

Acceptabla elavbrott?

Fyra strategier för säker elförsörjning



Christina Frost Svante Barck-Holst Per Ånäs

Anna-Lena Lökvist Andersen

Acceptabla elavbrott?

Fyra strategier för säker elförsörjning

Christina Frost Svante Barck-Holst Per Ånäs

Anna-Lena Lökvist Andersen

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Försvarsanalys 172 90 Stockholm	Rapportnummer, ISRN FOI-R--1163--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 1. Analys av säkerhet och sårbarhet	
	Månad, år Februari 2004	Projektnummer
	Verksamhetsgren 3. Forskning, kompetens och resursutveckling	
	Delområde 13. Stöd till säkerhet och beredskap	
Författare/redaktör Christina Frost Per Ånäs Svante Barck-Holst Anna-Lena Lökvist Andersen	Projektledare Christina Frost	
	Godkänd av Maria Hedvall	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Energimyndigheten	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel Acceptabla elavbrott? Fyra strategier för säker elförsörjning		
Sammanfattning Projektets syfte har varit att utarbeta och beskriva strategier för elförsörjningens beredskaps- och säkerhetsarbete. Studien har genomförts tillsammans med en expertgrupp med kunskaper om elsystem, elberedskap och samhällsviktiga användare. I studien har samhällsviktiga elanvändare identifierats. För varje verksamhet har oacceptabla störningstider bedömts av expertgruppen och enighet har nåtts om vilka gränser, i tid och rum, som anses vara oacceptabla för olika orsaker till störningar i elsystemet. Enighet råder också om att det måste åligga respektive verksamhetsansvarig att hantera situationer med elstörningar upp till 6 timmar, då de situationerna inte bedömts medföra allvarliga samhällskonsekvenser. Förslag på fyra strategier med olika inriktningar har lämnats: Ökad reservkraft för användare; Ökad möjlighet att prioritera användare genom tekniska styråtgärder; Ökad robusthet i elsystemet; Snabbare återställande av elsystemet. Strategierna beskriver olika alternativ att hantera konsekvenser av störningar i elsystemet samt vilka åtgärder och kostnader dessa innebär. Konsekvenserna av störningarna ska vara sådana att de påverkar användarnas verksamhet på ett för samhället allvarligt sätt. Varje strategi strävar efter att i möjligaste mån undanröja risken för sådana konsekvenser. Arbetet anknyter till Energimyndighetens HEL-projekt, där syftet är att skapa en helhetssyn och samverkan mellan elföretag, elanvändare och statsmakterna om elförsörjningens säkerhets- och beredskapsarbete.		
Nyckelord Elanvändare, elbehov, elförsörjning, elstörning, elsystem, kostnader, orsaker, reservkraft, samhällsviktiga verksamheter, strategier, störningstid, åtgärder		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 125 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Defence Analysis SE-172 90 Stockholm	Report number, ISRN FOI-R--1163--SE	Report type User report
	Programme Areas 1. Security, Safety and Vulnerability Analysis	
	Month year February 2004	Project no.
	General Research Areas 3.	
	Subcategories 13. Support to Security, Safety and Preparedness	
Author/s (editor/s) Christina Frost Per Ånäs Svante Barck-Holst Anna-Lena Lökvist Andersen	Project manager Christina Frost	
	Approved by Maria Hedvall	
	Sponsoring agency Swedish Energy Agency	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) Acceptable Black-Outs? Four Strategies for a Secure Electric Power System.		
Abstract (not more than 200 words) This project aimed at constructing and describing security and preparedness strategies for the Swedish electric power supply. The work was conducted with experts with knowledge of the power system, preparedness and critical power consumers. In the study power board customers critical to society were identified. For each customer category the expert group has agreed on unacceptable durations for black-outs depending on type of disturbance in the power system and geographic area affected. The expert group also agreed that it is the responsibility of each function in society to be able to handle power disturbances up to six hours long. Four strategies of different character are presented: Increased power reserves at consumers; increased capability to prioritize consumers through technical control measures; increased robustness in the electric power system; faster recovery of the electric power system. The strategies cover different alternatives for handling power disturbances and their implications regarding measures and costs. Consequences of disturbances must have a serious impact on society to be considered. The work relates to the "HEL-project" at the Swedish Energy Agency, the purpose of which is to create a mutual overall view and a public/private cooperation for all stakeholders on safety and preparedness in electricity supply.		
Keywords Black-out, cause of disturbances, cost, critical infrastructure, duration of disturbance, electric power system, electric supply, measures, power board customer, power reserve, strategy, preparedness		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 125 p.	
Price acc. to pricelist		

FÖRORD

FOI bedriver sedan flera år forskningsprojekt som behandlar sårbarhet och säkerhet inom den tekniska infrastrukturen. Övergripande syfte har varit att ta fram underlag för beslut om åtgärder för att stärka beredskapen och åstadkomma en säkrare infrastruktur i samhället.

Det projekt som här redovisas har gjorts på uppdrag av Statens Energimyndighet. Det syftar till att beskriva olika strategier för att hantera konsekvenser för samhället av störningar i elsystemet samt vilka kostnader åtgärderna medför. Arbetet anknyter till Energimyndighetens HEL-projekt, där syftet är att skapa en helhetssyn och samverkan mellan elföretag, elanvändare, regionala och lokala myndigheter samt statsmakterna beträffande elförsörjningens säkerhets- och beredskapsarbete.

Projektarbetet har bedrivits i samverkan med en expertgrupp, där personer med specialkunskaper om elsystem, elberedskap och viktiga elberoende verksamheter har medverkat.

Detta arbete har i december 2003 redovisats i FOIs internserie, FOI Memo 03-2730, och har då tillsänts Energimyndigheten, projektets expertgrupp och HEL-projektets styrgrupp. Arbetet har därefter genomgått FOIs granskningsprocedur för utgivning av officiell användarrapport. Intern granskare har varit Henrik Christiansson, Institutionen för system- och funktionsvärdering och granskningsordförande Maria Hedvall, Institutionen för ledningsstudier.

Vid FOI Försvarsanalys har projektet genomförts inom Institutionen för system- och funktionsvärdering. I projektgruppen har ingått Christina Frost, Svante Barck-Holst, Per Ånäs och Anna-Lena Lövkvist Andersen. För den slutliga bearbetningen ansvarar Christina Frost och Per Ånäs.

Christina Frost
Projektledare

TACK

FOI projektgrupp kompletterades av Energimyndigheten med personer med specialkunskaper om elsystem, samhällsviktiga verksamheter, konsekvenser av elstörningar, åtgärder och därtill hörande kostnader samt organisatoriska aspekter. Dessa personer har, trots ett hårt tids-schema, vid ett stort antal möten delat med sig av sina kunskaper och erfarenheter, försett oss med underlag samt granskat materialet. Vi vill för allt detta arbete härmed rikta ett varmt tack till:

- Hendry Andersson, Stockholms läns landsting
- Tommy Andersson, Uppsala kommun
- Ragnar Andersson, Avesta Polarit
- Stefan Arnborg, Svenska Kraftnät
- Hans Arvidsson, Vasco Advisers
- Lennart Bernram, Göteborg Energi
- Tomas Bruce, konsult
- Anders Danell, Svenska Kraftnät
- Stig Emtesten, Vattenfall Sveanät
- Ronny Fryksten, Krisberedskapsmyndigheten
- Ingemar Grahm, Avesta Polarit
- Anders Larsson, TeliaSonera
- Folke Lundberg, Fortum
- Hans-Erik Olofsson, Krisberedskapsmyndigheten
- Torbjörn Pettersson, Östergötlands läns landsting
- Folke Pärnerteg, Svenska Kraftnät
- Claes Schlyter, Sydkraft
- Stig Sjöberg, TeliaSonera

FOI Projektgrupp

1. SAMMANFATTNING.....	1
2. INLEDNING	5
2.1 Syfte	5
2.2 Avgränsningar	5
2.3 Metoder.....	6
2.4 Diskussion kring metodval.....	7
2.5 Deltagare – FOI projektgrupp och Expertgruppen	8
2.6 Studiens arbetsgång och ansvarsfördelning	8
3. PROBLEMSTRUKTURERING MED HJÄLP AV MORFOLOGISK ANALYS	11
3.1 Studiens morfologiska fält	11
3.2 Samband i det morfologiska fältet och framtagande av konfigurationer.....	15
3.3 Diskussion kring problemstruktureringen och det morfologiska fältet.....	15
3.4 Åtgärder avseende elsystem och elanvändare	16
4. GRÄNSER FÖR OACCEPTABLA KONSEKVENSER	19
4.1 Oacceptabel störningstid och geografisk utbredning	19
4.2 Oacceptabel störningstid beroende på orsak.....	20
4.3 Slutsatser för fortsatt analys	21
5. RESERVKRAFT HOS SAMHÄLLSVIKTIG VERKSAMHET	23
5.1 Olika reservkraftslösningar	23
5.2 När behövs reservkraft?.....	24
5.3 Reservkraft hos samhällsviktiga verksamheter	26
6. ÅTGÄRDER INOM ELSYSTEMET	39
6.1 Tekniska styråtgärder på olika nivåer	39
6.2 Fysisk och logisk stärkning av elsystemet.....	41
6.3 Reparationer och underhåll.....	43
6.4 Produktion	44
7. ÅTGÄRDER INOM PLANERING, SAMVERKAN OCH INFORMATION SAMT FÖRFATTNINGSÄNDRINGAR	47
7.1 Planering och samordning.....	47
7.2 Samverkan	48
7.3 Information	49
7.4 Utbildning och övning	49
7.5 Författningsändringar	50
8. FÖRSLAG OCH SLUTSATSER	53
8.1 Oacceptabla störningstider.....	53
8.2 Fyra olika strategier.....	54
8.3 I studien framkomna viktiga problem och synpunkter	61
ORDLISTA.....	65
LITTERATURLISTA	67
BILAGA 1. MORFOLOGISK ANALYS.....	71
BILAGA 2. FRÅGOR TILL BEDÖMNINGEN AV DET MORFOLOGISKA FÄLTET	75
BILAGA 3. KONSEKVENSER AVSEENDE VERKSAMHET, TID OCH ORSAK	77
BILAGA 4. ÅTGÄRDER AVSEENDE ELANVÄNDARE OCH ELSYSTEMET	79
BILAGA 5. KOSTNADER FÖR RESERVKRAFT TILL PRIORITERADE VERKSAMHETER.....	87
BILAGA 6. PRIORITERADE ÅTGÄRDER INOM ELSYSTEMET I OLIKA TIDSINTERVALL.....	95
BILAGA 7. ÅTGÄRDER SAMT KOSTNADER I OLIKA TIDSINTERVALL.....	105

1. SAMMANFATTNING

Syftet med projektet har varit att utarbeta och beskriva strategier för elförsörjningens beredskaps- och säkerhetsarbete. Strategierna beskriver olika alternativ att förebygga och hantera konsekvenser av störningar i elsystemet samt vilka åtgärder och kostnader de innebär i olika ambitionsnivåer. *Grundläggande för studien och de strategier som föreslås är att elstörningar inte ska ge upphov till oacceptabla konsekvenser för samhället som helhet.* Studien har genomförts tillsammans med en expertgrupp med kunskaper om elsystem, elberedskap och samhällsviktiga verksamheter.

Följande verksamheter har i studien identifierats som viktiga ur samhällets perspektiv:

- Kommunalteknisk verksamhet
- Vård och omsorg
- Information och kommunikation inklusive ledning
- Akutsjukvård
- Värme och el för hushåll
- Transporter och drivmedel
- Ordning och säkerhet
- 112-larm
- Livsmedelsförsörjning
- Djurhållning
- Betalningsförmedling
- Räddningstjänst
- Industriell försörjning

Att dessa tretton verksamheter har bedömts samhällsviktiga innebär inte att all verksamhet inom dessa rubriker bedöms vara prioriterad.

För var och en av *verksamheterna* har **oacceptabla störningstider** bedömts av expertgruppen. Likaså har expertgruppen enats om vilka gränser, i tid och rum, som bedömts oacceptabla för olika *orsaker till störningar* i elsystemet.

Tre verksamheter har identifierats för vilka det bedömts kunna uppstå oacceptabla konsekvenser för samhället redan efter 6 timmar. De är *vård och omsorg*, *kommunalteknisk verksamhet* och *mobitelefoner*. För *värme och el för hushåll* samt *akutsjukvård* bedöms gränsen för oacceptabel störningstid vara 24 timmar. De *övrige verksamheterna* drabbas allvarligt inom intervallet 24 timmar till ett par dygn. Känsligheten beror till del av årstid och störningens geografiska utbredning.

För enskilda elanvändare kan problem uppstå även inom de första 6 timmarna av en elstörning. Sådana måste dock varje användare själv hantera inom sin ordinarie verksamhet, då de enligt expertgruppen inte bedömts medföra allvarliga konsekvenser för samhället.

I nedanstående tabell återges de gränser för *oacceptabla störningstider och utbredningar för olika orsaker*, som expertgruppen enats kring.

Orsak	Störningens utbredning (N=nationell, R=regional, L=lokal)	Gräns för oacceptabel störningstid
Tekniskt fel	N	3 tim
Tekniskt fel	R, L	6 tim
Felhandlingar	N, R, L	6 tim
Yttre angripare, liten kapacitet	N, R, L	6 tim
Insider, liten kapacitet	N, R, L	6 tim
Insider, stor kapacitet	N, R	6 tim
Insider, stor kapacitet	L	1 dygn
Svåra naturrelaterade händelser	N, R, L	1 dygn
Extrema naturrelaterade händelser	N	3 dygn
Extrema naturrelaterade händelser	R, L	1 vecka
Yttre angripare, stor kapacitet	N, R, L	1 vecka

Rapporten ger förslag på **fyra strategier** där de prioriterade åtgärderna samlats med olika inriktningar. Åtgärderna har kostnadsbedömts av expertgruppen. De fyra strategierna är följande:

- Ökad reservkraft för användare
- Ökad möjlighet att prioritera användare genom tekniska styråtgärder
- Ökad robusthet i elsystemet
- Snabbare återställande av elsystemet.

I strategin **Ökad reservkraft för användare** är strävan att tillgodose elförsörjning av samhällsviktiga användare genom anskaffning av reservkraft. Vi beskriver följande fyra ambitionsnivåer med stationär och mobil reservkraft:

- Reservkraft för alla samhällsviktiga verksamheter till 100 % täckning
- Reservkraft för alla samhällsviktiga verksamheter enligt ett reducerat förslag
- Reservkraft för de tre mest tidskritiska verksamheterna till 100 % täckning
- Reservkraft för de tre mest tidskritiska verksamheterna enligt ett reducerat förslag.

Kostnaderna ligger inom intervallet 3 513 - 8 356 Mkr i investeringskostnad och 151 - 257 Mkr/år i löpande kostnad. Endast ambitionsnivån med 100 % täckning innebär att samtliga orsaker till elstörningar kan hanteras utan att det uppstår oacceptabla konsekvenser för de samhällsviktiga verksamheterna.

