telefonsamtal till Vattenfall ledde emellertid till att telefonledningarna blockerades, vilket försvårade möjligheterna att ringa ut från verket. Det blev över huvud taget svårt att kommunicera via telefon. Snabbtelefonerna fungerade inte till följd av elavbrottet. Presstjänsten fick vidare ta hand om en hel mängd samtal från allmänheten i stället för att ägna sig åt kontakter med massmedierna. Någon särskild avdelad personal för brådskande information i krissituationer direkt till allmänheten finns inte, men sådan förstärkning planeras.

Under den första halvtimmen fungerade inte kontakterna mellan Vattenfall och massmedierna tillfredsställande. Först efter ca 20 minuter fick eko-redaktionen vid Sveriges Radio sålunda kontakt med Vattenfall, varvid uppgifter om avbrottet lämnades. Ungefär samtidigt fick TT information. Bidragande orsaker till fördröjningen var dels att telefonlinjerna var blockerade, dels att presstjänsten måste byta lokal från informationsavdelningen till lokaler intill Kraftkontroll samt att personalen vid Kraftkontroll var helt upptagen med att avhjälpa elavbrottet. Vattenfalls växel informerades först efter en timme. Ett allmänt intryck är att informationen mellan Vattenfall och de regionala enheterna och återdistributörerna inte fungerade väl.

Inom Vattenfalls presstjänst tillämpas dygnet runt ett system med jourhavande redaktör, "pressjouren", för snabb kommunikation med massmedierna. Några speciella rutiner därutöver för information vid elavbrott var inte fastställda vid tillfället men avses nu införas både vid Vattenfall i Räcksta och vid Vattenfalls regionala enheter.

Informationen från övriga elleverantörer varierade. Flera anger som sin uppfattning att Vattenfall bör sköta informationen vid ett avbrott likt det som inträffade den 27 december. Många leverantörer efterlyser bättre information från Vattenfall. Lokalradioredaktionerna konstaterar att eldistributörerna endast i undantagsfall tog kontakt med dem.

Elavbrottet, som inträffade kl 12.58, omnämndes i radio för första gången kl 13.00 i P 1 och P 3 och därefter i P 2 kl 13.02. Det första egentliga meddelandet om elavbrottet lämnades i P 3 kl 13.07. Ett mera fylligt inslag gjordes i ett extra eko kl 13.33 eller 35 minuter efter att avbrottet inträffat.

Ett stort antal extrasändningar gjordes i lokalradion. Information lämnades också i riksradios tre kanaler. Eko-redaktionen och TT sände under eftermiddagen med jämna mellanrum information om störningen i

både ordinarie och – vad gäller ekot – extra sändningar. Radion gav alltså rikhaltig information vid elavbrottet.

Möjligheterna att sända program är emellertid beroende av om televerkets sändare har fungerande reservkraft. Vid tillfället var 342 FM-sändare i drift, varav 168 större och 174 mindre. Av de större var det övervägande antalet eller 159 i drift hela tiden. Resten – sammanlagt 9 sändare i Helsingborg, Jönköping och Karlskrona – saknade då reservkraft, men har fått sådan våren 1984. Av de mindre sändarna fanns 59 inom områden, vilka omfattades av elavbrottet. 45 av dessa fungerade inte, då de saknade reservkraft. Bl a kunde Radio Malmöhus inte genomföra några sändningar över sändarna i Helsingborg eller över slavsändarna i Trelleborg och Ystad. Detta måste betraktas som allvarligt eftersom Radio Malmöhus ingår i beredskapsorganisationen för en eventuell onormal händelse vid kärnkraftverket i Barsebäck. Numera har både sändaren i Helsingborg och i Trelleborg fått reservkraft.

Att vissa sändare inte fungerade ledde enligt televerket till att sammanlagt ca 300 000-400 000 personer inte kunde ta emot program från "rätt" lokalradiostation. Vissa fick sämre mottagningsförhållanden. Televerket räknar dock med att 97 % av landets befolkning hade möjlighet att lyssna på riksradios sändningar från ordinarie FM-sändare. Möjlighet fanns också att lyssna på andra sändare.

Det sagda gäller dock, under den viktiga förutsättningen att fungerande batteriradiomottagare fanns till hands. Gjorda undersökningar tyder på att en betydande del av befolkningen har sådana mottagare i hemmet, men att många den 27 december 1983 befann sig på en plats där det inte fanns någon batterimottagare. Hade elavbrottet inträffat under en mer "vanlig" arbetsdag hade förmodligen färre människor haft tillgång till batterimottagare.

TTs möjligheter att sända nyheter över sitt teleprinternät upphörde helt på grund av brist på reservkraft. 13-nyheterna från TT blev inte heller sända, då TTs radiostudio blev utan elförsörjning. På 0710-numret (TT-nytt) i Stockholm, Göteborg och Malmö noterades toppbelastning hela eftermiddagen.

Elavbrottets längd och tidpunkten på dygnet medverkade till att störningarna på televerkets telenät kunde hållas på en låg nivå. Däremot klarade inte systemet att få fram alla samtal vid den extrema belastning – ca 50 % mer än normalt 1-2 timmar efter avbrottet – som uppstod. Telefontrafiken hade troligen blivit mindre, om mer detaljerad information om elavbrottet och uppmaningar att inte ringa fler än de mest angelägna samtalen, lämnats på ett tidigt stadium i radio.

LAC i Stockholms län borde ha informerats vid elavbrottet för att i sin tur kunna informera vidare t ex till andra LAC, polisen och brandförsvaret.

Från industrins sida har framförts att en väl fungerande information från elleverantören vid elavbrott är av mycket stor betydelse. Sådan information är en förutsättning för att företagen snabbt skall kunna få fram en lämplig handlingsplan. Informationen till industrin uppges i många fall ha fungerat dåligt eller inte alls, mycket beroende på blockerade telefonlinjer till elleverantören. Många företag fick sin information via radio.

Utförda undersökningar visar att drygt hälften av allmänheten var nöjd med informationen under elavbrottet. En tredjedel av de tillfrågade menade dock att de fick otillräcklig information.

Ett sammanfattande omdöme om informationen vid elavbrottet den 27 december 1983 är att den till allmänheten fungerade någorlunda acceptabelt men att väsentliga förbättringar kan göras. Direkt information till katastrofberedskapsorgan var dock bristfällig. Många avbrottskänsliga företag klagade över bristande information. För att åstadkomma en bättre information vid omfattande elavbrott krävs en beredskap med väl inövade handlingmönster för dylika händelser. Planering för detta pågår – som en följd av avbrottet den 27 december – på många håll, bl a hos elleverantörer, televerket, Sveriges Radio m fl.

6 Erfarenheter från tidigare elavbrott m m

Det var ca 30 år sedan ett landsomfattande elavbrott likt det som skedde den 27 december 1983 inträffade i Sverige. Andra mera geografiskt avgränsade elavbrott har dock inträffat mera nyligen. Några nämns i det följande.

Hösten 1969 drabbades södra och mellersta Sverige av orkanartade stormar med långa avbrott i kraftleveranserna som följd. År 1973 drabbades Härnösand av ett närmare två dygn långt elavbrott på grund av brand och explosion i en central mottagarstation. År 1979 drabbades Norrbotten och Västerbotten av ett upp till ca 5 timmar långt elavbrott på grund av ett tekniskt fel i spänningsmatningen till en 400 kV ledning.

Slutsatsen beträffande informationen har efter dessa händelser varit att det är angeläget att lämna information till allmänheten m fl i en situation med elavbrott och att en planering för detta bör ske i förväg med instruktioner för personal samt förteckningar över avbrottskänsliga kunder och massmedier och andra som behöver kontaktas vid ett avbrott.

En annan lärdom som dras är att telefoner mycket snabbt blockeras av allmänhetens samtal i syfte att söka information. I Härnösand sattes t ex både elverkets abonnentväxel och 90 000-växeln mycket snart ur funktion genom överbelastning. Då hade ännu ingen information lämnats i radion. När detta skedde minskade telefonsamtalen.

En annan lärdom, som dras av Härnösandsfallet, är att det är mycket viktigt att informationens innehåll är korrekt och i vart fall inte för optimistiskt. I Härnösand skedde avbrottet kl 02.43 på en söndagsmorgon. På söndagsförmiddagen informerade radion om vad som hänt och om att strömmen beräknades vara tillbaka samma kväll. Strömmen kom dock inte tillbaka för de flesta förrän ett dygn senare. Hade allmänheten fått information om detta hade man kunnat inrätta sig och vidta åtgärder därefter.

Lokalradions stora betydelse som informationsmedium bekräftades genom Radio Malmöhus sändningar under den svåra snöstormen i Skåne under nyårshelgen 1978/79. Större delen av Skåne drabbades denna helg av ett långvarigt och intensivt snöväder med stark blåst och kyla. Vägarna blev efterhand oframkomliga, kollektivtrafiken inställdes helt och under kulmen stod i princip allt stilla utom räddningsstyrkorna. Det uppstod ett enormt informationsbehov. Televerket noterade helt exceptionella samtalsmängder. En undersökning som beredskapsnämnden för psykologiskt försvar tagit initiativ till visar att Radio Malmöhus spelade en viktig roll som förmedlare av information. Detta gällde inte bara information från myndigheter till allmänhet utan också omvänt samt information mellan myndigheter.

I undersökningen anges att förklaringen till radions betydelse kan sökas i flera samverkande faktorer. Radion hade ett utgångsläge som gjorde den väl skickad att följa händelseutvecklingen. Den hade gjort serviceinsatser bl a i samband med trafikradioverksamheten. Telekommunikationerna var så utformade att man hade flera oberoende möjligheter att nå ut och ta emot information. Vidare utnyttjade myndigheterna radion som kanal dels för förmedling av information, råd, anvisningar och maningar till allmänheten, dels för uppgifter i det egna räddningsarbetet och för kontakt med andra myndigheter.

Allmänheten tog själv många kontakter med radion och påverkade både direkt och indirekt sändningarnas innehåll.

En viktig faktor var att telenätet fungerade. Detta var en grundläggande förutsättning för radions möjligheter att agera, då den byggde den allra största delen av sin verksamhet på insamling och mottagning av information via telefon. Negativt var dock att många samtal inte kom fram på grund av överbelastningar. Myndigheternas arbete försvårades när man inte kunde kommunicera inom och mellan myndigheter. 90 000-växeln blev inte utnyttjad i den utsträckning som kunde förväntas. Flera större samhällsorgan fick extra problem vid sin kommunikation på grund av att man hade telefonnummer, som låg alltför nära varandra.

En betydelsefull lärdom av radions agerande var att man bör eftersträva fasta tider för sammanfattande nyhetssändningar och annan väsentlig information. Alltför långa och täta sändningar kan leda till övermättnad med svårigheter för de lyssnande att sortera ut det väsentliga. Informationen till invandrare var sen och otillräcklig.

Det framhålls som väsentligt att myndigheter och lokalradio diskuterar igenom och helst praktiskt övar samarbetsformerna inför olika typer av kriser. Radio Malmöhus har utarbetat en särskild krisorganisation. Denna framgår av bilaga 4.

7 Förslag från andra utredningar

Räddningstjänstkommittén har i december 1983 lagt fram sitt slutbetänkande (SOU 1983:77) Effektiv Räddningstjänst. Förslagen berör även en situation med långvarigt elavbrott. Kommittén konstaterar att vårt samhälle är mycket sårbart. Olycksriskerna ökar och olyckorna får ofta betydligt större omfattning än tidigare. Utvecklingen måste enligt utredningen mötas med en effektivare räddningstjänst och bättre förebyggande åtgärder.

Kommittén lägger fram förslag, som syftar till bättre samordning och utnyttjande av tillgängliga resurser. En ny räddningstjänstlag föreslås ersätta bestämmelser, som i dag finns i en rad olika författningar. Ett nytt statligt räddningstjänstverk föreslås bildas genom sammanläggning av civilförsvarsstyrelsen och statens brandnämnd.

Den föreslagna lagen innehåller bestämmelser om samhällets räddningstjänst. Med räddningstjänst avses åtgärder inte bara vid olyckshändelser utan också vid allvarliga störningar i viktiga samhällsfunktioner eller vid fara för sådana händelser. Men störningar i viktiga samhällsfunktioner avses i utredningen bl a långvariga elavbrott. Det skall enligt förslaget åligga räddningstjänsten att se till att åtgärder, som syftar till att hindra eller begränsa skador, vidtas vid angivna samhällsstörningar, oavsett om dessa har uppstått till följd av en olyckshändelse eller inte. Förslagen innebär att den kommunala räddningstjänstens ansvarsområde utökas i förhållande till vad som gäller f n.

Enligt lagförslaget svarar varje kommun för räddningstjänsten i kommunen. I varje kommun skall finnas en räddningstjänstnämnd. Staten föreslås dock ansvara för vissa speciella räddningstjänster som t ex vid olyckshändelse i kärnkraftsanläggning. Kommittén föreslår vidare en aktiv samverkan mellan kommuner i räddningsregioner. En rikstäckande indelning av landet i sådana regioner planeras vara klar den 1 juli 1984.

Kommittén konstaterar att en effektivare alarmeringsverksamhet är en grundförutsättning för en väl fungerande räddningstjänst och anser, att samtliga kommuner bör delta i det samarbete som verksamheten inom SOS Alarmering AB utgör.

Länsstyrelserna föreslås även i fortsättningen vara regionala statliga organ i räddningstjänsten och den förebyggande verksamheten. Rollen förändras dock något genom förslagen samverkan mellan kommuner i räddningsregioner. Länsstyrelsen skall t ex liksom hittills kunna överta ledningen av räddningsarbetet i situationer, när det fordras en samordning av resurser från flera olika samhällsorgan och enskilda.

I principbetänkandet (Ds Fö 1984:2) Räddningsverket redovisar den s k CESAM-kommittén (kommittén för samordning av den centrala ledningen av räddningstjänsten i fred och civilförsvarsverksamheten) resultatet av sitt arbete. Kommittén föreslår bl a att ett antal befintliga myndigheter avvecklas och att en ny central myndighet, räddningsverket, bildas fr o m den 1 juli 1986. Verket bör enligt förslaget bl a ha tillsynsfunktionen avseende den allmänna räddningstjänsten samt svara för planering av räddningstjänstens organisation och materialanskaffning, så att olika organ kan samarbeta effektivt.

8 Åtgärder för bättre information vid elavbrott

8.1. Allmänt

Vid oplanerade elavbrott drabbas elanvändarna av något som i många fall starkt och plötsligt påverkar deras situation, eftersom elenergi används i så många funktioner i samhället. Hur stor påverkan blir beror bl a på längden av elavbrottet och arten av pågående verksamhet. Vid ett större elavbrott uppstår naturligt ett stort informationsbehov. De flesta elanvändare vill ha information, men för alla är inte behovet lika stort.

Det primära informationsansvaret ligger givetvis på det kraftföretag eller distributionsföretag, i vars anläggningar orsaken till avbrottet finns. Vid avbrottet den 27 december 1983 låg alltså ansvaret i första hand hos Vattenfall. Vid avbrott i regionala och lokala nät ligger det primära informationsansvaret många gånger hos andra kraftföretag och distributörer.

Ansvar för stamnät, regionala och lokala nät vilar på olika företag. Vattenfall ansvarar för stamnätet samt vissa regionala och lokala nät. Andra företag har ansvar för övriga nät. Vid avbrott på en nätnivå drabbas även underliggande nät. Kraftindustrins kontaktvägar inom driften får betydelse för möjligheterna att sprida information. Om den, som är avdelad för att sköta extern information, har möjlighet att hämta uppgifter om händelseutvecklingen från närmaste driftansvarig förbättras hans möjligheter att lämna aktuell information.

8.2 Behov av information – organisation

Alla elanvändare har behov av information i den meningen att de vill veta när strömmen kommer tillbaka och vad som har hänt. Många söker själva skaffa sig information, när sådan inte kommer till dem.