Ett förslag som diskuterats, och som bör studeras vidare, är reservkraft via så kallade reservkraftsöar till prioriterade användare inom ett begränsat område.

Strategin **Ökad möjlighet att prioritera användare genom tekniska styråtgärder** avser att genom tekniska styråtgärder styra elen till samhällsviktiga användare vid effektbrist. Strategin förutsätter att eltillförsel finns samt att distributionen fungerar inom det aktuella området. Styrningen kan genomföras på olika nivåer i elsystemet, och vi beskriver tre alternativ:

- Bortkoppling av elanvändare genom brytmöjligheter i mätare hos varje abonnent
- Bortkoppling av nätstationer
- Bortkoppling av ledningar i mellanspänningsnät - enskilda fack i fördelningsstationer.

Styrning nära abonnenterna minskar behovet av reservkraft, då möjligheten att prioritera enskilda elanvändare ökar. I denna strategi ingår reservkraftsåtgärder för de tre mest tidskritiska verksamheterna, förutom i det fall styrning på abonnentnivå väljs. Författningsändringar krävs för att man ska kunna prioritera samhällsviktiga användare i fredstid.

Strategin innehåller därmed fem ambitionsnivåer. Kostnaderna ligger inom intervallet 5 513 - 21 000 Mkr i investeringskostnad och 59 - 205 Mkr/år i löpande kostnad. Kombinationen av styråtgärder och reservkraft gör det möjligt att försörja de samhällsviktiga verksamheterna med el vid situationer med effektbrist. Strategin ställer däremot större krav på planering än övriga strategier.

I strategin **Ökad robusthet i elsystemet** är syftet att minska elsystemets utsatthet för elstörningar eller att minska elstörningarnas omfattning genom att stärka elsystemet fysiskt och logiskt. Följande inriktningar har valts:

- Skydd av stationer, driftcentraler och kommunikationer
- Skydd av distributionsnät
- Skydd av stationer, driftcentraler, kommunikationer och distributionsnät.

Åtgärder för att fysiskt stärka näten är mycket kostsamma. I strategin ingår byte till isolerade ledare och robusta stolpar i lokal- och lågspänningsnät. Kablifiering ingår inte på grund av kostnaden, men kan vara lämplig i vissa utsatta områden. I strategin ingår även reservkraft till de tre mest tidskritiska verksamheterna som en total som de strategin och framhållits av expertgruppen. beredskap. t hela deras verksamhet är prioriterad.

Strategin innehåller totalt 6 ambitionsnivåer. Kostnaderna ligger inom intervallet 6 703 – 53 827 Mkr i investeringskostnad och 193 - 212 Mkr/år i löpande kostnad. Då det är orimligt att fullt ut skydda luftledningar mot framförallt antagonistiska hot, svarar inte strategin helt upp mot kravet att undanröja risken för att elstörningar ger upphov till oacceptabla konsekvenser. Risk finns nämligen att vissa samhällsviktiga användare inte kan försörjas fullt ut, då reservkraft endast har prioriterats till de tre mest tidskritiska verksamheterna.

Syftet med strategin **Snabbare återställande av elsystemet** är att återställa elsystemet så snabbt efter en elstörning att oacceptabla störningstider inte uppstår. Åtgärderna beskrivs i följande två nivåer:

1. Utökad reparationskapacitet och -samordning inklusive nytt talkommunikationssystem baserat på Mobitex
2. Nivå 1 utökad med åtgärder för att säkerställa kommunikation för mät- och styrdata.

I strategin ingår reservkraftsåtgärder för de tre mest tidskritiska verksamheterna. Även förbättrad förmåga till ö-drift vid återstart av stamnätet ingår. Författningsändringar krävs för att man ska kunna använda civilpliktiga reparatörer och driftbiträden vid elstörningar i fredstid.

Strategin innehåller fyra ambitionsnivåer. Kostnaderna ligger inom intervallet 6 733 – 10 872 Mkr i investeringskostnad och 305 - 326 Mkr/år i löpande kostnad. Med föreslagna åtgärder bedöms det i stort vara möjligt att hantera samtliga orsaker till elstörningar så att oacceptabla störningstider inte uppkommer. Risk finns dock att vissa samhällsviktiga verksamheter ändå drabbas allvarligt eftersom den acceptabla störningstiden för vissa orsaker är längre än vad som kan accepteras för verksamheterna.

Gemensamt för samtliga strategier är krav på förstärkta förberedande åtgärder för informationssamverkan, krisplanering, spel och övningar, att länsstyrelser har en samlad bild över den totala reservkraftskapaciteten och en samlad bild av reservkraftsbehovet samt utbildning av allmänheten. Detta gäller inom och mellan elföretag, elanvändare, myndigheter m fl.

Alla strategier och ambitionsnivåer, förutom ambitionsnivån med reservkraft till 100 % täckning till alla samhällsviktiga verksamheter i strategi 1, innebär ett visst risktagande. I övriga ambitionsnivåer i strategi 1 förses inte samtliga verksamheter med reservkraft. Strategi 2 förutsätter krafttillförsel och ett fungerande distributionsnät. Strategi 3 ger begränsad säkerhet inom näten mot antagonistiska hot. En osäkerhet finns i strategi 4 eftersom den accepterade störningstiden mot vissa orsaker är längre än vad som accepteras för de flesta av verksamheterna. För att nå maximal säkerhet i strategi 3 och 4 behöver den samlade inriktningen i de två strategierna väljas.

Expertgruppen har bedömt att den acceptabla störningstiden för extrema naturrelaterade händelser och yttre angripare med stor kapacitet är längre än den oacceptabla störningstiden för de samhällsviktiga verksamheterna. För att hantera detta har vi föreslagit att åtminstone de tre mest tidskritiska verksamheterna ska förses med reservkraft.

2. INLEDNING

Elförsörjningen har en central betydelse för samhället och stora resurser har lagts ner på olika typer av beredskaps- och säkerhetsåtgärder¹. Åtgärderna har tidigare vidtagits mot bakgrund av krigshot men har under senare år utökats att gälla även svåra påfrestningar i fred. Avregleringen av elmarknaden och den ökade digitaliseringen inom viktiga samhällsverksamheter har medfört nya förutsättningar och ökade krav på elförsörjningen. För att få maximalt utfall av gjorda investeringar är det viktigt att beslut fattas på goda grunder och med hjälp av väl fungerande beslutsprocesser. Energimyndigheten har efterfrågat strategier som belyser olika ambitioner för att hantera konsekvenser av störningar i elsystemet samt vad dessa strategier skulle kosta.

FOI har under flera år bedrivit projekt som behandlar sårbarhet och säkerhet inom teknisk infrastruktur samt om samhällets behov och beroenden av infrastruktursystemen. Projekten har resulterat i ett flertal rapporter, se litteraturlistan. Det övergripande syftet har varit att ta fram underlag för beslut om åtgärder för att stärka beredskapen och åstadkomma en säkrare infrastruktur.

2.1 Syfte

Syftet med projektet har varit att utarbeta och beskriva strategier för elförsörjningens beredskaps- och säkerhetsarbete. De beskrivna strategierna ska kunna utgöra utgångspunkt vid avvägningar av investeringar i säkerhets- och beredskapsåtgärder inom elförsörjningen.

Strategierna ska beskriva olika alternativ att förebygga och hantera konsekvenser av störningar i elsystemet samt vilka åtgärder och kostnader detta innebär. Konsekvenserna av störningarna ska vara sådana att de påverkar användarnas verksamhet på ett för samhället allvarligt sätt. Analysen ska belysa vilka konsekvenser som kan anses acceptabla respektive oacceptabla utifrån ett övergripande samhällsperspektiv.

2.2 Avgränsningar

Studien har behandlat både fredstida hot och krigshot. Betoningen har varit starkare på hot i fredstid, som sabotage, insiderhot, tekniska fel och naturrelaterade händelser, än på väpnade angrepp. Endast konsekvenser som är mer omfattande än de som uppstår vid normala driftstörningar inom elsystemet har beaktats.

Studiens utgångspunkt är dagens situation vad gäller det svenska elsystemet och samhällsviktiga verksamheter. I möjligaste mån har hänsyn tagits till befintliga skydds- och reservanordningar. De förslag som lämnas är i stort utökningar och förstärkningar i förhållande till nuläget.

Det ska tydligt framhållas att de kostnadsbedömningar som ingår i studien enbart är en redovisning av vad respektive åtgärd bedöms kosta, inte vem som ansvarar för att finansiera åtgärden. I studiens uppdrag ingår inte att lämna förslag på vem som ska finansiera de åtgärder som föreslås. Åtgärderna redovisas under rubrikerna samhällsviktiga verksamheter respektive elsystem, vilket visar var de föreslagna åtgärderna bör vidtas, utan anvisning om vem som ska bekosta dessa.

¹ Beredskaps- och säkerhetsåtgärder omfattar även åtgärder hos användare för att göra deras verksamhet oberoende av det ordinarie elsystemet vid störningar.

Med begreppet elförsörjning avser vi i den här studien användarnas försörjning med el, vilket givetvis kan ske via elsystemet, men även genom olika reservkraftslösningar.

2.3 Metoder

I den inledande delen av studien användes metoden morfologisk analys (MA), se bilaga 1. Morfologisk analys² är en metod för att strukturera, analysera och värdera mångdimensionella problemkomplex. Metoden innebär en möjlighet att strukturera problem som är svåra att kvantifiera eller innehåller osäkerheter och som därför måste hanteras genom bedömningar. Metoden är också effektiv för att uppnå samsyn och gemensam definition kring centrala begrepp. Viktigt i studien är att resultaten präglas av transparens och spårbarhet, vilket kan uppnås med MA.

Morfologisk analys genomförs i fem arbetssteg. De steg som genomförs är att man:

- identifierar de centrala parametrar som beskriver problemkomplexet
- konkretiserar parametrarna genom att definiera olika tillstånd för varje parameter
- bedömer tillståndens parvisa förenlighet
- beräknar och listar konfigurationer/scenarier (datorkörningar) och
- analyserar konfigurationerna/scenarierna.

Parametrarna bör vara generella och varandra uteslutande. Tillstånden kan representera en lista av olika alternativ eller visa på ytterligheter. Processen bör ske iterativt från samtliga steg. Resultatet blir ett så kallat morfologiskt fält, som beskriver variablerna i problemkomplexet samt en uppsättning konfigurationer/scenarier med ett tillstånd från varje parameter och utan inbördes motsättningar (lösningsrymden).

Strukturerings- och bedömningsarbetet kräver en omfattande metod- och sakkompetens, vilket ställt krav på medverkan av extern expertis. I projektet har därför en expertgrupp deltagit i arbetet, se avsnitt 2.4.

Det morfologiska fältet har utgjort utgångspunkt för en sårbarhetsanalys av elsystemet och en identifiering av samhällsviktiga användares behov av elförsörjning. Syftet med den delen av analysen har framförallt varit att fastställa olika konsekvenser.

Vidare var syftet att fastlägga vilka konsekvenser som måste betraktas som oacceptabla ur samhällets synvinkel och att tydliggöra denna gräns. Denna bedömning har gjorts i samsyn mellan expertgruppens representanter från elföretag och från samhällsviktiga användare. Styrande frågor nedbrutna i delfrågor, som hänger samman med olika aspekter av konsekvenser, har använts som en metod för att fördjupa analysen ytterligare, se inledningen i kapitel 4.

Genom omfattande diskussioner utifrån de bedömda oacceptabla konsekvenserna har expertgruppen konkretiserat lämpliga åtgärdsförslag. Diskussionerna har då delvis skett i olika gruppkonstellationer - experter på elsystemet respektive experter från samhällsviktiga användare, samt i blandade grupper. Detta för att både enskilda sakområden ska kunna diskuteras mer ingående, och för att olika idéer ska kunna utbytas och ges en möjlighet att påverka de enskilda sakområdena. Diskussionerna har därefter fokuserats på en prioritering av åtgärderna, varefter de prioriterade åtgärderna kostnadsbedömts. En av fördelarna med att arbeta i samverkan med expertis, förutom att säkerställa kompetens i sak, är att nå samstämmighet och bred acceptans för resultatet.

² Morfologi betyder formlära och är ett välkänt begrepp inom t ex lingvistik, zoologi och geologi.

Som sista steg i studien har FOIs projektgrupp utformat och beskrivit olika strategier utifrån kravet att elstörningar inte får orsaka allvarliga samhällskonsekvenser. Strategierna innehåller kombinationer av åtgärder enligt olika inriktningar och utgör olika ambitionsnivåer samt kostnadsuppskattningar för dessa.

Det är viktigt att betona att de kostnader som har redovisats är övergripande bedömningar gjorda av expertgruppen. Meningen är att de framräknade kostnaderna för de olika strategierna och ambitionerna ska kunna användas vid övergripande avvägningar av investeringar i säkerhets- och beredskapsåtgärder inom elförsörjningen.

Morfologisk analys bedömdes lämplig för denna studies syfte, därför att metoden är effektiv vid strukturering av komplexa problem och för att arbetsprocessen enar de inblandade aktörerna. Det sistnämnda hade stor betydelse i detta fall, då frågeställningarna är känsliga. Enigheten underlättar också syftet att resultatet används inom HEL-projektet³, där avsikten är att öka samverkan mellan det offentliga och näringslivet, elbranschen och elanvändarna.

Vår avsikt var ursprungligen att hantera hela problemställningen inom ett morfologiskt fält. Detta visade sig under arbetets gång vara både svårhanterbart och olämpligt att inkludera parametrarna åtgärder och kostnader. Fältet blev mycket stort och svårarbetat och det fanns risk för låsningar i grupparbetet. Att behandla åtgärder och kostnader separat visade sig vara en mer framkomlig väg.

2.4 Diskussion kring metodval

En alternativ metod till den valda morfologiska analysen kunde varit att samla en expertgrupp för att runt ett bord diskutera acceptans, prioriteringar, olika förslag till strategier och däri ingående åtgärder. Denna metod hade dock knappast skapat en stabil grund för att nå enighet inom gruppen och kring ett samlat slutresultat.

Ett förslag som diskuterades innan projektets start var att arbeta med metoden AHP⁴. Metoden AHP innebär att värdera olika framtagna alternativ relativt varandra och i förhållande till de variabler som bedöms viktiga i problemet. Man erhåller på så sätt en gradering av de olika alternativens effektivitet i förhållande till varandra. Vi bedömde att metoden inte var lämplig för att ta fram strategier, snarare för att efter strategierna väl var framtagna, värdera dem mot varandra.