En del elanvändare är särskilt avbrottskänsliga – i den meningen att ekonomiska eller andra värden står på spel eller att deras verksamhet berör många människor – och har därmed ett starkare informationsbehov. Detta kan gälla t ex vissa industriföretag, sjukhus, lantbruk samt transportföretag som SJ och lokala trafikföretag. Därutöver finns ett antal institutioner som behöver information för att de kan behöva ingripa i olika situationer som har uppstått på grund av elavbrottet. Hit hör polis, brandförsvaret och länsalarmeringscentraler.

Följande huvudregler bör tillämpas för informations-spridning vid ett större elavbrott.

Information bör i första hand spridas till dem, som kan informera vidare. Det innebär att radio och TT bör få information snabbt. Vid geografiskt omfattande elavbrott med längre varaktighet bör också återdistributörerna av el räknas till dem som kan informera vidare, eftersom de har den närmaste kontakten med elanvändarna. För detta krävs dock att återdistributörerna själva har fått information. Kraftindustrin bör undersöka möjligheterna att för detta utnyttja de informationsvägar, som finns inom driften.

Vidare bör sådana beredskapsorgan som kan behöva vidta åtgärder av olika slag med anledning av elavbrott få snabbast möjliga information. Motsvarande bör eftersträvas för särskilt avbrottskänsliga elanvändare.

Den som har den primära kunskapen om händelseutvecklingen – elleverantören – bör i möjligaste mån organisera sitt arbete, så att operativ personal i så stor utsträckning som möjligt avlastas från informationsuppgifter, samtidigt som den personal som avdelas för informationsuppgifter hela tiden hålls underrättad om händelseförloppet och den väntade utvecklingen.

Informationsuppgiften bör omfatta dels aktiv kontakt med massmedier och andra organ som behöver information, dels ordnande av möjligheter för att lämna information vid förfrågan. Detta kan ske genom t ex automatiska telefonsvarare, avdelad personal som svarar på telefonförfrågningar m m.

8.3 Informationskanaler

En grundregel för information vid oväntade händelser som t ex elavbrott bör vara att man i största möjliga utsträckning utnyttjar de vägar, genom vilka allmänheten m fl normalt får sin information.

Erfarenheterna visar att *radion* är den bästa kanalen för snabb information vid onormala händelser till i första hand allmänheten.

Vid elavbrott krävs emellertid, att lyssnarna har tillgång till en batteriradio med fungerande batterier inkl bilradio. Enligt en undersökning från 1981 "Antenner och mottagningskvalitet" utförd inom Sveriges Radios publik- och programforskningsavdelning hade 82 % av befolkningen tillgång till en radiomottagare som kunde drivas med batterier. Av den undersökning som beredskapsnämnden för psykologiskt försvar har genomfört om informationen vid elavbrottet den 27 december framgår att 50 % av de tillfrågade hade tillgång till en fungerande batteri- eller bilradio under elavbrottet. Många (24 %) befann sig av olika skäl inte i närheten av sin batteriradio. 4 % av de tillfrågade kunde inte lyssna på sina radiomottagare därför att batterierna var slut.

Det finns alltså anledning att räkna med att en stor del av Sveriges befolkning har tillgång till fungerande batteriradiomottagare i hemmet. Utanför hemmet verkar tillgången däremot vara sämre.

Enligt uppgift från branschen har sedan år 1975 sammanlagt ca 4,8 miljoner batteridrivna radioapparater och mer än 2,7 miljoner bilradioapparater sålts.

Televerket hävdar att ca 97 % av landets befolkning kunde ta emot riksprogramsändningarna från ordinarie FM-sändare under huvuddelen av elavbrottet den 27 december. Möjligheterna att lyssna på "rätt" lokalradioprogram var däremot sämre.

Erfarenheterna av elavbrottet ger inte anledning att ändra tidigare slutsatser om att radion är den lämpligaste informationskanalen vid elavbrott. Sveriges Radio och televerket har gemensamt upprättat riktlinjer för information via radio vid större olyckor och liknande händelser. Lokalradion och riksradiation har något olika förutsättningar i detta hänseende.

Riksradiation är bemannad och sänder dygnet runt. Den har därför möjlighet att när som helst snabbt ge information i en kris- eller katastrofsituation, som berör hela eller stora delar av landet.

För lokalradion gäller däremot, att sändningsområdet är avgränsat till att i princip gälla ett län. Man har dock god kännedom om lokala förhållanden och kan snabbt få information från t ex den lokala eldistributören. Olägenheten är främst att lokalradiostationerna inte är bemannade nattetid och att de under dagtid endast har normal sändningstid under ett begränsat antal timmar. De har dock möjlighet att vid behov bryta P 3:s sändningar för att sända eget material. Sändningar under icke arbetstid kan som regel inte genomföras, då personalen inte har jourtjänstgöring.

Mot bakgrund av lokalradions vikt vid katastrofer, olyckshändelser m m kan det finnas anledning att höja beredskapen för lokalradion nattetid och överväga införande av någon form av jourssystem.

För information till allmänheten är sändningar via radio grundläggande. Även för andra elanvändare är denna informationsväg av stor vikt. Flera företag, polisen, återdistributörer m fl har uppgett, att de fick information om elavbrottet den 27 december 1983 via radio.

Det är viktigt att alla led i informationskedjan fungerar vid ett elavbrott. Vid information via radio krävs sålunda, att reservkraft finns både för produktion och distribution av program. Vidare krävs att mottagarna av information har tillgång till en batteriradiomottagare med fungerande batterier. De behöver också veta hur man på sin mottagare söker upp en sändarstation som sänder på annan frekvens än den man vanligen lyssnar på.

Med hänsyn till den höga lyssnarfrekvensen på P 3 och till att lokalradions sändningar ligger på denna kanal, är det särskilt angeläget att sändningarna över denna kanal fungerar i så stor utsträckning som möjligt vid ett elavbrott. Information bör dock – i vart fall initialt – sändas över samtliga radiokanaler varvid lyssnarna bör uppmanas att lyssna på P 3, där information meddelas både på riksnivå och lokal nivå.

Mot bakgrund av den ringa tillgången på batteridrivna TV-mottagare kan det finnas anledning att överväga om den vid elavbrott tillgängliga reservkraften för televerkets sändare vid behov skall förbehållas sändarna för radioprogrammen.

Det är önskvärt att batteriradioapparater är tillgängliga inte bara i hemmen utan också på arbetsplatser och på platser där många människor vistas, t ex skolor, varuhus, banker m m.

En annan informationsväg som bör användas i ökad utsträckning är landets 19 *länsalarmeringscentraler* (LAC). Om dessa får information

snabbt vid elavbrott kan de i sin tur larma organ som polis, brandförsvaret, sjukhus, vägverket, lokalradion och andra som är i behov av information.

Vid ett så omfattande avbrott som det som inträffade den 27 december 1983 bör LAC i Stockholm larmas. Denna har sedan möjlighet att informera förutom berörda organ, myndigheter m fl i Stockholm även berörda LAC i andra delar av landet som i sin tur kan informera vidare. Information till LAC bör ges initialt och därefter regelbundet för LACs eget behov och för att LAC skall kunna ge information till dem som söker sådan på t ex 90 000-numret.

I räddningstjänstkommitténs förslag bekräftas länsalarmeringscentralernas viktiga roll inom samhällets räddningstjänst, som enligt förslaget utökas till att också gälla elavbrott. En utökad informationsgivning via LAC vid elavbrott ligger alltså i linje med kommitténs förslag.

Telefontätheten i Sverige gör det naturligt för allmänheten att i första hand använda *telefonen* för att skaffa sig information vid onormala händelser som t ex elavbrott. Televerket uppskattar att belastningen på telenätet ökade med ca 50 % under de 1-2 timmarna efter att elavbrottet inträffade den 27 december. Enligt beredskapsnämndens undersökning fick en stor del av allmänheten sina första uppgifter om elavbrottets omfattning förmedlade via telefon från anhöriga m m. Telesystemet klarar inte sådan belastning. Alla samtal kommer inte fram. Den stora samtalsmängden blockerar nätet, så att viktiga samtal inte kan förmedlas. Det är enligt televerket förenat med mycket höga kostnader att bygga ut nätet så att det klarar extrema belastningar av detta slag.

Man kan därför inte förlita sig på det allmänna telefonnätet, som en helt säker kommunikationsväg för information från, till och inom kraftföretagen vid elavbrott. Direkttelefonnummer, som är tillgängliga endast för berörda, och fasta förbindelser kan förbättra möjligheterna att komma fram med angelägna samtal.

Egna fasta teleförlindelser utgör enligt televerket den säkraste kommunikationskanalen vid elavbrott. Dessa förbindelser uppges vara skonade från de överbelastningsproblem som de allmänna telenäten kan råka ut för. Förbindelserna behöver inte vara punkt till punkt förbindelser utan kan arrangeras som någon form av nät.

I telex- och datexnäten, som enligt televerket också kan utnyttjas, är förmodligen framkomligheten säkrare än i det allmänna telefonnätet. I dessa nät kan gruppskrivningsmöjligheter utnyttjas för snabb spridning av information. Även telefax kan vara ett alternativ, men eftersom överföringen sker via det allmänna telefonnätet kan sådan överföring drabbas av överbelastningar. Informationen kan också överföras via mobil teletrafik. För samtliga system gäller att reservkraft behövs för att de skall fungera vid elavbrott.

TTs telefonnyheter – 0710-numret – finns i dag i Stockholm, Göteborg och Malmö. I takt med att televerkets AXE-stationer byggs ut över hela landet ges möjlighet att öka kapaciteten för 0710-numret. Samtal till 0710 behöver inte kopplas till en central telefonstation utan kan hållas kvar inom lokalstationens område. Information för hela landet läses in centralt från Stockholm samt lokalt i Göteborg och Malmö.

0710-numret överbelastas normalt vid stora nyhetshändelser. Detta

skedde också den 27 december. Planer finns inom TT på att bygga ut 0710-numret i takt med att AXE-systemet byggs ut, så att man inom hela landet kan få nyheter på detta nummer. Detta skulle innebära att ytterligare informationsvägar skulle finnas vid elavbrott, vilket är positivt. Det kan dock leda till, att annan viktig telefontrafik kan störas till följd av överbelastningsproblemen på telenätet.

Vissa *andra* företag och organisationer kan också hjälpa till med att sprida information vid elavbrott. Det kan t ex röra sig om att utnyttja trafikföretagens och varuhusens informationsmöjligheter, högtalarbilar m m.

8.4 Utformning av information

Informationen vid större elavbrott skall vara snabb och tillförlitlig. Den bör via tillgängliga kanaler – i första hand radion – nå allmänheten m fl så fort som möjligt.

Informationen får inte fördröjas av ambitionen att vara fullständig från början. I det första skedet bör informationen lämnas i form av meddelanden om att det inträffat ett strömavbrott inom x-området och att elleverantören arbetar med att avhjälpa felet. Allmänheten bör i detta läge uppmanas att inte ringa elleverantören och inte heller ringa andra samtal, om de inte bedöms som särskilt angelägna. Härigenom minskar riskerna för överbelastning på det allmänna telefonnätet.

Vidare bör meddelande ges om när information lämnas nästa gång. Så snart som möjligt skall information om avbrottets beräknade längd lämnas. Även om man inte kan uttala sig om den exakta längden på avbrottet är det angeläget, att elleverantören försöker ange t ex minsta längd för avbrottet. Härigenom förbättras elanvändarnas möjligheter att planera sina åtgärder. Erfarenheter från strömavbrottet i Härnösand visar att elleverantören inte bör lämna för optimistisk information när det gäller avbrottets längd.

Information bör lämnas om avbrottets orsak, hur länge avbrottet kan väntas vara, vilka som berörs m m samt uppgift om tidpunkt för nästa meddelande. Det är också viktigt att upplysa om hur människor skall bete sig för att underlätta elleverantörens arbete med att återupprätta elförsörjningen. Elanvändarna kan t ex behöva uppmanas att koppla bort viss elektrisk utrustning. De kan också behöva råd om hur de skall förfara i olika situationer. Många ringde t ex till Vattenfall den 27 december för att få praktiska råd om frysboxar, eluppvärmning m m.

I ett senare skede – sedan elavbrottet har upphört – bör information lämnas från experter om vad som har inträffat och orsaken härtill, vidtagna åtgärder, antal berörda m m.

Det är väsentligt att de som handhar verksamhet som berör många människor, t ex trafikföretag, dels ger information till riksradien, lokalradion och TT så att dessa kan ge råd till allmänheten, dels om möjligt vidareförmedlar information från t ex radio till sina kunder etc. Vid ett längre elavbrott på upp till ett par dygn behövs råd om hur man skall förfara för att klara sin försörjning med livsmedel, värme, bensin m m.

Mot bakgrund av att det – särskilt inom vissa regioner – kan finnas

många, som inte förstår svenska alls eller inte så bra, bör information om möjligt lämnas även på de mest förekommande invandrarspråken. Lokalradioredaktionerna har som regel möjlighet att sända på finska. En del av redaktionerna har därutöver möjlighet att sända på andra invandrarspråk. Vid information på svenska i regioner med hög andel invandrare är det särskilt viktigt att använda ett enkelt språk ("lätt svenska").

8.5 Förberedelser

För att elleverantören skall klara sina informationsuppgifter krävs att åtgärderna är planerade i förväg. Särskilda informationsansvariga bör utses, en inventering av vilka som bör lämnas information såsom massmedier, särskilt avbrottskänsliga elanvändare, LAC, förvaltningar inom kommun och län m fl bör ske. Vidare bör man inventera sina resurser för att via telefon kunna lämna upplysningar till dem som ringer för att få information. Informationsvägar bör upparbetas. Informationens innehåll bör förberedas så långt det är möjligt.

Det är angeläget att elleverantörerna planerar de informationsåtgärder som erfordras vid elavbrott, så att en beredskap byggs upp. Råkraftleverantörerna bör planera åtgärder inom sitt eget företag och tillsammans med återdistributörerna regionvis. De som har särskilt behov av information och de som kan informera vidare inom regionen bör delta i överläggningar om åtgärderna.

Svenska Elverksföreningen har utarbetat en checklista för kontakt med massmedier och abonnenter vid stora störningar i eltilförseln. Checklistan framgår av bilaga 5.

Allmänheten bör vid lämpliga tillfällen informeras om betydelsen av att inneha batteriradio med fungerande batterier samt möjligheterna att vid elavbrott utnyttja bilradion och att ta in andra radiostationer än den man normalt lyssnar på. Detta kan också vara av vikt för information vid andra onormala händelser. Det borde vara möjligt för televerket att informera om detta i samband med räkningarna för telefon och TV.

Svenska kommunförbundet har år 1976 gett ut anvisningar (Beredskap för sociala följder vid långvariga elavbrott. Planeringsanvisningar.) med förslag om en kommunal beredskapsorganisation för att snabbare återställa eltilförseln och begränsa verkningarna för allmänheten vid långvariga elavbrott. Anvisningarna omfattar bl a förslag om att en ledningsgrupp inrättas där informationschefen i kommunen ingår.

Elleverantören bör vid sin planering av informationsinsatser vid elavbrott beakta kommunala och regionala beredskapsplaner.