Forsvarets Forskningsinstitut (FFI) i Norge har genomfört sårbarhetsanalyser av det norska elsystemet. Utifrån dessa analyser har de bland annat prioriterat fem strategier med olika kombinationer av kostnadsbedömda åtgärder. Tre av dessa utgör olika ambitionsnivåer med likartad inriktning, och de övriga två innefattar olika förstärkningar av den högsta av dessa tre ambitionsnivåerna. Dessa fem strategier har bedömts med en metod snarlik AHP.⁵

Det finns flera skillnader mellan FFIs och FOIs projekt. En väsentlig skillnad är att vi inte avgränsat problemet till att omfatta enbart elsystemet och konsekvenser för detta, utan velat beakta konsekvenserna även för samhället och viktiga elanvändare. FOI har i tidigare projekt

³ HEL - Helhetssyn för elförsörjningens säkerhet och beredskap, ett regeringsuppdrag till Energimyndigheten som syftar till att skapa en helhetssyn inom samhället vad gäller elförsörjningens säkerhet och beredskap.

⁴ Analytic Hierarchy Process.

⁵ Sårbarhetsreducerande tiltak i kraftförsyningen - Slutrapport, Fridheim Håvard, Betten Stian, Hagen Janne, Henriksen Stein, Rodal Gry Hege, Rodal Siv Kjersti, Rutledal Frode. FFI/RAPPORT - 2001/02383 (Begränsat), samt ett flertal rapporter inom arbetsområdet, se litteraturlista.

diskuterat sårbarhet ur både elsystemets och användarnas synvinkel⁶. Vi ansåg det nu viktigt att, med beaktande av HEL-projektets syfte, nå samstämmighet mellan företrädare för elbranschen och viktiga elanvändare om konsekvenser av störningar. I detta låg att engagera dem att ta fram och avväga prioriterade förslag till åtgärder samt att enas om gränser för acceptans vad gäller konsekvenser.

2.5 Deltagare – FOI projektgrupp och Expertgruppen

Projektet har genomförts inom FOI Försvarsanalys, Institutionen för system- och funktionsvärdering. I FOI projektgrupp har ingått Christina Frost (projektledare), Anna-Lena Lövkvist Andersen, Svante Barck-Holst och Per Ånäs. FOIs kompetens omfattar metod-, analys- och hotkunskap, övergripande kunskap om teknisk infrastruktur samt kunskap om samhällets behov och beroende av elförsörjning.

Beställaren har kompletterat projektgruppen med en expertgrupp med följande, av projektgruppen efterfrågade, specialkunskaper:

- elsystemet - produktion, överföring, distribution, drift och kommunikation,
- samhällsviktiga användares elberoende och krav på elförsörjning,
- konsekvenser av störningar för elsystem och elanvändare,
- åtgärder, inklusive kostnader för dessa, samt
- organisatoriska aspekter.

I expertgruppen har följande personer deltagit:

- Hendry Andersson, Stockholms läns landsting,
- Tommy Andersson, Uppsala kommun,
- Ragnar Andersson, Avesta Polarit,
- Stefan Arnborg, Svenska Kraftnät,
- Lennart Bernram, Göteborg Energi,
- Tomas Bruce, konsult,
- Anders Danell, Svenska Kraftnät,
- Stig Emtesten, Vattenfall Sveanät,
- Ronny Fryksten, Krisberedskapsmyndigheten,
- Ingemar Grahm, Avesta Polarit,
- Anders Larsson, TeliaSonera,
- Folke Lundberg, Fortum,
- Hans-Erik Olofsson, Krisberedskapsmyndigheten,
- Torbjörn Pettersson, Östergötlands läns landsting,
- Folke Pärnerteg, Svenska Kraftnät,
- Claes Schlyter, Sydkraft,
- Stig Sjöberg, TeliaSonera.

I projektet har även ingått Hans Arvidsson från Vasco Advisers som projektsamordnare från HEL-projektet.

2.6 Studiens arbetsgång och ansvarsfördelning

Projektarbetet har omfattat: förarbete, utveckling av det morfologiska fältet, värdering av de i fältet ingående faktorerna, analysarbete samt rapportskrivning. I arbetet med att utveckla och värdera det morfologiska fältet, samt i delar av analysarbetet har expertgruppen medverkat vid

⁶ *EPIK – Energiproblem i krig*, (1994) Christina Frost, Marie Jungmar, Ulf Pettersson, Staffan Molin, FOA rapport CH 10075 (hemlig).

11 mötestillfällen. Brev- och telefonkontakter och ytterligare ett antal mötestillfällen med enskilda deltagare från expertgruppen har skett för att komplettera underlagsmaterial inom enskilda sakområden.

FOI projektgrupp har ansvarat för projektledning, metod, sammanställande arbete och analys före, under och efter de gemensamma mötena med expertgruppen, slutlig analys samt för dokumentation. Projektgruppen har ansvarat för framtagandet av de strategier som lämnas. Med ”vi” i rapporten avses FOI projektgrupp.

Expertgruppen har bistått med i studien ingående faktauppgifter om åtgärder och kostnader. Expertgruppen har givits tillfälle att granska ett rapportutkast före slutgiltig avrapportering till kunden. Projektgruppen har beaktat synpunkter från expertgruppen före slutlig avrapportering.

3. PROBLEMSTRUKTURERING MED HJÄLP AV MORFOLOGISK ANALYS

I detta kapitel beskrivs det slutliga morfologiska fältet som har arbetats fram. Vi beskriver även övriga faktorer som expertgruppen diskuterat, men som av olika skäl inte kom att ingå i det slutliga morfologiska fältet, se avsnitt 3.3. Kapitlet innehåller även en övergripande diskussion om åtgärder inom elsystemet och hos elanvändare, avsnitt 3.4.

3.1 Studiens morfologiska fält

De grundläggande frågorna i studien har varit följande:

- Vilka konsekvenser är acceptabla respektive oacceptabla i olika situationer?
- Vilka satsningar krävs mot oacceptabla konsekvenser?

Dessa frågor har vi kallat för *fokusfrågor* och de löper som en röd tråd genom studien.

Vid uppbyggnaden av det morfologiska fältet har vi utöver fokusfrågorna använt oss av följande övergripande fråga:

- Något händer med någon del av elsystemet som på något sätt drabbar någon/något. Vad kan göras?

Denna *arbetsfråga* möjliggör en identifiering av problemets övergripande områden och däri ingående parametrar. Arbetsfrågan kan delas upp på följande sätt:

- något händer
- med någon del av elsystemet
- som på något sätt
- drabbar någon/något.
- vad kan göras?

Dessa punkter pekar ut fyra olika områden – *orsaker, elsystemet, konsekvenser* och *åtgärder*. Den tredje och fjärde punkten anger båda konsekvenser, men av olika karaktär. De fyra första punkterna utgör grunden för en sårbarhetsanalys. I kommande tre delavsnitt, 3.1.1 - 3.1.3, görs en systematisk genomgång av de tre områdena Orsaker, Elsystemet och Konsekvenser och de parametrar respektive parametertillstånd som ingår i varje område. I avsnitt 2.3 samt i bilaga 1 beskrivs arbetsgången vid val av parametrar och parametertillstånd. Den femte punkten som behandlar åtgärder fanns från början med i det morfologiska fältet som två parametrar. Det visade sig däremot att det var mer effektivt att behandla åtgärderna separat efter det att sårbarhetsanalysen genomförts. Området Åtgärder, som alltså inte ingår i det slutligt valda morfologiska fältet, diskuteras i avsnitt 3.4.

Nedanstående morfologiska fält är resultatet av problemstruktureringsarbetet och har utgjort utgångspunkt för sårbarhetsanalysen.

Tabell 3.1 Det morfologiska fältet.

Orsak	Driftsituation (Efterfrågan/ Överföring)	Anläggningstyp	Anläggningsnivå	Elstörnings karaktär	Elstörnings geografiska utbredning	Elberoende samhällsverksamhet
Insider Liten kapacitet	Hög/Hög	Produktion - Vattenkraft	Stamnät	< 1h avbrott	Lokal landsbygd	Värme och el för hushåll
Insider Stor kapacitet	Hög/Låg	Produktion - Kärnkraft	Regionnät	1-6h avbrott	Lokal tätort	Akutsjukvård
Yttre angripare Liten kapacitet	Låg/Hög	Produktion - Värmekraft	Lokalnät	6-24h avbrott	Regional	Vård och omsorg
Yttre angripare Stor kapacitet	Låg/Låg	Störningsreserv (gasturbiner)	Lågspänningsnät	24h-1v avbrott	Nationell	Räddningstjänst
Felhandlingar inom och utom elsystemet		Produktion/Transmission - Utländ		1-4v avbrott		Ordning och säkerhet
Tekniska fel		Luftledning		>1 mån avbrott		112-funktionen
Naturrelaterade händelser		Kablar		Oregelbundet återkommande avbrott		Information och kommunikation inklusive ledning
		Transformatorstationer				Kommunalteknisk verksamhet
		Kopplingsstationer				Livsmedelsförsörjning
		Driftcentraler				Djurhållning
		Kommunikation				Industriell försörjning
		Personal				Betalningsförmedling
						Transporter och drivmedel

3.1.1 Orsaker

Projektet har behandlat både fredstida hot och krigshot. Betoningen har varit starkare på hot i fredstid, som sabotage, insiderhot, tekniska fel och naturrelaterade händelser, än på väpnade angrepp. Hotet inkluderar orsaker på grund av mänskligt agerande både med och utan avsikt samt orsaker som inte beror på mänskligt agerande. Följande hotstruktur har använts för att precisera vilka orsaker som kan tänkas utgöra hot mot elsystemet.

Tabell 3.2 Orsaker till störningar.

	Mänskligt agerande med avsikt	Mänskligt agerande utan avsikt	Ej mänskligt agerande
Inre orsaker ur systemets synvinkel	Infiltration Insiderverksamhet	Felhandlingar Bristande underhåll Dimensioneringsfel Konstruktionsfel	Tekniskt fel Tillverkningsfel
Yttre orsaker ur systemets synvinkel	Sabotage Terrorism Väpnat angrepp	Felhandlingar	Naturrelaterade händelser Brist i andra system (beroenden)

De orsaker som är intressanta för studien skall drabba elsystemet direkt med konsekvenser för den ordinarie elförsörjningen samt därmed även drabba andra delar av samhället. I studien tas däremot inte hänsyn till hot som primärt drabbar andra delar av samhället. Exempelvis är det vid ett dammbrott störningen på elsystemet i form av produktionsbortfall som är det relevanta för studien, inte de konsekvenser som uppstår på grund av översvämningar. Projektet har

endast behandlat konsekvenser som kan betraktas som mer omfattande än de som uppstår vid normala driftstörningar.

Området *Orsaker* omfattar endast en parameter - *Orsak* - som är väsentliga kombinationer ur tabell 3.2.

Det antagonistiska hotet har beskrivits som ett inre och ett yttre hot – *insider* respektive *yttre angripare*, vardera i två varianter - *liten* respektive *stor kapacitet*, vilket innebär fyra olika parametertillstånd. Med kapacitet avses en sammanvägning av kompetens om system och vapen samt av gruppstorlek, nätverk och materiella resurser. En insider med stor kapacitet har bedömts kunna ha stöd utifrån. Likaså har en yttre angripare med stor kapacitet bedömts kunna ha hjälp av en insider. Ytterligare tre tillstånd ingår i parametern – *felhandlingar inom och utom elsystemet*, *tekniska fel* samt *naturrelaterade händelser*. Dessa motsvarar enligt tabellen ovan mänskligt agerande utan avsikt samt orsaker som inte beror på mänskligt agerande. Felhandlingar med yttre orsak kan exempelvis vara avgrävningar av kablar. Tekniska fel har även bedömts omfatta brister i andra system, på grund av exempelvis beroenden. Totalt omfattar parametern Orsak sju olika parametertillstånd.

3.1.2 Elsystemet

Området *Elsystemet* har beskrivits med följande tre parametrar:

- Driftsituation
- Anläggningstyp
- Anläggningsnivå.

Parametern *Driftssituation* har beskrivits generellt i form av en fyrfältsmatris, som ger fyra tillstånd, och som anger ytterligheterna *hög* respektive *låg efterfrågan av effekt*, samt *hög* respektive *låg överföring*. Efterfrågan anger framförallt årstidsvariationer. Överföring beskriver kraftöverföringen från nord till syd på storkraftnätet, och är därmed nära kopplad till vattenkraftsproduktionen i norra Sverige. Storleken på kärnkraftsproduktionen kan tolkas ur relationen mellan efterfrågan och vattenkraftsproduktion. Ur kombinationen av de olika driftsituationerna är det även möjligt att tolka förhållanden mellan inhemsk produktion, import och export. Vi har däremot valt att avgränsa parametern till att i första hand omfatta inhemska förhållanden.

För parametern *Anläggningstyp* har vi valt generella anläggningstyper som parametertillstånd. Vi har så långt möjligt undvikit att använda specifika beskrivningar av anläggningar, som transformatorstation på en viss anläggningsnivå eller av viss storlek. Detta skulle ge ett för detaljerat resultat med risk för att möjligheten till generaliseringar går om intet. För produktion har vi valt *vattenkraft*, *kärnkraft*, *värmekraft* och *störningsreserv*. Beträffande överföring har vi valt följande typanläggningar: *produktion/transmission utland*, *luftledning*, *kablar*, *transformatorstationer* och *kopplingsstationer*. Dessutom ingår *driftcentraler*, *kommunikation* och *personal*. För samtliga anläggningstyper avses anläggningens huvudfunktion, t ex transformeringsfunktionen för transformatorstationer och inte den kopplingsfunktion som alltid ingår i den fysiska anläggningen. Med produktion/transmission utland avses i första hand utlandsförbindelserna för elöverföring. Driftcentraler omfattar centraler både för nät och för produktion, däremot inte de centraler som ingår i enskilda produktionsanläggningar. Totalt omfattar parametern tolv olika parametertillstånd.

Parametern *Anläggningsnivå* har definierats efter kraftledningarnas anslutningsspänning, inte efter geografiska kriterier. Med *stamnät* har vi avsett 220 – 400 kV, *regionnät* 40 – 130 kV, *lokálnät* 12-24 kV och med *lågspänningsnät* <1kV.

3.1.3 Konsekvenser

Arbetsfrågans delar ”som på något sätt” och ”drabbar någon/något” har expertgruppen valt att beskriva med följande parametrar:

- Elstörningens karaktär
- Elstörningens geografiska utbredning och
- Elberoende samhällsverksamhet.

De två första svarar mot elstörningens omfattning i tid och rum, medan den tredje svarar på vem/vad som drabbas.

Parametern *elstörningens karaktär* anger störningens omfattning i tidsintervall: <1 timme, 1-6 timmar, 6-24 timmar, 24 timmar-1 vecka, 1-4 veckor, >1 månad samt oregelbundet återkommande avbrott. Gränserna för intervallen har expertgruppen bland annat valt utgående från de tidpunkter då problem vanligen uppstår inom olika verksamheter. Verksamheter med kontinuerligt elbehov drabbas direkt vid en störning. Efter några timmar drabbas exempelvis vissa avloppsreningsanläggningar. Omsorg om äldre och sjuka utsätts redan under de första timmarna för påfrestningar. Efter 24 timmar betalar många nätföretag ersättning till elanvändarna, vilket är en anledning till att den tidpunkten är intressant. Totalt omfattar parametern sju olika parametertillstånd.