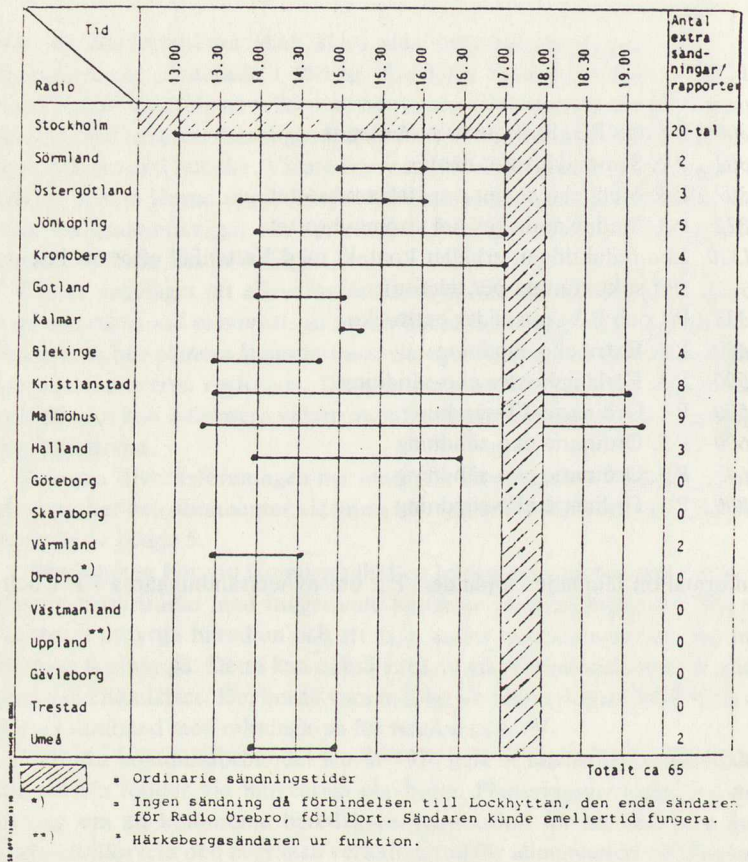
Bilaga 1 Sändningar i riksradien under elavbrottet den 27 december 1983 enligt uppgifter från Sveriges Radio

Kl

- 1300 P 1 och P 3. Strömavbrottet nämns
- 1302 P 2. Strömavbrottet nämns
- 1307 P 3. Meddelande ges om strömavbrottet
- 1322 P 3. Meddelande ges om strömavbrottet
- (1320 Eko-redaktionen erhåller kontakt med Vattenfall efter att intensivt sökt kontakt per telefon)
- 1333 P 1 och P 3 samsänder extra-eko
- 1400 P 3. Extra eko-sändning
- 1500 P 3. Förlängd extra eko-sändning
- 1500 P 1. Ordinarie TT-sändning
- 1600 P 3. Ordinarie eko-sändning
- 1645 P 3. Ordinarie eko-sändning
- 1800 P 1. Ordinarie eko-sändning

Information lämnades löpande i P 2 om nyhetssändningarna i P 1 och P 3.

Bilaga 2 Extrasändningar i lokalradion under elavbrottet den 27 december 1983 enligt uppgifter från Sveriges Radio



Bilaga 3 FM-sändare för P 1, P 2 och P 3 jämte lokalradio med uppgift om sändare som drabbades av driftavbrott den 27 december 1983

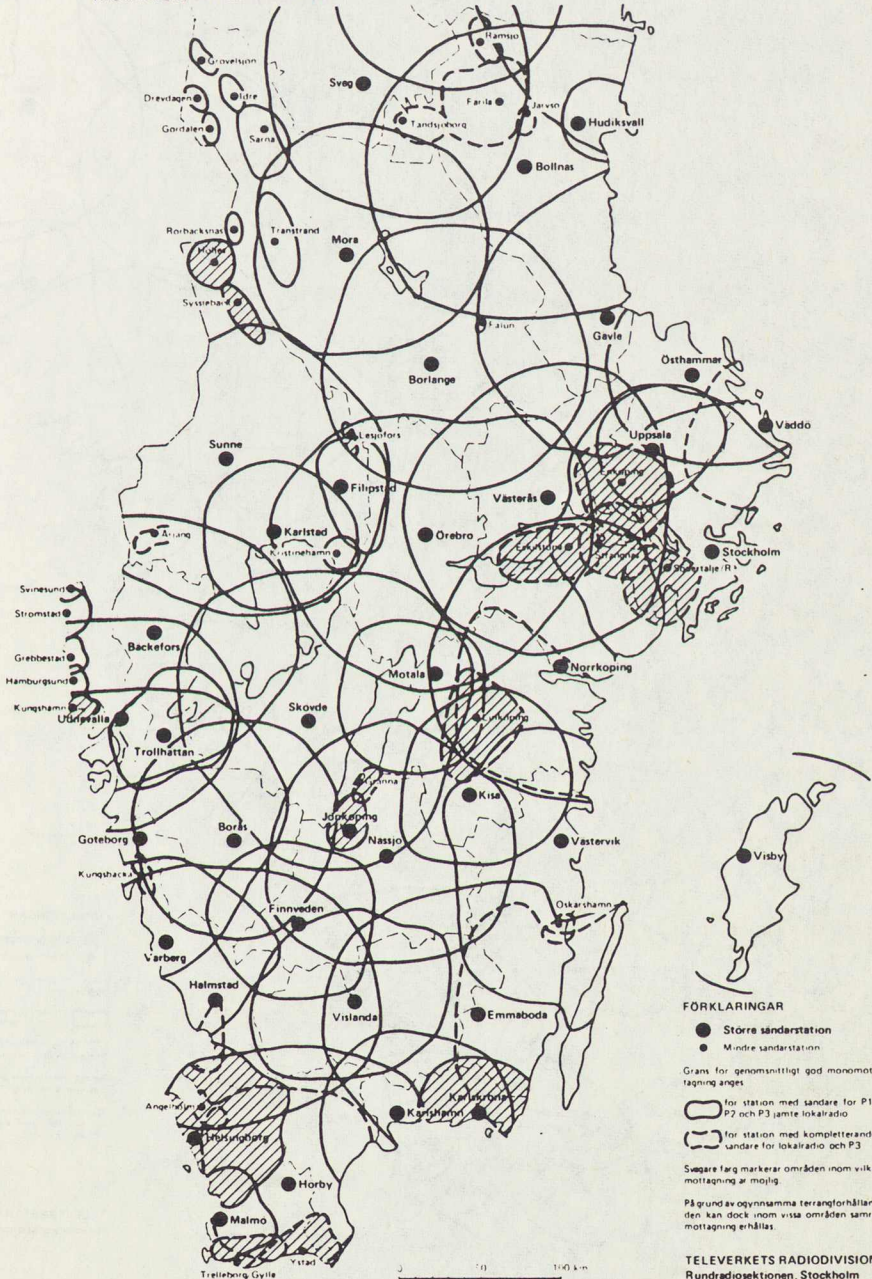


Kopia av karta
**FM-SÄNDARE FÖR P1, P2
 OCH P3 JÄMTE LOKALRADIO**
 TACKNINGSOMRÅDEN 1982 01 01



Sändare som drabbades av driftavbrott vid kraftavbrottet 27 dec 1983

1
 A 056 0039
 södra delen



FÖRKLARINGAR

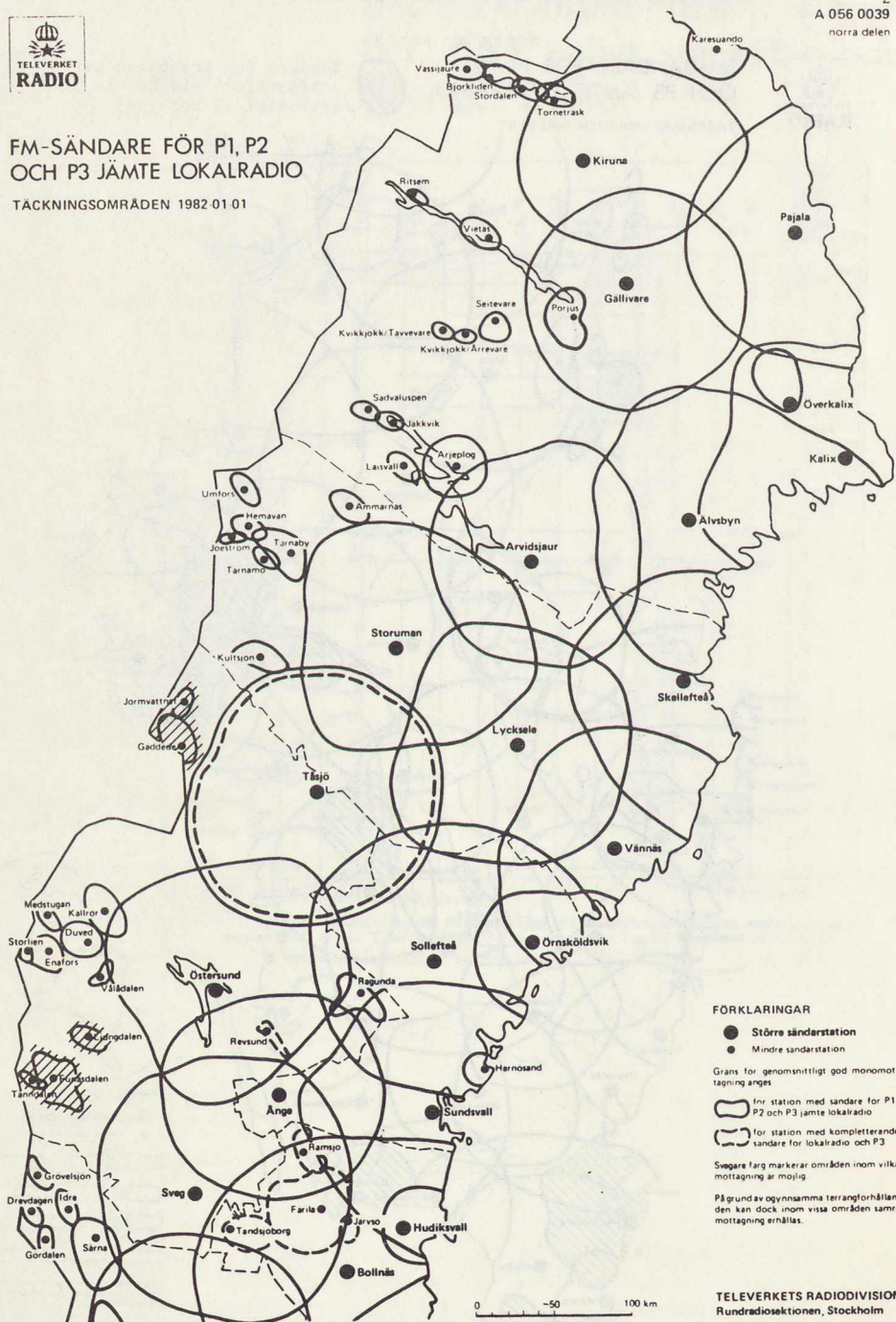
- Större sändarstation
- Mindre sändarstation
- Grans för genomsnittligt god monomött tagning anges
- för station med sändare för P1, P2 och P3 jämte lokalradio
- för station med kompletterande sändare för lokalradio och P3
- Svåare färg markerar områden inom vilka mottagning är möjlig
- På grund av oöppnna terrangförhållanden kan dock inom vissa områden samre mottagning erhållas



FM-SÄNDARE FÖR P1, P2 OCH P3 JÄMTE LOKALRADIO

TACKNINGSOMRÅDEN 1982 01 01

2
A 056 0039
norra delen



Bilaga 4 Service och trafik i Radio Malmöhus

(PM upprättad av Radio Malmöhus)

Radio Malmöhus har en mycket stor ambition och hög beredskap att kunna lämna information till länets invånare i olika annorlunda händelsesituationer som inträffar i länet, typ störningar i trafiken, strömavbrott, telefel – ja, i princip alla störningar som inträffar i samhället.

Samtliga myndigheter i länet som kan tänkas ha ett behov av att snabbt få ut information har jourlistor till Radio Malmöhus för att få en dygnet-runt-täckning. Detta gäller t ex polisdistrikten, brandförsvaren, kommunernas elverk och vattenverk, rederier, statliga myndigheter.

Vi har tre direkta hemliga telefonlinjer utanför vår växel som ska användas av myndigheterna i akutfall.

- Kommunala organ och en del andra myndigheter har eget nummer
- Statliga myndigheter typ SJ, Luftfartsverket, Vägverket och länsstyrelsen har ett nummer
- Polis, brandkår och LAC har det tredje akut-numret.

Vi har ett pågående FOU-projekt med länsalarmeringscentralen i Skåne (LAC-LM) som möjliggör en mycket snabb alarmering till Radio Malmöhus. Någon på Radio M bär på sig en fickmottagare typ Page Boy (personsökare med tal) som styrs från LAC. Denna mottagare har en räckvidd i hela länet genom att den finns på en länsfrekvens i LACs radionät. Page Boyen fungerar dygnet runt.

På vår jourlista finns dessutom bostadstelefon till en rad medarbetare samt i två fall MBS-nummer (MBS = televerkets mobilsökningstjänst).

På vår redaktion finns i förväg uppgjorda planer på hur redaktionen ska handla vid en större akut störning. Det finns särskild planläggning vad gäller BARSEBÄCK och SUPRA i Landskrona. Även för Farligt Godsolyckor finns särskild planering.

Övriga rubriker i vår LARMPLANS-PÄRM är: STORBRAND, BÅTOLYCKA, GASUTSLÄPP, FLYGOLYCKA, KAPNING, OLJEUTSLÄPP, OVÅDER, STRÖMAVBROTT, TELEFEL, TAGOLYCKA.

Radio Malmöhus har i princip obegränsade möjligheter att vid *akuta störningar* använda P 3-kanalen. Vi styr själva från vår studio kontrollen över sändarnätet.

Aktuell statistik genom åren visar att det händer en hel del i samhället som är viktigt att informera om.

- 1980 gjorde vi 286 extrasändningar av service- och trafikkaraktär
- 1981 - 152 extrasändningar

- 1982 - 117 extrasändningar
- 1983 - 101 extrasändningar.

För att under tid då redaktionen ej är bemannad kunna genomföra en extrasändning krävs normalt endast att en medarbetare åker till stationen, eftersom samtliga på jourlistan behärskar tekniken och alltså kan sända själv.

Vi räknar med en inställetid på stationen på ca 10 minuter genom att samtliga bor i närheten. Genom lokalradions fina bärbara sändarutrustning räknar vi med att i framtiden kunna pressa tiden ytterligare. I princip alltså sända hemifrån.

Vid strömavbrott kopplar vi in ett eget reservkraftverk. Vi har också möjlighet att i initialskedet vid ett strömavbrott genomföra sändning via batteridrivna telefoner.

Utdrag ur Radio Malmöhus larmplanspärm

- 1 Åtgärdslista om lokalradion drabbas av strömavbrott
- 2 Åtgärdslista vid strömavbrott som ej drabbar oss
- 3 Larm-lista egen personal (ej med här)
- 4 LAC-lista
- 5 Åtgärdslista för chef vid längre och omfattande avbrott (ej med här)

I ELVERKSPÄRMEN FINNS ALLA UPPGIFTER OM ELVERKEN.

1 Åtgärdsplan vid strömavbrott på stationen och du är ensam

(Vid strömavbrott som ej drabbat stationen finns särskild plan som blad 2 i detta uppslag)

- 1 Batterilampor finns utanför grammofonarkivet och på första avsatsen i trappan till fjärde våningen. Lyft ur lampan ur den permanenta box som sitter på väggen.
- 2 Kontrollera strömavbrottets storlek och varaktighet
 - Malmö energiverks kontrollrum – hemligt telefonnummer anges
 - Sydkrafts kontrollrum – hemligt telefonnummer anges
 - Sydkrafts information – hemligt telefonnummer anges
- 3 Plocka fram hf-väskan och en batteridrivna radio, typ walkman. Gå in i en studio och ring Televerkets Rundradiocentral, RRC, på telefon 00 000. Be RRC lägga ut Dig för sändning över lilla hf:en kanal 7. Du hör på Din radio när RRC tonar i P 3 och Du kan då prata i lilla hf:en. Avsluta sändningen med att meddela att vi är tillbaka med mer information om 10 eller 15 minuter (välj själv).
- 4 Kan Du ej sända med lilla hf:en gå in i studion och ring RRC på antingen kontrolltelefon eller från linje på gamla växel. Be RRC lägga ut telefonen och sända första meddelande via telefon.
- 5 Larma tekniken. (Namn på tekniker och deras telefonnummer anges.)
- 6 Larma personal enligt blad 3 i detta uppslag.

- 7 *Det bensindrivna reservkraftverk vi har på stationen får endast handhas av tekniken.*
- 8 Svara bara på röda numren på gamla växeln. Överväg om Du ska sända första meddelandet igen. Avvakta tills fler kommer till stationen.