Parametern *elstörningens geografiska utbredning* innefattar flera olika aspekter. Den beskriver elstörningens omfattning avseende drabbad yta, bebyggelsestruktur, antal människor och beaktar i viss mån krishanteringsnivå och kapacitet för att hantera en störning. Den indelning som har valts är *lokal landsbygd*, *lokal tätort*, *regional* respektive *nationell*. Med lokal landsbygd avses landsbygd inom kommun eller mindre, med lokal tätort städer av olika storlek samt del av större kommun eller hel kommun. En region omfattar städer från ca 100 000 invånare och uppåt samt områden med flera ingående kommuner. Nationell utbredning behöver inte omfatta hela nationen, utan definieras som störningar som drabbar flera regioner.

De verksamheter som drabbas av en elstörning och som ger allvarliga konsekvenser för samhället har preciserats och beskrivits i parametern *elberoende samhällsverksamhet* med tretton olika tillstånd. Dessa tretton verksamheter har bedömts viktiga, vilket däremot inte innebär att hela deras verksamhet är prioriterad. Nedan anges de verksamheter som projektet framhållit. Varje enskild verksamhet måste analysera vilka av dess delar som är av stor vikt för samhället och i vilken omfattning de är elberoende. De samhällsviktiga verksamheterna är följande:

- Värme och el för hushåll
- Akutsjukvård
- Vård och omsorg
- Räddningstjänst
- Ordning och säkerhet
- 112-larm
- Information och kommunikation inklusive ledning
- Kommunalteknisk verksamhet
- Livsmedelsförsörjning
- Djurhållning
- Industriell försörjning
- Betalningsförmedling
- Transporter och drivmedel.

3.2 Samband i det morfologiska fältet och framtagande av konfigurationer

Efter att problemet har strukturerats i parametrar och parametertillstånd och det morfologiska fältet har utformats, görs en bedömning av tillståndens inbördes förenlighet. Varje tillstånd har parats ihop med vart och ett av tillstånden inom samtliga övriga parametrar i det morfologiska fältet. För varje sådant par har expertgruppen bedömt om det kan samexistera i ett rimligt scenario eller ej. Bedömningarna har gjorts i nedanstående femgradiga skala:

S (säkerligen): Ja, det är åtminstone i det närmaste nödvändigt att tillstånden existerar samtidigt.

F (förmodligen): Ja, man kan förvänta sig att denna samexistens råder.

- (varken - eller): Tillstånden kan men behöver inte samexistera. Tecknet används även i de fall inget samband finns.

K (knappast): Knappast troligt att tillstånden samexisterar.

X (absolut inte): De två tillstånden kan omöjligen samexistera.

Vid bedömningarna har frågor ställts som "Kan dessa två tillstånd existera tillsammans eller inte?" Frågorna har samlats i bilaga 2. En viktig förutsättning i bedömningsarbetet är att vid varje bedömning endast betrakta de två aktuella parametrarna, så att bedömningen inte belastas med ovidkommande värderingar. I detta arbetssteg inses också vad parametrarna och parametertillstånden verkligen innebär.

Nästa steg är att med datorns hjälp räkna fram konfigurationer som är internt samstämmiga, dvs som enbart innehåller bedömningarna S, F och -. Detta görs genom att ett tillstånd för varje parameter ställs samman i varje tänkbar kombination. Varje sådan kombination utgör en konfiguration. De konfigurationer som slutligen listas är de som inte innehåller några interna motsättningar, och dessa sammanfattar resultatet av studiens sårbarhetsanalys. Totala antalet tänkbara konfigurationer i studiens morfologiska fält är 489 216. Av dessa utgör 37 687 sådana som är helt internt samstämmiga och det är de som används i den fortsatta analysen.

3.3 Diskussion kring problemstruktureringen och det morfologiska fältet

Karaktäristiskt för metoden morfologisk analys är det iterativa arbetssättet. Problemet struktureras successivt - parametrar och parametertillstånd tillkommer och faller ifrån. Nedan beskrivs några av de val som gjorts inom problemstruktureringen.

Syftet med studien har varit att föreslå förändringar i nuvarande säkerhets- och beredskapsarbete i avsikt att åstadkomma en säkrare elförsörjning. Därför utgår studien ifrån dagens elsystem och nuvarande läge i de verksamheter som är elberoende. Diskussionerna inom expertgruppen har även behandlat omvärldsutveckling, internationalisering, teknikutveckling, miljö- och energipolitik mm. Dessa faktorer ingår till del i valda parametrar, och förändringar i dem kan ingå som åtgärdsförslag.

En parameter som beskrev "störd" eller "normal situation" ingick inledningsvis i arbetet. Syftet med en sådan parameter var att framhålla författningar som kan vara tillämpbara i olika situationer. Vi har valt att detta behov av författningsändringar istället behandlas tillsammans med övriga åtgärder. Ytterligare en parameter som tidigare ingick var "årstid". Den ingår nu som en del i parametern "driftsituation".

Andra föreslagna parametrar har varit användarens effektkrav för acceptabel funktion uttryckt i kontinuerligt respektive reducerat behov av el, samt en parameter för bedömning av acceptabla konsekvenser. Den första beskrivs i stället av en kombination av elstörningens karaktär och elberoende samhällsverksamheter. Den andra utgör ett resultat av analysen och ska därför inte ingå som en parameter.

Ansvarsförhållanden har också diskuterats som en möjlig parameter. Dessa frågor är dock mer relevanta vid utformning av möjliga åtgärdsförslag. Ansvar för finansiering av åtgärder ligger utanför studiens syfte.

Kostnadsaspekten har behandlats separat för att inte riskera lösningar i diskussionerna inom expertgruppen vid val av åtgärder. Kostnaderna har diskuterats och bedömts efter preciseringen av åtgärderna avseende användare och elsystem.

3.4 Åtgärder avseende elsystem och elanvändare

Den sista delen av arbetsfrågan ”vad kan göras?” samt fokusfrågans andra del ”Vilka satsningar krävs mot oacceptabla konsekvenser?” (se avsnitt 3.1) visar på vilka åtgärder som kan och bör vidtas inom elsystemet och hos elanvändaren - före, under respektive efter en störning.

Expertgruppen har vid ett flertal tillfällen diskuterat och preciserat olika åtgärdsförslag. Diskussionerna har delvis skett i olika gruppkonstellationer: experter på elsystemet respektive från samhällsviktiga användare samt i blandade grupper. Detta för att både enskilda sakområden ska kunna diskuteras mer ingående, och för att olika idéer ska kunna utbytas och ges en möjlighet att påverka de enskilda sakområdena. Ytterligare en viktig faktor har varit att nå en förståelse för de olika sakområdenas möjligheter och begränsningar. De åtgärdsparametrar som arbetades fram för det ursprungliga morfologiska fältet har utgjort en grund i dessa diskussioner.

Åtgärderna är uppdelade i följande tre grupper:

- Åtgärder för elanvändare
- Åtgärder inom elsystemet samt
- Gemensamma åtgärder.

Åtgärdsförslagen har diskuterats utifrån drabbade samhällsviktiga verksamheter, acceptabla och oacceptabla störningstider samt orsaker. För tidsintervallet 24 timmar-1 vecka har hänsyn även tagits till den geografiska utbredningen, som framförallt har betydelse ur användarens synvinkel. Efter att åtgärderna preciserats har expertgruppen valt vilka av åtgärderna som bör prioriteras med beaktande av de konsekvenser som bedöms vara oacceptabla.

De prioriterade åtgärderna har slutligen kostnadsbedömts av expertgruppen. Kostnadsuppskattningarna utgör bedömningar som expertgruppen ansett vara rimliga och som räknats upp för elsystemet och berörda verksamheter så att de gäller för hela landet. Kostnaderna har redovisats som investeringskostnader och som löpande kostnader. Vi har ansett det viktigt att expertgruppen så långt möjligt varit överens både vad gäller valet av prioriterade åtgärder samt kostnadsuppskattningarna för dessa. Kostnaderna är enbart en redovisning av vad respektive åtgärd bedömts kosta, inte vem som har ansvar för att finansiera åtgärden, se avgränsningarna i avsnitt 2.2.

Gemensamt för alla åtgärder är att de måste förberedast under normal drift. De kan sedan vara lämpliga att använda i olika skeden under en störning. En del åtgärder har bedömts behövas

direkt en störning inträffar, medan andra behövs först när störningen blir mer långvarig. Åtgärderna har följaktligen olika karaktär och indelas i följande grupper:

- Skadeförebyggande/reducerande
- Akut avhjälpande
- Återställande/återuppbyggande.

Åtgärder av förebyggande karaktär minskar känsligheten för störning, antingen genom att eliminera/minska orsaken till störning eller genom att stärka det utsatta systemet. En kraftig röjning av ledningsgator kan exempelvis ses som en åtgärd som minskar orsaken till störning på grund av naturrelaterade orsaker. Genom att införa tydliga regler för vilka krav som gäller vid markarbete kan risken för yttre felhandlingar reduceras. Eliminering av antagonistiska hot ligger däremot utanför denna studies syfte.

Planering inom samhällsviktiga verksamheter för att klara prioriterade uppgifter vid en elstörning är också av skadeförebyggande/reducerande karaktär. Kablifiering av lokal- och lågspänningsnät, hårdare dimensioneringsregler för stamnät, åtgärder enligt ”Informationssäkerhetsstandard⁷” och föreskriften ”Fysiskt grundskydd⁸” samt ökad redundans genom dubbelringar är också skadeförebyggande/reducerande.

Agerande av akut avhjälpande karaktär innebär att genomföra förberedda åtgärder under störningen. Planerad samverkan, beslutade och upparbetade informationskanaler för spridning och utbyte av information är exempel på detta. Reservkraftsåtgärder hos användarna är andra exempel. Tekniska styråtgärder inom elsystemet som innebär möjlighet att prioritera eltillförsel till samhällsviktiga användare är ytterligare exempel.

Till återuppbyggande åtgärder hör givetvis åtgärder som återställer elsystemet och olika verksamheter efter en störning. Exempel på sådana åtgärder är utökad reparationskapacitet och reparationssamordning och -samverkan samt säkring av talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan företag.

De åtgärder som diskuterats avseende elsystem och elanvändare samt de åtgärder som kan betraktas som gemensamma beskrivs närmare i bilaga 4. Prioriterade åtgärder för elanvändare samt kostnader för dessa framgår av bilaga 5. Expertgruppens val av prioriterade åtgärder inom elsystemet indelade efter störningstid framgår av bilaga 6. Samtliga åtgärder och kostnader, redovisas i bilaga 7.

⁷ Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99.

⁸ Fysiskt grundskydd, Vägledning, Svenska Kraftnät, Svensk Energi.

4. GRÄNSER FÖR OACCEPTABLA KONSEKVENSER

De konfigurationer som framtagits i den morfologiska analysen har analyserats utifrån olika kombinationer av parametrar. Vi har använt olika frågor som ett medel för att driva analysen framåt. Mest centrala är studiens fokusfrågor:

- Vilka konsekvenser är acceptabla respektive oacceptabla i olika situationer?
- Vilka satsningar krävs mot oacceptabla konsekvenser?

Frågorna har brutits ned i en rad delfrågor som hänger samman med olika aspekter av konsekvenserna. Exempel på sådana frågor är följande:

- Vilka störningstider är oacceptabla? För vilka verksamheter? För vilka utbredningar?
- Påverkar orsaken till elstörningen acceptansen för störningstiden?
- Vilka störningstider är i så fall oacceptabla beroende på orsak till elstörning?
- Går det att finna en gemensam struktur mellan olika orsaker och störningstider?

Den viktigaste aspekten vad gäller konsekvenser av ett elavbrott visade sig vara störningstiden, det vill säga hur länge en elstörning pågår. Därefter var, sett ur användarens perspektiv, elstörningens geografiska utbredning intressant. Sett ur elsystemets perspektiv, är orsaken till avbrottet den avgörande faktorn för vilka störningstider och utbredningar som är oacceptabla.

Var går då gränserna för oacceptabla störningstider, dvs hur snabbt ska en elstörning kunna klaras av? För att finna dessa gränser har en generell beskrivning använts för vad som ska kunna hanteras och när: Störningstid X på grund av orsak(er) Y som drabbar verksamhet(er) Z är inte acceptabel från samhällets synpunkt och måste kunna hanteras (före/under/efter).

Med hjälp av denna mall har expertgruppen bedömt vilka störningsintervall som kan betraktas som oacceptabla för de olika samhällsviktiga verksamheterna. Bedömningarna har gjorts utifrån ett samhällsperspektiv, dvs: När ger störningarna allvarliga konsekvenser ur samhällets synvinkel? Vidare har expertgruppen bedömt vilka störningstider som betraktas som oacceptabla för olika orsaker. Ekonomiska skador genom exempelvis produktionsbortfall anser vi i allmänhet inte ge allvarliga samhällskonsekvenser, varför sådana inte har beaktats. I bilaga 3 finns en sammanställning av expertgruppens bedömningar avseende acceptabla och oacceptabla konsekvenser vad gäller störningstid, verksamhet och orsak.

4.1 Oacceptabel störningstid och geografisk utbredning

Utifrån det morfologiska fältet och diskussionerna kring detta har vi valt att inrikta analysen på störningars olika tidsintervall och geografiska utbredningar. En rad samhällsviktiga verksamheter har diskuterats i arbetet. Analysen har handlat både om att finna gränserna för vad som är möjliga/rimliga krav på återställningstid för elsystemet och vilka störningstider som är kritiska för olika verksamheter. Utifrån det morfologiska fältet diskuterade expertgruppen vilka tider som bedömdes vara kritiska.

Expertgruppen har bedömt att störningar kortare än 6 timmar inte leder till allvarliga konsekvenser för samhället. Allvarliga, eller t o m mycket allvarliga, konsekvenser bedöms dock kunna uppkomma för olika verksamheter i sig⁹. Men expertgruppen har enats om att detta måste åligga respektive användare att hantera, samtidigt som samhället bör kunna ställa krav på när eller hur länge en verksamhet ska kunna upprätthållas vid ett elavbrott.

⁹ Konsekvenser av elavbrottet i Sverige den 23 september 2003, Energimyndigheten, 2004-01-15.

Störningar längre än en månad har inte studerats särskilt, eftersom sådana i stort sett har bedömts kräva samma åtgärder som störningar i intervallet 1-4 veckor. Dessutom har expertgruppen gjort bedömningen att inga orsaker kan tillåtas ge så långa avbrott.

Metoden morfologisk analys kräver att antalet behandlade parametrar och parametertillstånd inte är för många, vilket i detta fall har inneburit att antalet tidsintervall har begränsats, se avsnitt 3.1.3. I analysen har det visat sig att speciellt intervallet 24 timmar-1 vecka var väl långt och att en uppdelning hade varit lämplig.

Störningens geografiska utbredning innebär olika konsekvenser beroende på om störningen inträffar i tätort, på landsbygden eller om störningen har regional eller nationell utbredning. För vissa verksamheter innebär en lokal elstörning inga större problem, utan allvarliga konsekvenser uppstår först vid regional eller nationell utbredning. För andra verksamheter fås allvarliga konsekvenser redan vid en lokal elstörning som är långvarig. Av tabell 4.1 framgår expertgruppens bedömningar.

Tabell 4.1 Gränser för oacceptabla störningstider för samhällsviktiga verksamheter.

Störningsintervall	Samhällsviktiga verksamheter	Gräns för oacceptabel störningstid samt kommentarer
6-24 timmar	Vård och omsorg Kommunalteknisk verksamhet Mobiltelefoni (inom information och kommunikation inklusive ledning)	Gränsen för oacceptabel störningstid har bedömts vara 6 timmar för <i>dess tre verksamheter</i> .
24 timmar – 1 vecka	Värme och el för hushåll Akutsjukvård (inkl vårdcentraler) 112-larm (nationell utbredning) Ordning och säkerhet (regional och nationell utbredning) Information och kommunikation inklusive ledning Djurhållning Räddningstjänst (nationell utbredning) Livsmedelsförsörjning (regional och nationell utbredning) Betalningsförmedling Transporter och drivmedel Viss industriell försörjning (regional och nationell utbredning)	För <i>värme och el för hushåll</i> och <i>akutsjukvård</i> bedöms gränsen för oacceptabel störningstid vara 24 timmar. För <i>de övriga verksamheterna</i> varierar känsligheten och kan även vara beroende på årstid. Vår bedömning är att gränsen för de flesta verksamheterna är ett par dygn.
1-4 veckor	Räddningstjänst (regional utbredning) Industriell försörjning Ordning och säkerhet Livsmedelsförsörjning 112-larm	Gränsen för oacceptabel störningstid bedöms ligga närmare den undre gränsen än den övre.

4.2 Oacceptabel störningstid beroende på orsak

Ur samhällets perspektiv är orsaken till en störning relativt störningstiden intressant. Orsaken till störningen bedöms påverka huruvida samhället kan acceptera en elstörning av en viss längd. Expertgruppen har därför bedömt vilka störningstider som ansetts oacceptabla beroende på orsak. Dessa bedömningar har samlats i tabell 4.2.

Tabell 4.2 Gräns för oacceptabla störningstider för olika orsaker och geografiska utbredningar

Orsak	Störningens utbredning (N=nationell, R=regional, L=lokal)	Gräns för oacceptabel störningstid
Tekniskt fel	N	3 tim
Tekniskt fel	R, L	6 tim
Felhandlingar	N, R, L	6 tim
Yttre angripare, liten kapacitet	N, R, L	6 tim
Insider, liten kapacitet	N, R, L	6 tim
Insider, stor kapacitet	N, R	6 tim
Insider, stor kapacitet	L	1 dygn
Svåra naturrelaterade händelser ¹⁰	N, R, L	1 dygn
Extrema naturrelaterade händelser	N	3 dygn
Extrema naturrelaterade händelser	R, L	1 vecka
Yttre angripare, stor kapacitet	N, R, L	1 vecka

Inom projektet har bedömts att störningar kortare än 6 timmar inte leder till allvarliga konsekvenser för samhället, se avsnitt 4.1. Trots detta har expertgruppen bedömt att en störning på grund av tekniskt fel och med nationell utbredning inte får vara längre än 3 timmar.

Av tabellen framgår att störningar tolereras under längre tid vid mindre omfattande geografisk utbredning, om orsaken är tekniska fel, insider med stor kapacitet eller extrema naturrelaterade händelser.

Noteras bör att den morfologiska analysen visat att vissa kombinationer av orsaker och utbredningar bedömts vara mindre troliga. I bedömningarna i tabell 4.2 har ingen hänsyn tagits till dessa begränsningar.

4.3 Slutsatser för fortsatt analys

De oacceptabla störningstider som redovisas i detta kapitel utgör grund för en fortsatt analys av de konsekvenser som måste kunna hanteras. Bör konsekvenserna hanteras med åtgärder inom elsystemet, hos elanvändarna eller hos båda?

Expertgruppen har enats om att det åligger respektive verksamhetsansvarig att hantera situationer med elstörningar upp till tidsgränsen 6 timmar. Om det uppstår allvarliga problem inom den tiden, måste det alltså vara verksamhetens eget ansvar att hantera detta, exempelvis genom alternativ till ordinarie elförsörjning. Exempel på åtgärder är att anskaffa avbrottsfri kraft¹¹, reservkraft eller att verksamheten bedrivs på alternativt sätt. Ju mer tidskritisk en verksamhet är, desto större är behovet av egen elförsörjningskapacitet eller ett alternativt bedrivande av verksamheten.

För de tre mest tidskritiska verksamheterna gäller att gränsen för oacceptabel störningstid är 6 timmar. Den tiden är kortare än den störningstid som bedömts vara acceptabel för flera av orsakerna: naturrelaterade händelser, insider med stor kapacitet (vid lokal utbredning) och yttre angripare med stor kapacitet. För återstående verksamheter har expertgruppen bedömt att deras oacceptabla störningstid, 24 timmar till ett par dygn, är kortare än den störningstid som bedömts vara acceptabel för orsakerna extrema naturrelaterade händelser och yttre angripare med stor kapacitet. Detta sammantaget innebär att alla verksamheter måste betraktas som utsatta, om än i olika grad, och att åtgärder behöver vidtas.

¹⁰ 10-årshändelse.

¹¹ Exempelvis UPS, uninterruptible power supply, dvs avbrottsfri tillförsel av el av god kvalitet.

5. RESERVKRAFT HOS SAMHÄLLSVIKTIG VERKSAMHET

Projektet har genom den morfologiska analysen studerat olika samhällsviktiga verksamheters behov av el. Åtgärder hos användarna för att hantera elstörningar kan, enligt expertgruppen, indelas i tre områden: *planering och övning*, *samverkan* och *reservkraft*. Detta kapitel fokuserar på reservkraft hos användarna, medan åtgärder i de övriga två områdena behandlas utförligare i kapitel 7. I avsnitt 5.1 och 5.2 diskuteras allmänt kring behovet av reservkraft och möjliga sätt att uppfylla det. Avsnitt 5.3 redovisar respektive samhällsviktig verksamhets behov av reservkraft samt kostnader för detta.

5.1 Olika reservkraftslösningar

Tillgång till reservkraft är viktig för samhällsviktiga verksamheter som måste försörjas med el tills den ordinarie elförsörjningen är återställd. Reservkraft till användarna kan lösas på principiellt två olika sätt:

- stationär reservkraft eller
- mobil reservkraft och förberedda anslutningar.

Stationär reservkraft förutsätts i allmänhet vara olika typer av reservkraftsaggregat, men kan också vara batterier. Batteridrift kan genomföras så att övergången från ordinarie elförsörjning till reservlösningen sker helt utan avbrott.

Reservkraft kan användas för att driva verksamheten i full skala eller i reducerad omfattning, för nödkraft, eller för att kunna stänga ner verksamheten på ett kontrollerat sätt. Reservkraften kan också användas för att ersätta den ordinarie elförsörjningen om denna måste kopplas bort.

Stationära aggregat är lämpliga där reservkraft behöver gå in relativt snabbt efter ett avbrott, exempelvis på sjukhus, inom vissa kommunaltekniska anläggningar och inom telekommunikationer. En stationär lösning kan också vara aktuell då storleken på reservkraften är omfattande eller då verksamheten ligger avlägset. Lösningen att alla har egen stationär reservkraft blir dock mycket dyr. Detta kräver nämligen ett stort antal aggregat och även ett betydande underhåll. Den stationära reservkraften fordrar dessutom relativt stora utrymmen och bygglov vid placering utomhus.

Mobila aggregat kan vara lämpliga att använda för objekt som är små eller där verksamheten ofta flyttas. Användande av sådana reservkraftsaggregat innebär att antalet aggregat kan begränsas genom att de kan flyttas dit de behövs. De mobila reservkraftsaggregaten kräver att man förbereder anslutningar i de byggnader som kan komma att behöva reservkraft. Fördelar med mobila aggregat är att de inte kräver bygglov och att de innebär en viss flexibilitet i nyttjandet. En nackdel med dem är att de måste transporteras, och därmed har längre uppstarttid än de stationära aggregaten. Vid längre användning ställer de också större krav på bränsletransporter.

Många samhällsviktiga verksamheter är beroende av att elförsörjningen inte bryts. Vissa tål inte ens frekvensstörningar och ”spänningsdippar” innan det uppstår problem. För att undvika problem måste därför dessa användare installera någon form av avbrottsfri reservkraft, som UPS¹² eller andra lösningar som momentant går in då strömmen fallerar. Valet av batterikapacitet och drifttid beror på om funktionen bara ska kunna stängas kontrollerat eller om batterierna ska fungera tills reservkraft installerats.

¹² UPS, uninterruptible power supply, dvs avbrottsfri tillförsel av el av god kvalitet.

En intressant lösning som skulle innebära en minskning av antalet reservkraftsaggregat är att sammankoppla samhällsviktiga elanvändare i ett eget reservkraftnät. Det alternativ som expertgruppen främst diskuterat, och som inte finns utbyggt i dagsläget, innebär att 3-4 användare kopplas samman kring ett gemensamt reservkraftsaggregat. Användarna bör finnas inom en radie på 100-150 m och anslutas till ett aggregat på ca 500 kVA¹³. Dessa så kallade reservkraftsöar skulle kunna tillhandahållas av elföretagen eller byggas upp av användarna själva. Permanenta reservkraftsöar, som tillhandahålls av elföretagen, skulle kunna vara en lösning för att sälja kraft till de användare som är särskilt elberoende. Detta alternativ till reservkraftsförsörjning bör studeras vidare.

Vilken typ av reservkraft, eller vilken kombination av olika reservkraftsalternativ, som är lämplig varierar för olika verksamheter, olika typer av objekt och olika (geografiska) områden. En maximal dimensionering med stationär reservkraft för alla samhällsviktiga verksamheter blir kostsam. Ett alternativ till detta är att ha stationär reservkraft för de användare som så kräver, och förse övriga med anslutningar för mobil reservkraft. Detta kompletteras då med ett antal mobila aggregat på lokal nivå samt med ytterligare aggregat på regional nivå. Vid ett längre avbrott i en region har expertgruppen bedömt att mobila aggregat kan hämtas från ej drabbade områden. Denna reducerade lösning innebär dock ett risktagande, eftersom ett långvarigt avbrott med stor geografisk utbredning inte kan hanteras fullt ut.

Såväl stationära som mobila aggregat kräver efter en viss tid bränsletransporter. Mobila aggregat kräver bränslepåfyllning efter 6-9 timmar, medan stationära kan ha tankar för 3-7 dygn. Vid en kraftig satsning på mobil reservkraft blir det därför särskilt viktigt att planera bränsletransporter och bedöma bränsletillgång. Vid drift kräver aggregaten regelbunden tillsyn. Utplacering, omflyttning, tillsyn och tankning kräver mycket personal. Ett annat problem kan vara tillgång till fordon för att flytta de mobila aggregaten. Vid en större elstörning kan det uppstå brist på personal med elkompetens. Personalen riskerar också att bli utarbetad så att misstag kan begås och olyckor inträffa. Reservkraftaggregaten är dessutom stöldbegärliga, vilket märktes vid kabelbranden i Kista och vid isstormen i Kanada¹⁴. Detta innebär ett behov av bevakningspersonal.

Vid val av reservkraftaggregat, och särskilt mobila sådana, framträder ett flertal frågor, som var aggregaten ska magasineras, vem som ska ansvara för dem administrativt och svara för provning, underhåll och eventuella moderniseringar/utbyten. En del verksamheter, som kommunalteknisk försörjning, föredrar troligen att "äga" aggregaten själva då de har erforderlig kunskap, medan andra kan föredra någon annan ansvarig, eftersom den kunskap som krävs ligger långt från den egna verksamheten.

5.2 När behövs reservkraft?

I analysen har expertgruppen bedömt tidsgränser för när en elstörning kan innebära samhällskritiska konsekvenser, se kapitel 4. Av dessa är det tre tidsgränser som är speciellt intressanta för användarnas behov av reservkraft: 6 timmar, 24 timmar och 1 vecka.

För några av verksamheterna uppstår dock problem redan innan elstörningen varat 6 timmar. I vissa kommuner störs vatten- och avloppshanteringen allvarligt redan efter några timmar. Detsamma gäller för mobiltelefonin, då den i stor utsträckning saknar reservkraft/avbrottsfri kraft. Även verksamheter inom vård och omsorg kan komma att uppvisa problem inom denna tid. Exempelvis måste vissa storkök fungera, då de levererar mat till äldreboenden. Det är

¹³ Av säkerhetsskäl (utlösningsvillkor) kan avstånden inte vara längre.

¹⁴ *Isstormen i Kanada*, Totalförsvarets Forskningsinstitut, maj 2001, FOI-R--0103--SE.

viktigt att dessa verksamheter själva kan hantera de första sex timmarna av en elstörning. Denna tid anses av expertgruppen vara varje verksamhets eget ansvar, eftersom den störningstiden inte har bedömts leda till samhällsallvarliga konsekvenser.

5.2.1 Reservkraft efter 6 timmars elstörning

I intervallet 6-24 timmar återfinns de tre verksamheter som först får problem vid en elstörning. Dessa är *vård och omsorg*, *vatten- och avloppshantering* inom kommunal teknisk verksamhet, samt *mobitelefont* inom information och kommunikation inklusive ledning. Vilka problemen blir för dessa verksamheter och svårigheternas omfattning beror bland annat på vid vilken årstid, väderlek och tid på dygnet störningen inträffar. Reservkraft behövs för de delar av verksamheten som måste fungera.

Inom vård och omsorg kan verksamheten i skolor och daghem fortgå en viss tid och i viss utsträckning innan lokalerna blir utkylda, dvs på dagtid. Personer som vårdas på äldreboende och liknande är normalt mer känsliga för temperatursänkningar än andra. Vid de situationer då elstörningen pågår länge finns möjlighet att genomföra omflyttningar, koppla in reservkraft osv. Reservkraft behövs framförallt till kommuners olika äldreboenden och till vårdcentraler.

Kommunal teknisk verksamhet kan få problem redan efter 3-4 timmar beroende på att delar av vattenförsörjningen och avloppshanteringens är känsliga för elavbrott. Reservkraft för dessa finns i viss utsträckning, men behöver utökas. Att driva all kommunal teknisk verksamhet i samma omfattning som normalt är däremot inte rimligt. Reservkraft behövs framförallt till pumpar för vatten- och avloppsdistributionen och för vissa delar av vatten- och avloppsreningsprocesserna.