2 Åtgärdslista vid strömavbrott som ej drabbat lokalradion

- 1 Motring den myndighet som larmat om strömavbrott eller gör kontroll hos aktuellt elverk om någon lyssnare ringt. Aktuella telefonnummer finns i ELVERKSPÄRMEN.
- 2 Läs första meddelandet så fort som möjligt. Meddelandet bör innehålla
 - avbrottets geografiska belägenhet
 - omfattningen
 - orsak och varaktighetenTala om i slutet av sändningen vilken tid Radio M återkommer. Ta 10 eller 15 minuter framåt, försök bestämma en fixerad tid heltimme, halvtimme eller kvart i eller kvart över.
Det är viktigt att vi snabbt får ut första meddelandet så att det strömlösa området får klart för sig att Radio M är med och kommer att lämna mer information.
- 3 Kan Du ej själv sända och alltså är ensam på stationen larma enligt larmlista blad 3 i detta uppslag.
- 4 Svara bara på röda telefonerna på gamla växeln. Undvik vanliga numret och 00 000.
- 5 Kräv information från berörda elverk och från Sydkraft som är leverantör till råkraften i hela länet.

4 L A C - länsalarmeringscentralen

LAC är oftast spindeln i nätet i allt som händer i länet. Merparten av länets kommuner har sin kommunala jour kopplad via LAC.

Vår kontaktperson på LAC är i alla lägen förste larmoperatören som är chef för det gäng som arbetar i larmcentralen.

Förste larmoperatören har telefonnummer (telefonnummer anges).

Vederbörande kan även nås via (telefonnummer anges).

Namnet på larmchef och bitr. larmchef anges.

Exempel på uppgifter i elverkspärmen hos Radio Malmöhus

Namn:

Adress:

Telefon kontorstid: (hemligt direktnummer)
övrig tid:

Informatör:

Efterfråga:

Befattning: Tel bostad:/
Tel arbete Bostad

Andra informatörer:

Elverksområdet omfattar:

Karta bifogas. Kontrollrum telefon
00 00 00

Antal abonnenter:

Övrigt:

.....

.....

.....

Bilaga 5 Ur Svenska Elverksföreningens utbildningsmaterial "Energiverket och massmedia"



CHECKLISTA.

för kontakt med massmedia och abonnenter vid stora störningar.

Energiverket har hela ansvaret för information vid störningar i energiförsörjningen. Endast i fall, som kan betecknas som katastrof, övergår ansvaret på kommunen och då träder den kommunala beredskapsplanen in.

För att energiverket ska klara sina informationsuppgifter krävs planering. Det gäller att kunna **förmedla information** till och från allmänheten och att ge service åt massmedia. Det gäller att undvika panik och inge lugn både inom företaget och utåt.

Förplanerade åtgärder.

Utse en informationsansvarig med ställföreträdare. Klargör hans befogenheter och informera alla inom verket. Undvik att välja personer från de operativa avdelningarna. De är i regel för hårt engagerade med akuta problem. Gör inventering och förteckning på:

- interna kommunikationskanaler t ex direkttelefoner, kommunikationsradio, telefonsvarare (färdiga band) (Var finns de, hos vem?)
- möjligheter att bemanna stor växel på icke ordinarie arbetstid (Vem, var?)
- informationskanaler till polis, brandkår, sjukhus. (Vem, telefon nr?)
- fordon med högtalare (nätansluten radio fungerar ej vid elavbrott) (Vilka, var, hos vem?)
- radio, tidningar och andra massmediakanaler. (Adress, telefon nr, redaktionssekreterare.)
- alla, som måste informeras vid långvarigt avbrott, namn och telefon nr till t ex
 - industrier, speciellt sådana med känslig tillverkningsprocess
 - skolor och restauranger med storkök
 - detaljhandel
 - kommunen och kommunala förvaltningar

Tänk igenom vilka speciella förutsättningar som gäller inom distributionsområdet och som kan motivera extra informationsinsatser.

Informationens innehåll.

Det är viktigt att snabbt lämna saklig och riktig information om

- beräknad avbrotts-tid
 - varför avbrott uppstått, utan att gå in på tekniska detaljer
 - varför allmänheten inte bör belasta telefonväxeln i onödan
 - vikten av att koppla bort elektrisk utrustning.
- Saklig information ges i positiv anda. Journalister bör få möjlighet att skriva om störningen och gärna besöka platsen för intervjuer och fotografiering.

Allmänheten måste få löpande besked om hur långt ett avbrott i el- eller värmeleverans kan beräknas bli. Felaktiga uppgifter kan leda till kaos!

Informationskanaler.

Lokalradion ger snabb info till stora grupper. Är den obemannad, ta kontakt med riksradiation.

Högtalarbilar är ett bra alternativ i tätorter. Polisen tar emot ansökan.

Presskonferens.

Om storstörningen drar ut på tiden eller berör ovanligt många abonnenter, bör riksradiation, lokalradion, närradiation, pressen och TT informeras.

Kalla till gemensam presskonferens så sparar du mycket arbete. Presskonferensen skall ledas av en på förhand utsedd person. Anteckna vilka som kommer från respektive medium för att kunna göra ev uppföljning senare. Notera hur presskonferensen lagts upp. Använd överskådliga hjälpmedel som OH-bilder, kartor. Lämna ut skriftligt material och färdiga bilder, helst med bildtexter.

Checklista

Checklista för kontroll av...

1. Kontrollera att alla delar är monterade korrekt.
2. Kontrollera att alla skruvar är stramt åt.
3. Kontrollera att alla ledningar är ordentligt bundna.
4. Kontrollera att alla filter är rena och byt ut dem om de är smutsiga.
5. Kontrollera att alla oljor och smör oljor är av rätt kvalitet och i rätt mängd.

6. Kontrollera att alla säkerhetsutrustningar är i ordning.
7. Kontrollera att alla verktyg är i god skick.
8. Kontrollera att alla arbetsområden är rena och fria från hinder.
9. Kontrollera att alla arbetsgagnare är utbildade och certifierade.
10. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder skyddsutrustning korrekt.

11. Kontrollera att alla arbetsgagnare följer arbetsföreskrifterna.
12. Kontrollera att alla arbetsgagnare rapporterar fel och skador omedelbart.
13. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt arbetsmetoder.
14. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt verktyg.
15. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt skyddsutrustning.

16. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt arbetskläder.
17. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt arbetsmetoder.
18. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt verktyg.
19. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt skyddsutrustning.
20. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt arbetskläder.

21. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt arbetsmetoder.
22. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt verktyg.
23. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt skyddsutrustning.
24. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt arbetskläder.
25. Kontrollera att alla arbetsgagnare använder sig av rätt arbetsmetoder.