Telekommunikationer, inklusive mobitelefont, har stor betydelse vid elstörningar, dels för olika samhällsviktiga verksamheter, dels för elföretagens möjligheter att återupprätta elförsörjningen. För mobitelefontin uppkommer dock problem redan efter några timmar då den i stor utsträckning saknar reservkraft.

5.2.2 Reservkraft efter 24 timmars elstörning

Då elstörningen varar längre än 24 timmar är det fler samhällsviktiga verksamheter som drabbas allvarligt. Betydelsen av störningens utbredning blir nu större än vid de kortare avbrotten.

Förutom de redan drabbade verksamheterna tillkommer värme och el för hushåll, akutsjukvård, 112-larm, ordning och säkerhet, övrigt inom information, kommunikation inklusive ledning, djurhållning, räddningstjänst, livsmedelsförsörjning, betalningsförmedling, transporter och drivmedel och viss industriell försörjning. Vissa av verksamheterna har regional och/eller nationell utbredning, se tabell 4.1. Gemensamt för samtliga dessa verksamheter är att prioriterade delar behöver försörjas med el, exempelvis via reservkraft, om inte verksamheten kan genomföras på annat sätt eller flyttas.

En komplikation som uppstår vid långa elstörningar är bränsletransporter, underhåll och reparationer av reservkraftsaggregaten. Om man väljer mobila reservkraftsaggregat ställs än större krav på planering och genomförande av bränsletransporter.

5.2.3 Reservkraft efter 1 veckas elstörning

En elstörning som varar längre än en vecka innebär stora problem för alla beaktade samhällsviktiga verksamheter. Vid en så lång elstörning blir behovet av reservkraft än mer accentuerat och i dess kölvatten ökar behovet av bränsletransporter, underhåll och reparationer av reservkraftsaggregat.

Det är viktigt att beakta att expertgruppen bedömt att inga orsaker är acceptabla som innebär en störningstid längre än en vecka. Avsikten med de åtgärder som föreslås för elsystemet är att på olika sätt förebygga att det uppstår så långa elstörningar, se kapitel 6.

5.3 Reservkraft hos samhällsviktiga verksamheter

De samhällsviktiga verksamheter som studerats i den morfologiska analysen är av olika karaktär och drabbas på olika sätt av en elstörning. De är olika känsliga för störningstid, för elstörningens utbredning mm. Nedan följer en redovisning av de tretton verksamheternas behov av framförallt reservkraft samt expertgruppens bedömning av kostnaderna för detta. Förslagen till åtgärder kommer både från FOI projektgrupp och från expertgruppen. För flera verksamheter lämnas flera alternativ på reservkraftens omfattning. Faktauppgifter och utgångspunkter för beräkningarna och kostnadsbedömningarna redovisas i bilaga 5. Beräkningarna av reservkraft grundar sig för några av verksamheterna på uppgifter från Uppsala kommun¹⁵ och från en KBM-enkät¹⁶. Dessa underlag har sedan räknats upp för landet som helhet, se underbilagor 5a och 5b.

I expertgruppen har det inte funnits representanter för alla verksamheter. Av detta skäl har inte alla verksamheter kunnat studeras i samma omfattning. För några av de orepresenterade verksamheterna har underlag hämtats in under arbetets gång, för några har detta inte varit möjligt inom ramen för studiens pressade tidsplan. Vad som gäller framgår under respektive verksamhet nedan.

Flera av verksamheterna har idag reservkraft i viss utsträckning. För en del verksamheter har vi beaktat den befintliga reservkraften, för andra verksamheter har expertgruppen valt att inte beakta den då kvaliteten bedömts vara osäker. Detta kan leda till att kostnadsbedömningarna i vissa fall ligger något i överkant. Vilken hänsyn som tagits till befintlig reservkraft framgår under respektive rubrik.

I tabellerna nedan använder vi termen *100 % täckning*. Med det avses endast att de delar av verksamheten som expertgruppen bedömt vara prioriterade fullt ut försörjs med reservkraft. 100 % täckning innebär alltså *inte* att hela verksamheten förses med reservkraft.

För samtliga verksamheter gäller att planering och övning för att hantera en elstörning är viktig. Detta bör ingå i den ordinarie verksamheten. Speciellt viktigt är det att planera för alternativa sätt att bedriva eller omflytta verksamheten.

5.3.1 Kommunalteknisk verksamhet

De delar av den kommunaltekniska verksamheten som betraktats som samhällsviktiga är framförallt vattenförsörjning och avloppshantering samt fjärrvärme.

Värme har bedömts bli ett problem efter 24 timmars elstörning och behövs i första hand för bostäder samt verksamheten vård och omsorg. Fjärrvärme måste betraktas som prioriterad och torde kräva viss reservkraft för produktion och distribution. Om uppvärmning ska fungera krävs reservkraft även för pumpar i fastigheter. Expertgruppen har dock inte haft möjlighet att behandla värmefunktionen inom tidsramen för denna studie. Vi har därför valt att inte lämna

¹⁵ *Kommunal Riskanalys sårbarhet 1992*. Förslag till åtgärder för minskad sårbarhet i den kommunala tekniska försörjningen. September 1993.

¹⁶ *Kartläggning av reservkraft för särskilda boendeformer för äldre*, KBM, Dnr 0410/2003.

förslag på åtgärder. Behovet av reservkraft för fjärrvärme bör studeras vidare och kopplas till studier som pågår på annat håll.

Att driva all kommunalteknisk verksamhet i samma omfattning vid svåra störningar som normalt är inte rimligt. Det är viktigt att veta vilka delar som oundgängligen måste fungera, för att allvarliga följdproblem ska undvikas. Kommunalteknisk verksamhet kan få problem redan efter 3-4 timmar, beroende på att delar av vattenförsörjningen och avloppshanteringen, främst reningsbäddar och pumpar, är känsliga för elstörningar. Den dimensionering av reservkraft som expertgruppen har gjort grundar sig på underlag från Uppsala kommun, se bilaga 5. Stationär reservkraft finns idag i varierande omfattning och bedöms behöva utökas. Enligt uppgift från Livsmedelsverket¹⁷ finns idag i många fall reservkraft vid kommunens största vattenverk. Statusen på reservkraften bedöms dock vara mycket ojämn, varför vi inte har beaktat den i dimensioneringen. Detta medför att kostnadsuppskattningarna kan ligga i överkant.

En hundra procentig täckning med reservkraft kan uppnås på olika sätt, och två beräkningar presenteras i tabell 5.1. I den ena utgår beräkningarna från enbart stationära aggregat, i den andra hälften vardera av stationära och mobila aggregat. Mobila reservkraftsaggregat kan vara en lämplig lösning för mindre objekt och för objekt som drabbas av problem först vid ett längre avbrott. Alla anläggningar som ska försörjas med mobil reservkraft måste utrustas med anslutningar.

Tabell 5.1 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder för vatten- och avloppsanläggningar, 100 % täckning.

Åtgärd	Stationära 100 % Investeringskostnad Mkr	Stationära 100 % Underhållskostnad Mkr/år	Stationära 50 % Mobila 50 % Investeringskostnad Mkr	Stationära 50 % Mobila 50 % Underhållskostnad Mkr/år
Stationär reservkraft	1 351	32	739	16
Förberedd anslutning	-	-	53	-
Mobil reservkraft	-	-	422	16
Summa	1 351	32	1 214	32

Expertgruppen har bedömt att det torde vara tillräckligt att antalet mobila aggregat motsvarar behovet vid en elstörning som omfattar ett par regioner. Gruppen har därför enats om ett alternativ med ett reducerat antal mobila aggregat, se tabell 5.2. Antalet anslutningar för mobil kraft reduceras däremot inte. Hälften av behovet täcks fortfarande av stationära aggregat.

Tabell 5.2 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder för vatten- och avloppsanläggningar, reducerat antal mobila aggregat.

Åtgärd	Investeringskostnad Mkr	Underhållskostnad Mkr/år
Stationär reservkraft	739	16
Förberedd anslutning	53	-
Mobil reservkraft	120	5
Summa	912	21

¹⁷ Christina Nordensten, Livsmedelsverket, uppger att det idag finns reservkraft vid det största vattenverket i 201 kommuner av 289 och att ytterligare 20 kommuner har reservkraft till annat vattenverk än det största (telefonsamtal 2004-01-19).

5.3.2 Vård och omsorg

Vård och omsorg omfattar den vård som ligger på kommunens ansvar som skolor, daghem, vårdhem etc. Inom vårdhem inryms också ofta produktionskök. För vårdcentraler se under rubrik akutsjukvård, avsnitt 5.3.4.

Aktiviteter i skolor och daghem kan i viss utsträckning fortgå en viss tid innan lokalerna blir utkylda, samt under dagtid. Personer som vårdas på äldreboende och liknande kan vara känsliga för temperatursänkningar, vilket snabbt kan innebära problem. Vid situationer med långa elstörningar måste det finnas möjligheter att omflytta personer med vårdbehov till en grannkommun eller till andra vårdhem, koppla in reservkraft osv.

Dimensioneringen avseende reservkraft för verksamheten vård och omsorg grundar sig på underlag från en KBM-enkät avseende äldreboende¹⁸, se bilaga 5. Expertgruppen har lämnat två förslag, ett 100 % alternativ bestående av lika delar stationära och mobila reservkraftsaggregat, samt ett reducerat alternativ där de mobila aggregaten har reducerats med hälften, vilka förutsätts fördelas jämnt efter befolkningstäthet, se tabell 5.3. Antalet anslutningar för mobil kraft reduceras inte.

Enligt KBMs enkät innehar drygt 10 % av de enheter som lämnat underlag stationär reservkraft¹⁹. Dess status är dock okänd av expertgruppen, varför aggregaten inte har beaktats i dimensioneringen. Detta medför att kostnadsbedömningarna kan ligga i överkant. Antalet anslutningar för de mobila aggregaten har dock reducerats med idag befintliga anslutningar enligt KBMs undersökning²⁰.

Tabell 5.3 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder inom vård och omsorg, 100 % täckning, samt ett alternativ med reducerat antal mobila aggregat.

Åtgärd	Stationära 50 % Mobila 50% Investeringskostnad Mkr	Stationära 50 % Mobila 50 % Underhållskostnad Mkr/år	Reducerat alternativ Investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Underhållskostnad Mkr/år
Stationär reservkraft	797	17	797	17
Förberedd anslutning	39	-	39	-
Mobil reservkraft	570	17	285	9
Summa	1 406	34	1 121	26

Expertgruppen diskuterade trygghetslarmens elberoende. De används av patienter på vårdhem, av handikappade i den egna bostaden mm. De trygghetslarm som finns idag är utrustade med batterier för minst 2 timmar och kapaciteten förbättras successivt. Totalt i Sverige har ca 200 000 personer trygghetslarm. Kritiskt för larmmöjligheterna är beroendet av telekommunikationer.

¹⁸ Uppskattade siffror utifrån KBMs "Kartläggning av reservkraft för särskilda boendeformer för äldre" Dnr 0410/2003.

¹⁹ 127 enheter har i enkäten uppgivit att de har stationär reservkraft, vilket motsvarar ca 5 % av totala antalet enheter i landet.

²⁰ 367 enheter har i enkäten uppgivit att de har anslutningar för mobila aggregat.

5.3.3 Information och kommunikation inklusive ledning

Verksamheten omfattar telekommunikationer, information via radio, tv och tidningar samt ledningsfunktionen.

Telekommunikationer, inklusive mobiltelefoni, har en central betydelse vid elstörningar både för elföretagens möjligheter att återupprätta elförsörjningen och för olika samhällsviktiga verksamheter. Expertgruppen har bedömt att en rimlig gräns för telefoni är att den ska fungera med egna reserver i minst 6 timmar. Redan efter några timmar uppkommer dock problem för mobiltelefonin, då den avbrottsfria kraften är otillräcklig. Investering i avbrottsfri kraft krävs därför. Även stationär reservkraft krävs för mobiltelefoninäten. Den fasta telefonin bedöms klara sig relativt bra vid ett avbrott, men investeringar i reservkraft bedöms behövas för konzentrorer. Expertgruppen föreslår inget reducerat alternativ. I tabell 5.4 sammanställs den reservkraft som expertgruppen har bedömt krävas utöver nu befintliga reserver.

Radio- och TV-produktion samt -distribution bedöms av expertgruppen ha egen stationär reservkraft i tillräcklig omfattning. Tidningsproduktion har i allmänhet reservkraft, däremot inte tryckerier. Möjligheter att trycka bedöms finnas utanför drabbade områden. Alternativt kan man trycka en tunnare tidning, vilket innebär att även små tryckerier kan användas. Under tiden får man lita till främst radio för informationsspridning. En sms-tjänst kan vara ett annat sätt att sprida information. Denna begränsas dock för närvarande av mobiltelefonernas batterikapacitet samt av mobiltelenätens brist på reservkraft.

Ledningsfunktionen, som finns på olika beslutsnivåer exempelvis inom kommunen, kan i viss mån omflyttas och upprättas på platser med elförsörjning. Den är framförallt beroende av fungerande kommunikationer. Ledningsfunktionen bedöms därför inte vara i behov av ytterligare reservkraft. Regionala och nationella ledningscentraler med reservkraft förbereds av KBM och områdesansvariga myndigheter.

Tabell 5.4 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder inom information och kommunikation inklusive ledning, 100 % täckning.

Åtgärd	Stationära 100 % Investeringskostnad Mkr	Stationära 100 % Underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft till mobiltelenäten	200	-
Stationär reservkraft till mobiltelefoninäten	1 080	70
Stationär reservkraft till konzentrorer i det fasta telenätet	200	10
Summa	1 480	80

5.3.4 Akutsjukvård²¹

I verksamheten akutsjukvård ingår i projektet akutsjukhusen. Den verksamhet som måste fungera är akuta operationer och övrig akut vård.

Enligt Socialstyrelsens rekommendationer bör akutsjukhusen, för att klara avbrott i elförsörjningen, ha egen stationär reservkraft motsvarande helst 100 % eller mer, dock inte mindre än 70 % av maximalt effektuttag²². Detta har lett till att akutsjukvården jämfört med flertalet andra verksamheter har relativt mycket reservkraft installerad. Nuvarande reservkraft är dock inte tillräcklig vid vissa sjukhus och är inte heller utformad för drift under långa avbrott. Expertgruppen har i tabell 5.5 föreslagit stationär reservkraft för akutsjukvården inom landet

²¹ I avsnittet behandlas även primärvården.

²² Det robusta sjukhuset, Socialstyrelsen, 2002.

med målet 100 %, vilket innebär en kostnad på 1,5 Mdkr²³. Vid dimensionering av ny reservkraft bör hänsyn tas till ett framtida ökat elberoende. Reservanordningarna bör installeras för drift under minst en vecka. Något reducerat alternativ föreslås inte.

Vid ett antal sjukhus har ordinarie elförsörjning och reservkraft gemensamma sårbara punkter, som ett primärt fördelningsställe för all utgående elkraft inom sjukhuset. Vid kortslutning i ett ställverk kan detta innebära att all verksamhet slås ut.

Förutom verksamheten på akutsjukhusen bedrivs avancerad sjukvård också på andra platser. Avancerad hemsjukvård innebär att patienten huvudsakligen behandlas utanför sjukhuset. Allt fler patientgrupper bedöms i framtiden komma att vårdas i hemmet. Redan idag vårdas ca 3 000 personer i bostaden. Ansvaret för patienterna kvarstår dock hos den vårdansvarige även vid elstörningar. Åtgärder som omflyttning vid längre elavbrott och investeringar i avbrottsfri kraft fordras därför.

För att inte akutsjukvården ska överbelastas vid ett längre avbrott behöver primärvården, som består av ca 2 000 vårdcentraler, hållas öppen. Primärvården hör egentligen inte till akutsjukvården, men nämns här eftersom den kan utgöra ett stöd för akutsjukvården. För vårdcentralerna krävs förberedda anslutningar för reservkraft och mobila reservkraftsaggregat. Expertgruppen har beräknat ett 100 % samt ett 50 % alternativ, båda med anslutning för samtliga vårdcentraler, se tabell 5.5. I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till eventuell befintlig reservkraft inom vårdcentralerna, då denna ansetts vara marginell. Se även bilaga 5.

Tabell 5.5 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder inom akutsjukhus och vårdcentraler, 100 % täckning, samt ett reducerat alternativ för vårdcentraler.

Åtgärd	100 % täckning Investeringskostnad Mkr	100 % täckning Underhållskostnad Mkr/år	Reducerat alternativ Investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Underhållskostnad Mkr/år
Stationär reservkraft akutsjukhus	1 500	8	1 500	8
Förberedd anslutning vårdcentral	100	-	100	-
Mobil reservkraft vårdcentral	800	30	400	15
Summa	2 400	38	2 000	23

5.3.5 Värme och el för hushåll

Denna verksamhet omfattar hushållens behov av el och värme. Hushållsel används i huvudsak för matlagning, belysning och apparater. Värmen kommer ofta från en värmekälla som i mer eller mindre omfattning är beroende av elförsörjning. Expertgruppen bedömer det som orimligt att enstaka värmepannor i hushållen ska ha reservkraft. Däremot kan el för uppvärmning vara rimligt för flerbostadshus eller hela kvarter. För fjärrvärme, se kommunalteknisk försörjning avsnitt 5.3.1.

Kommunerna är ansvariga för sina invånares överlevnad. Vid en längre elstörning kan kommunen behöva inrätta värmestugor dit folk kan gå för mat och värme. Lokalerna, exempelvis

²³ Karolinska sjukhuset har i 2003 års budget tagit investeringsbeslut på 300 Mkr (av dessa 1,5 Mdkr) för ny reservkraft.

skolor och servicehus med storkök, bör vara förberedda med stationär reservkraft eller anslutningar för mobil reservkraft.

Hushållens egna möjligheter att hantera en elstörning kan förbättras genom information och utbildning. Detta kan uppnås med hjälp av kampanjer som syftar till att höja kunskapsnivån kring beteenden vid elstörningar. Förslagsvis genomförs en kampanj under några år som sedan följs upp med lägre intensitet, se vidare kapitel 7.

Expertgruppen har beräknat två alternativ med mobil reservkraft, 100 % täckning respektive ett reducerat alternativ, se tabell 5.6. Beräkningarna grundar sig på underlag från Uppsala kommun, se bilaga 5. I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till befintlig reservkraft.

Tabell 5.6 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder inom verksamheten värme och el för hushåll, 100 % täckning, samt ett reducerat alternativ.

Åtgärd	100 % täckning Investeringskostnad Mkr	100 % täckning Underhållskostnad Mkr/år	Reducerat alternativ Investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Underhållskostnad Mkr/år
Förberedd anslutning	87	-	87	-
Mobil reservkraft	870	26	250	8
Summa	957	26	337	8

5.3.6 Transporter och drivmedel

Verksamheten omfattar transporter, drivmedelsproduktion och -distribution. En viktig del inom transporter är trafikplanering, -styrning och -samordning. Trafikstyrningen är också beroende av fungerande telekommunikationer. För allt detta krävs reservkraft, vilket finns idag i viss omfattning. I expertgruppen har det inte funnits någon representant från transportsidan. Detta har lett till att gruppen inte har kunnat bedöma denna transportverksamhet och därmed avstår från att lämna några förslag. Behovet av reservkraft bör studeras vidare.

Det är viktigt även vid svåra störningar att det finns möjlighet att tanka fordon, både för olika verksamheter och för privatpersoner. Varje kommun bedöms behöva minst ett tankställe för att kunna upprätthålla sin egen verksamhet i tillräcklig omfattning. I en del kommuner finns redan reservkraftsaggregat på kommunens eget tankställe, men detta har ej beaktats i beräkningarna. Expertgruppen har beräknat stationär reservkraft till 100 % täckning för dessa tankställen, däremot inget reducerat alternativ, se tabell 5.7. I kommuner med fordon som drivs med andra drivmedel än bensin eller diesel måste även denna tankningsverksamhet fungera, om dessa fordon bedöms viktiga.

För övriga verksamheter och för allmänheten utgår expertgruppen från beräkningsunderlag grundat på en sårbarhetsanalys från Uppsala kommun, se bilaga 5. Mobil reservkraft beräknas för dessa till 100 % täckning samt ett till 50 % reducerat alternativ, se tabell 5.7.

I diskussioner kring hur samhället ska kunna hantera en elstörning nämns ofta reservkraft och tillhörande bränsletransporter. En fråga som expertgruppen inte studerat är hur länge bränslelagren räcker om produktionen av bränsle också drabbas av elstörningen. Frågan är viktig att beakta vid en ökad satsning på reservkraftsaggregat.

Tabell 5.7 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder inom transporter och drivmedel, 100 % täckning, samt ett reducerat alternativ.

Åtgärd	100 % täckning Investeringskostnad Mkr	100 % täckning Underhållskostnad Mkr/år	Reducerat alternativ Investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Underhållskostnad Mkr/år
Stationär reservkraft kommunens bensinstn	150	5	150	5
Förberedd anslutning allmänna bensinstn	26	-	26	-
Mobil reservkraft allmänna bensinstn	211	8	106	4
Summa	387	13	282	9

5.3.7 Ordning och säkerhet

Ordning och säkerhet omfattar polisens verksamhet och kriminalvården.

I projektets expertgrupp har ingen representant funnits för verksamheten. Uppgifterna om kriminalvården bygger på en pågående kartläggning och planering kring om, och i vilken omfattning, en eventuell utbyggnad av denna ska ske. Stationär reservkraft finns dag vid 20 av 60 anstalter, varav ett tiotal är i behov av utbyte. För återstående 40 anstalter behövs nya reservkraftaggregat.²⁴ Eftersom anstalterna är av olika storlek krävs olika lösningar. Det alternativ som ges utgår från 100 % täckning med stationär reservkraft, se tabell 5.8.

Polisens ca 20 ledningscentraler torde enligt expertgruppen ha reservkraft idag, men inget underlag har tagits in. Inga förslag till ytterligare utbyggnad av reservkraft lämnas därför.

Tabell 5.8 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder inom kriminalvården, 100 % täckning.

Åtgärd	Investeringskostnad Mkr	Underhållskostnad Mkr/år
Stationär reservkraft till kriminalvården	75	1

5.3.8 112-larm

112-larm avser den larmverksamhet som bedrivs av SOS Alarm. SOS Alarm ägs av staten, Landstingsförbundet och Förenade kommunföretag AB. 112-larm tas emot av 20 SOS-centraler som samordnar och förmedlar ambulans, räddningstjänst inklusive fjäll- och sjöräddning samt polis.

SOS-centraler har idag avbrottsfri kraft och reservkraftsaggregat och klarar sin verksamhet vid en elstörning. Om en central trots detta inte fungerar kopplas någon av de andra centralerna automatiskt in. Viktigt för SOS-centralerna är fungerande telekommunikationer. I stor utsträckning kan centralerna kommunicera med de olika uttryckande enheterna med hjälp av

²⁴ Mats Abrahamsson, Specialfastigheter Sverige AB.

radiolänk som alternativ vid störda telekommunikationer. Larm från allmänhet m fl kan dock inte ringas in om telekommunikationerna inte fungerar.

Expertgruppen har bedömt att inga åtgärder behövs för 112-larm vad gäller reservkraft utifrån denna studies perspektiv.

5.3.9 Livsmedelsförsörjning

De delar av verksamheten livsmedelsförsörjning som diskuterats i studien är produktion och distribution av livsmedel. Försörjning med vatten, som också är ett livsmedel, behandlas under kommunalteknisk försörjning.

En elstörning innebär problem för många livsmedelsindustrier, men detta har inte bedömts orsaka allvarliga samhällskonsekvenser. Vid en längre elstörning uppkommer problem med livsmedelsdistributionen och detaljhandeln. Expertgruppen har heller inte prioriterat denna del av verksamheten. Vad som däremot bedömts behöva reservkraft är framförallt livsmedelslager med kylar, frysar samt transporter inom lagren. Genom att inte öppna frysanläggningar kan kylan behållas längre, ofta ett – flera dygn. Dessa problem är årstidsberoende.

Expertgruppen antar att det finns ca 30 större livsmedelslager i landet med behov av reservkraft. På grund av lagrens storlek bedöms stationära aggregat vara den lämpligaste lösningen. Expertgruppen ger endast ett alternativ, stationär reservkraft till samtliga dessa anläggningar, alltså inget reducerat alternativ, se tabell 5.9. I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till eventuell befintlig reservkraft.

Tabell 5.9 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder inom livsmedelsförsörjningen, 100 % täckning.

Åtgärd	Investeringskostnad Mkr	Underhållskostnad Mkr/år
Stationär reservkraft till livsmedelslager	75	0,5

5.3.10 Djurhållning

Verksamheten djurhållning omfattar uppfödning av djur i större och mindre skala. I expertgruppen har det inte funnits någon representant för denna verksamhet. Det har därför inte funnits möjligheter att bedöma i vilken omfattning det kan behövas reservkraft, eller vilka andra åtgärder som kan vara lämpliga.

För gårdar med djurhållning resulterar elstörningar kortare än 6 timmar i allvarliga problem. Värme, ventilation, utfodring och mjölkning kräver el, och tillgång till reservkraft är nödvändig.²⁵

Enligt djurskyddslagen måste den som ansvarar för djuren planera hur olika situationer ska kunna hanteras. Detta gäller även vid elstörningar. Nödslakt är ett, om än kanske drastiskt, alternativ för att undvika att djur plågas i onödan. Kommunerna ska ha en plan för nödslakt för att hantera olika epidemier i djurbesättningar. Den kan naturligtvis användas också i detta sammanhang.

Ett längre avbrott (>5 dagar) innebär stora problem för lantbruket.²⁶ Vid transportproblem kan produkter, som mjölk, behöva kasseras eftersom lagringsutrymmena på produktionsenheterna

²⁵ Konsekvenser av elavbrott i Sverige den 23 september 2003. Energimyndigheten 2004-01-15.

²⁶ Elanvändarnas ambitioner och krav vid svåra elstörningar. Slutrapport från arbetsgrupp inom HEL-projektet.

är avpassade till regelbundna transporter. Ett annat problem är att det kan bli svårt att få fram foder och annat som behövs till djuren.

5.3.11 Betalningsförmedling

Med betalningsförmedling avses i detta projekt bankhantering, värdepappersförmedling och betalningsfunktionen i exempelvis butiker. Banker har ett stort dator- och telekommunikationsberoende.

Bankernas datacentraler har enligt HEL-projektets användarrapport²⁷ hög redundans. Bankernas huvudkontor och datacentraler har reservkraft och kan hantera elstörningar av olika längd. För längre elstörningar krävs bränsleleveranser och underhåll av reservkraftaggregat. Bankernas datacentraler och huvudkontor är koncentrerade till Stockholmsområdet.

Bankkontoren har i allmänhet ingen reservkraft. Kontoren kan behöva stänga om larmfunktionen inte fungerar. Bankens kontanter förvaras i elektroniskt styrda valv som kräver elförsörjning, det vill säga utan elförsörjning blir bankens kontanter oåtkomliga. Bankomater fungerar inte utan el och vid längre avbrott krävs att kontantuttag kan göras på annat sätt, exempelvis via bankkontor med reservkraft. Ett alternativ är att varje bankkontor förses med en förberedd anslutning för reservkraft och att mobila reservkraftaggregat finns att tillgå. Ett annat alternativ är att det finns ett fungerande bankkontor per ca 15-20 000 invånare, med mobil eller stationär reservkraft. Bankbåtar och bankbussar är exempel på bankverksamhet utanför de ordinarie kontoren. Det finns exempelvis en bankbåt i Stockholms skärgård som sommartid serverar fast boende och semesterfirare. Bankbussar används vid mässor och andra stora evenemang. Sådana lösningar skulle kunna vara ett sätt att hantera betalningsförmedling i ett mindre område med elstörning. Betalning i affärer kan ske med kort som registreras manuellt av affären med hjälp av ”slipar”.

En kritisk faktor för betalningsförmedlingen är beroendet av data- och telekommunikationer. Med hjälp av svartfiber²⁸ kan de olika parter som behöver ha kontakt med varandra bindas ihop i egna kommunikationsnät, som då blir oberoende av de ordinarie teleförbindelserna. Denna åtgärd kan vara lämplig att vidta för att minska betalningsförmedlingens teleberoende, även om telefunktionen i övrigt bedöms behöva förstärkas.

Expertgruppen har bedömt att det bör finnas ett fungerande bankkontor per 15-20 000 invånare, vilket ger totalt 500 inom landet, se bilaga 5. Två alternativ har beräknats - mobil reservkraft till 100 % täckning respektive ett reducerat alternativ med 50 % täckning samt förberedda anslutningar för samtliga, se tabell 5.10. Ingen hänsyn har tagits till eventuell befintlig reservkraft.

Tabell 5.10 Kostnadsbedömningar för reservkraftsåtgärder inom betalningsförmedlingen, 100 % täckning samt ett reducerat alternativ.

Åtgärd	100 % täckning Investeringskostnad Mkr	100 % täckning Underhållskostnad Mkr/år	Reducerat alternativ Investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Underhållskostnad Mkr/år
Förberedd anslutning	25	-	25	-
Mobil reservkraft	200	8	100	4
Summa	225	8	125	4

²⁷ Elanvändarnas ambitioner och krav vid svåra elstörningar. Slutrapport från arbetsgrupp inom HEL-projektet.