Statens offentliga utredningar 1984

Kronologisk förteckning

1. Sociala aspekter på regional planering. I.
2. Värdepappersmarknaden. Fi.
3. Domstolar och eko-brott. Ju.
4. Långtidsutredningen. LU 84. Huvudrapport. Fi.
5. Sektorstudier. LU 84. Bilagedel 1. Fi.
6. Särskilda studier. LU 84. Bilagedel 2. Fi.
7. Långtidsutredningen. LU 84. Bilagedel 3. Fi.
8. Näringstillstånd. Ju.
9. Förslag till lag om Kooperativa föreningar. I.
10. Kompletterande motståndformer. Fö.
11. Rösträtt och medborgarskap. Ju.
12. Rosträtt och medborgarskap. Bilaga. Ju.
13. Samordnad narkotikapolitik. S.
14. RF 10:5. Ju.
15. Ekonomisk brottslighet i Sverige. Bakgrund, övervägande, åtgärder. Ju.
16. Förvärv i god tro. Ju.
17. Sveriges internationella transporter. K.
18. Arbetsmarknadsstriden I. A.
19. Arbetsmarknadsstriden II. A.
20. Datorer och arbetslivets förändring. A.
21. Förenklad självdeklaration. Fi.
22. Panträtt. Ju.
23. Folkbibliotek i Sverige. U.
24. En bättre information om kemiska produkter. Jo.
25. Ny konsumentköplag. Ju.
26. Ny Banklagstiftning. Del 1. Bankrörelselag. Fi.
27. Ny Banklagstiftning. Del 2. Bankaktiebolagslag. Fi.
28. Ny Banklagstiftning. Del 3. Sparbankslag. Fi.
29. Ny Banklagstiftning. Del 4. Föreningsbankslag. Fi.
30. LAS MERA! U.
31. Arbetsmarknadspolitik under omprovning. A.
32. Nya alternativ till frihetsstraff. Ju.
33. Handla med tjänster. UD.
34. Bostadskommitténs delbetänkande. Sammanfattning. Bo.
35. Bostadskommitténs delbetänkande. Del 1. Bo.
36. Bostadskommitténs delbetänkande. Del 2. Bo.
37. Rullande fastighetstaxering m m Del 1. Fi.
38. Rullande fastighetstaxering m m Del 2. Fi.
39. Hälso- och sjukvård inför 90-talet. (HS 90) Huvudrapport. S.
40. Hälso- och sjukvård inför 90-talet. (HS 90) Huvudrapport. S.
41. Hälso- och sjukvård inför 90-talet. (HS 90) Huvudrapport. S.
42. Att förebygga skador – ett hälso- och sjukvårdspolitiskt handlingsprogram. Underlagsstudie. S.
43. Att förebygga hjärt- och kärlsjukdom – ett hälso- och sjukvårdspolitiskt handlingsprogram. Underlagsstudie. S.
44. Hälso- och sjukvårdspolitiska frågor – Boendemiljö – Arbetsmiljö – Arbetslöshet – Kost. Underlagsstudie. S.
45. Invandrarna i hälso- och sjukvården. Underlagsstudie. S.
46. Primärvårdens uppgifter i det förebyggande arbetet. Underlagsstudie. S.
47. Primärvårdens uppgifter i det förebyggande arbetet. Huvudbilaga: Hälsoupplysning. S.
48. Lanssjukvården – möjligheter till förändring. Underlagsstudie. S.
49. Hälso- och sjukvård – Samhällesekonomi – Sysselsättning. Expertrapport. S.
50. Personal för framtidens hälso- och sjukvård. Underlagsstudie. S.
51. Datateknik och industriell förnyelse. I.
52. Svensk sydafrikapolitik. Ud.
53. Föreningarnas radio. U.
54. Tvångsmedel – Anonymitet – Integritet. Ju.
55. I rätt riktning. A.
56. Folkkräften i krig. Fö.
57. Kommunerna i totalförsvaret. Fö.
58. Invandrar- och minoritetspolitiken. A.
59. Näringsförbud. Ju.
60. Generell permutation av donationsbestämmelser. Fi.
61. I stället för kärnkraft. I.
62. Med sikte på nedrustning. Ud.
63. Homosexuella och samhället. S.
64. Psykiatri, tvånget och rättssäkerheten. S.
65. Via satellit och kabel. U.
66. Den allmänna rättshjälpen. Ju.
67. Cancer-orsaker-förebyggande m. m. S.
68. Samordnad samhällsinformation. C.
69. Säker elförsörjning. I.

Statens offentliga utredningar 1984

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Kommissionen mot ekonomisk brottslighet. 1. Domstolar och eko-brott. [3] 2. Näringsstillstånd. [8] 3. Ekonomisk brottslighet i Sverige. Bakgrund, övervägande, åtgärder. [15] 1983 års rösträttskommitté. 1. Rösträtt och medborgarskap. [11] 2. Rösträtt och medborgarskap. Bilaga. [12] RF 10:5. [14] Förvärv i god tro. [16] Panträtt. [22] Ny konsumentköplag. [25] Nya alternativ till frihetsstraff. [32] Tvångsmedel – Anonymitet – Integritet. [54] Näringsförbud. [59] Den allmänna rättshjälpen. [66]

Utrikesdepartementet

Handla med tjänster. [33] Svensk sydafrikapolitik. [52] Med sikte på nedrustning. [62]

Försvarsdepartementet

Kompletterande motståndformer. [10] Folkrädden i krig. [56] Kommunerna i totalförsvaret. [57]

Socialdepartementet

Samordnad narkotikapolitik. [13] Hälso- och sjukvård inför 90-talet. (HS 90) 1. Hälso- och sjukvård inför 90-talet, (HS 90) Huvudrapport. [39] 2. Hälso- och sjukvårdens mål och behovsbaserad planering. Underlagsstudie. [40] 3. Hälso- och sjukvårdens mål och behovsbaserad planering. Huvudbilaga 1–3 Huvudbilaga 1: Fakta om ohälsans sociala och yrkesmässiga fördelning i Sverige. Huvudbilaga 2: Arbetsmiljö, yrke, utnyttjande av sluten vård. Huvudbilaga 3: Den jämlika sjukvården? [41] 4. Att förebygga skador – ett hälso- och sjukvårdens handlingsprogram. Underlagsstudie. [42] 5. Att förebygga hjärt- och kärlsjukdom – ett hälso- och sjukvårdens handlingsprogram. Underlagsstudie. [43] 6. Hälso- och sjukvårdens planering – Boendemiljö – Arbetsmiljö – Arbetslöshet – Kost. Underlagsstudie. [44] 7. Invandrarna i hälso- och sjukvården. Underlagsstudie. [45] 8. Primärvårdens uppgifter i det förebyggande arbetet. Underlagsstudie. [46] 9. Primärvårdens uppgifter i det förebyggande arbetet. Huvudbilaga: Hälsoupplysning. [47] 10. Länssjukvården – möjligheter till förändring. Underlagsstudie. [48] 11. Hälsa – vård – Samhällesekonomi – Sysselsättning – Expertrapport. [49] 12. Personal för framtidens hälso- och sjukvård. Underlagsstudie. [50] Homosexuella och samhället. [63] Psykiatri, tvånget och rättssäkerheten. [64] Cancer-orsaker-förebyggande m m. [67]

Kommunikationsdepartementet

Sveriges internationella transporter. [17]

Finansdepartementet

Värdepappersmarknaden. [2] Långtidsutredningen. 1. Långtidsutredningen. LU 84. Huvudrapport. [4] 2. Sektorstudier. LU 84. Bilagedel 1. [5] 3. Särskilda studier. LU 84. Bilagedel 2. [6] 4. Långtidsutredningen. LU 84. Bilagedel 3. [7] Förenklad självdeklaration. [21] Banklagsutredningen. 1. Ny Banklagstiftning. Del 1. Bankrörelselag. [26] 2. Ny banklagstiftning. Del 2. Bankaktiebolagslagen. [27] 3. Ny banklagstiftning. Del 3. Sparbankslag. [28] 4. Ny banklagstiftning. Del 4. Föreningsbankslag. [29] Fastighetstaxeringskommittén. 1. Rullande fastighetstaxering m m Del 1. [37] 2. Rullande fastighetstaxering m m Del 2. [38] Generell permutation av donationsbestämmelser. [60]

Utbildningsdepartementet

Folkbibliotek i Sverige. [23] LÅS MERA! [30] Föreningarnas radio. [53] Via satellit och kabel. [65]

Jordbruksdepartementet

En bättre information om kemiska produkter. [24]

Arbetsmarknadsdepartementet

Konfliktutredningen. 1. Arbetsmarknadsstriden I. [18] 2. Arbetsmarknadsstriden II. [19] Datorer och arbetslivets förändring. [20] Arbetsmarknadspolitik under omprövning. [31] I rätt riktning. [55] Invandrar- och minoritetspolitiken. [58]

Bostadsdepartementet

Bostadskommittén. 1. Bostadskommitténs delbetänkande. Sammanfattning. [34] 2. Bostadskommitténs delbetänkande. Del 1. [35] 3. Bostadskommitténs delbetänkande. Del 2. [36]

Industridepartementet

Sociala aspekter på regional planering. [1] Förslag till lag om Kooperativa föreningar. [9] Datateknik och industriell förnyelse. [51] I stället för kärnkraft. [61] Säker elförsörjning. [69]

Civildepartementet

Samordnad samhällsinformation. [68]

LIBRARY OF THE
BUREAU OF THE
CENSUS
WASHINGTON, D. C.

KUNGL. BIBL.
1984-09-20
STOCKHOLM

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637

 **Liber**
Allmänna Förlaget

ISBN 91-38-08433-3
ISSN 0375-250X