²⁸ Svartfiber är en optisk fiber som tillhandahålls utan den utrustning som är nödvändig för kommunikation.

5.3.12 Räddningstjänst

Räddningstjänstens organisation och utrustning innebär att de i stor utsträckning klarar sig bra vid en elstörning. Expertgruppens uppfattning är att räddningstjänsten har god tillgång till reservkraft. Räddningstjänstens ledningscentraler är välförsedda med reservkraft. Hur räddningstjänsten drabbas är nära kopplat till elstörningens utbredning. Vid nationell utbredning bedömer expertgruppen att det uppstår problem i intervallet 24 timmar - 1 vecka. Vid lokal eller regional utbredning bedöms problemen inträffa efter en vecka. De problem som uppkommer har sitt ursprung i att räddningstjänsten, liksom alla andra, blir beroende av bränsletransporter till reservkraftsaggregat samt av reparationer och underhåll av dessa.

5.3.13 Industriell försörjning²⁹

Industriell försörjning omfattar ett brett spektrum av olika industrier. Generellt för industrin kan konstateras att elstörningar kan innebära stora problem och leda till stora kostnader. En elstörning kan därigenom innebära stora ekonomiska konsekvenser för samhället. Elstörningar innebär också risk för miljöskadliga utsläpp från vissa industrier. Dessa problem ligger dock utanför denna studies syfte.

Industrin liksom övriga verksamheter kan hantera elstörningar framförallt med hjälp av reservkraft och avbrottsfri kraft. Beroende på industri kan det finnas behov av avbrottsfri kraft, reservkraft för kontrollerad nedstängning av produktion samt nödkraft. Avbrottsfri kraft kan behövas för den del av verksamheten som inte tål spenningsfall eller ens mycket korta bortfall av el. Reservkraft som används för att stänga ner processer på ett kontrollerat sätt kan spara mycket pengar, då delar av produktionen eller produktionsanläggningar inte riskerar att skadas. Sådan reservkraft behövs endast under en begränsad tid. Nödkraft kan behövas för att hindra utkylning av lokaler, sönderfrysning av rör, drift av fläktar för ventilation, utsug etc. Flera större industrier har idag reservkraft för dessa syften.

Expertgruppen har gjort den övergripande bedömningen att de industrier som producerar en för samhället kritisk produkt, i det akuta läget eller omedelbart därefter, är samhällsviktiga utifrån denna studies perspektiv. Exempel på sådana är industrier som producerar läkemedel och sjukhusgaser. Expertgruppen har dock inte haft tid att djupare studera området, och har därmed inte hunnit identifiera dessa industrier och bedöma deras elbehov, varför vi inte kan lämna några förslag till åtgärder i denna studie. Området behöver studeras ytterligare.

5.3.14 Totalt reservkraftbehov för samhällsviktiga verksamheter

I presentationen ovan lämnas ibland två alternativ - dels att verksamheterna har 100 % täckning i form av reservkraft (mobil/stationär), dels i en reducerad omfattning. En anledning till de reducerade alternativen är antagandena att längre avbrott inte bedöms få en utbredning som omfattar mer än ett par regioner, och att aggregaten kan flyttas dit de bäst behövs. Detta resonemang förutsätter att anslutningar förbereds på samtliga platser där mobila aggregat kan tänkas behövas vid elstörningar. Nedan, tabell 5.11 – 5.14, lämnas fyra olika sammanställningar av kostnader.

Tabell 5.11 anger den totala kostnaden om alla verksamheter utrustas med reservkraft i den omfattning expertgruppen bedömt vara fullt täckande, 100 %. Med full täckning avses att alla de delar av en verksamhet som måste fungera förses med reservkraft.

²⁹ Konsekvenser av elavbrott i Sverige den 23 september 2003. Energimyndigheten 2004-01-15.

Tabell 5.11 Kostnadsbedömning för 100 % täckning för alla verksamheter som bedömts behöva reservkraft. För kommunalteknisk försörjning används kostnaden där alla anläggningar har stationär reservkraft.

Åtgärd	100 % täckning Total investeringskostnad Mkr	100 % täckning Total underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft	200	-
Stationär reservkraft	5 228	143,5
Förberedd anslutning	277	-
Mobil reservkraft	2 651	89
Summa	8 356	233

De verksamheter som är mest kostnadskrävande i sammanställningen ovan är kommunalteknisk försörjning, vård och omsorg, akutsjukvård samt information och kommunikation inklusive ledning. Mest kostnadskrävande är alltså reservkraft till vattenrening, avloppshantering, vårdhem mm, akutsjukhus, vårdcentraler samt till de mobila och fasta telekommunikationerna.

Expertgruppen bedömer dock att eftersom verksamheterna är olika tidskritiska behövs inte full täckning för samtliga verksamheter samtidigt överallt. Antalet mobila reservkraftsaggregat kan därför reduceras och de mobila aggregaten flyttas till drabbade områden. Alla prioriterade objekt som bedömts vara lämpliga för mobil reservkraft förses med förberedda anslutningar. Det alternativet innebär dock att en elstörning, som har både nationell omfattning och varar längre än 24 timmar, inte kan hanteras med reservkraft fullt ut. I tabell 5.12 redovisas expertgruppens kostnadsbedömningar för detta reducerade alternativ.

Tabell 5.12 Kostnadsbedömning för alla verksamheter som bedömts behöva reservkraft i ett reducerat alternativ.

Åtgärd	Reducerat alternativ Total investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Total underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft	200	-
Stationär reservkraft	4 616	127,5
Förberedd anslutning	330	-
Mobil reservkraft	1 261	45
Summa	6 407	173

Ett tredje alternativ att använda de framtagna kostnadsbedömningarna är att se vad det innebär om bara de tre verksamheter som bedömts mest tidskritiska förses med reservkraft. Nedanstående tabell 5.13 summerar bedömda reservkraftskostnader för verksamheterna *vård och omsorg, kommunalteknisk verksamhet* samt *mobilsfunktionen* inom information och kommunikation inklusive ledning till 100 % täckning. Detta innebär att en elstörning som har nationell omfattning och varar längre än 24 timmar inte kan hanteras fullt ut, eftersom övriga verksamheter ej förses med någon reservkraft i det alternativet.

Tabell 5.13 Kostnadsbedömning för 100 % täckning med reservkraft för verksamheterna kommunalteknisk försörjning, vård och omsorg samt mobiltelefoni. För kommunalteknisk försörjning används kostnaderna där alla anläggningar har stationär reservkraft.

Åtgärd	100 % täckning Total investeringskostnad Mkr	100 % täckning Total underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft	200	-
Stationär reservkraft	3 428	129
Förberedd anslutning	39	-
Mobil reservkraft	570	17
Summa	4 237	146

Ett fjärde alternativ är att dessa tre verksamheters elbehov hanteras genom att mobila aggregat anskaffas enligt ett reducerat alternativ. Jämfört med det tredje alternativet innebär detta ett ytterligare risktagande, eftersom inte ens dessa tre verksamheter kan förses fullt ut med reservkraft om elstörningen har nationell omfattning. Det är inte heller säkert att en elstörning som varar längre än 24 timmar och har regional omfattning kan hanteras med reservkraft i detta alternativ. Tabell 5.14 visar denna reducerade variant för de tre mest tidskritiska verksamheterna.

Tabell 5.14 Kostnadsbedömning för reservkraft i ett reducerat alternativ för verksamheterna kommunalteknisk försörjning, vård och omsorg samt mobiltelefoni. Andelen mobila aggregat är reducerad.

Åtgärd	Reducerat alternativ Total investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Total underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft	200	-
Stationär reservkraft	2 816	113
Förberedd anslutning	92	-
Mobil reservkraft	405	14
Summa	3 513	127

6. ÅTGÄRDER INOM ELSYSTEMET

Olika tidsgränser har bedömts av expertgruppen för när viktiga samhällsfunktioner måste försörjas med el, så att konsekvenser som är oacceptabla ur samhällets synvinkel inte ska upp-komma. Expertgruppen har även angett efter vilka tider de anser att elsystemet ska vara återupprättat efter störningar beroende på olika orsaker, se kapitel 4. Vi diskuterar i detta kapitel de åtgärder expertgruppen prioriterat och kostnadsbedömt och som kan vidtas i elsys-temet för att dessa tidskrav ska uppfyllas. Vi har valt att beskriva åtgärderna utifrån följande tre inriktningar:

- Tekniska styråtgärder på olika nivåer
- Fysisk och logisk stärkning av elsystemet
- Reparationer och underhåll.

Dessutom diskuteras elproduktion och dess förhållande till behov av övriga åtgärder.

Studien utgår från dagens situation vad gäller det svenska elsystemet. I möjligaste mån har hänsyn tagits till befintliga skydds- och reservanordningar. De förslag som lämnas är i stort utökningar och förstärkningar i förhållande till nuläget.

Samtliga åtgärder som diskuterats avseende elsystemet beskrivs närmare i bilaga 4. Expert-gruppens val av prioriterade åtgärder inom elsystemet indelade efter störningstid framgår av bilaga 6. Åtgärderna och bedömda kostnader redovisas i bilaga 7.

6.1 Tekniska styråtgärder på olika nivåer

Ökade styrmöjligheter av stationer och brytare framstår som en viktig åtgärd som gör det möjligt att försörja samhällsviktiga användare vid störningar då effektbrist uppstår. Detta oavsett orsak till elstörningen. Det blir då möjligt att välja mellan prioriterade och icke priori-terade användare, med andra ord att begränsa ”svinnet”³⁰ vid situationer med effektbrist. Åtgärderna är av akut avhjälpande/stödjande karaktär, men måste givetvis planeras och för-beredas i förväg.

Styrning av last kan införas på flera nivåer i elsystemet. I denna studie lämnas följande förslag på möjligheter till fjärrstyrd bortkoppling på tre olika styrnivåer, som kostnadsbedömts av expertgruppen:

- Bortkoppling av elanvändare genom brytmöjligheter i mätare hos varje abonnent
- Bortkoppling av nätstationer
- Bortkoppling av ledningar i mellanspänningsnäten - enskilda fack i fördelnings-stationer.

Tabell 6.1 visar bedömd kostnad för att kunna prioritera användare genom tekniska styr-åtgärder på tre olika nivåer. Kostnaderna är bedömda totalkostnader för dessa åtgärder i hela landet. Ingen hänsyn har här kunnat tas till eventuell befintlig styrutrustning.

³⁰ Med svinn avser vi den el som förbrukas av användare som inte anses vara prioriterade vid svåra störningar.

Tabell 6.1 Kostnadsbedömning för tekniska styråtgärder på olika nivåer i elsystemet.

Nivå för styråtgärd	Investeringskostnad Mkr
Abonnentnivå ³¹	21 000
Nätstation	7 500
Ledningar i mellanspänningsnäten/fack	2 000

För att välja styρνivå krävs kunskap om behovsbilden: Vilka är de prioriterade användarna, var ligger de geografiskt samt vilka effektbehov har de? Detta innefattar också kunskap om vilka verksamheter och därtill hörande objekt som bedöms vara mindre viktiga och därmed möjliga att koppla bort. Denna kunskap om behovsbilden kräver kontinuerlig planering. Kostnader för detta ingår i beloppen ovan, se vidare kapitel 7.

Bortsett från kostnaden för åtgärden beror valet av lämplig styρνivå på hur objekten fördelar sig geografiskt, men även på objektens storlek. Valet av nivå på styrningen hänger också samman med bedömd möjlig produktionskapacitet i en störningssituation. Vid brist på effekt torde man även kunna rotera tillgänglig kraft mellan de användare som inte har ett kontinuerligt effektbehov. Detta ställer givetvis krav på än större kunskap om behovsbilden.

Följande korta resonemang visar på sambandet mellan lämplig styρνivå och behovet av reservkraft. Ett sätt att styra förbrukningen kan vara att enbart leverera el till de områden där många prioriterade objekt finns. Om många prioriterade objekt ligger på samma fack i en fördelningsstation, kan det vara lämpligt att prioritera hela facket. För prioriterade objekt med stor geografisk spridning och med begränsade krav på effekt kan det i stället vara lämpligt att anskaffa reservkraft. Om endast enstaka prioriterade objekt finns inom t ex ett fack, bör objektens effektbehov ha betydelse för hur det ska försörjas. Om det är stort och dessutom har behov av kontinuerlig matning bör det kunna prioriteras genom separat matning alternativt ha reservkraft för prioriterad drift. Om effektbehovet är lågt förefaller reservkraft vara ett lämpligt alternativ. Det finns följaktligen ett samband mellan valet av styρνivå och behovet av reservkraft hos användare. En styρνivå nära kunden ökar möjligheten att prioritera enskilda kunder, vilket gör att behovet av reservkraft minskar, liksom svinnet. Styråtgärden blir klart dyrare, men samtidigt minskar behovet av och kostnaden för reservkraft, jämfört med en bortkoppling på högre nivå inom elsystemet.

Bortkoppling genom fjärrstyrning innebär att nya sårbara system införs. Åtgärden får vägas mot för- och nackdelar med en mer personalintensiv strategi för manuellt genomförande.

Prioritering av abonnenter genom tekniska styråtgärder på olika nivåer är alltså en åtgärd som kan användas vid situationer med effektbrist. Den förutsätter dock att el finns att distribuera, och även att elnätet fungerar i aktuellt geografiskt område. Om detta inte är fallet, t ex vid totalt elbortfall, måste andra åtgärder vidtas.

Användarna i expertgruppen efterlyste möjlighet till differentierad taxa för eltillgänglighet. Detta kan exempelvis innebära installation av reservkraft hos användaren, men också mer avancerad mät- och styrutrustning.

Författningsändringar fordras för att prioriteringar av elanvändare ska kunna genomföras. I dagsläget saknas sådan juridisk rättighet om inte höjd beredskap råder. Se vidare kapitel 7.

³¹ 20 740 Mkr är expertgruppens bedömda kostnad för lågspänningsabbonenterna. Att införa styrmöjligheter även hos högspänningsabbonenterna bedömer projektgruppen kostar ca 260 Mkr.

Dessutom krävs god kunskap om nät, produktionskapacitet, behovsbild samt om innehav av reservkraft. Vi anser att länsstyrelser ska ha ansvaret för att erforderlig planering genomförs.

6.2 Fysisk och logisk stärkning av elsystemet

Avsikten med att stärka elsystemet är att minska dess utsatthet för störningar och/eller att minska konsekvenserna av dessa så att oacceptabla störningstider inte uppkommer. Detta kan göras med skadeförebyggande och skadereducerande åtgärder, inklusive åtgärder som ökar redundansen i elsystemet

Det finns i tabell 4.2 några orsaker och därtill hörande oacceptabla störningstider som särskilt bör framhållas, eftersom de innebär hårda tidskrav. *Insidern med stor kapacitet* är en sådan. Gränsen har bedömts till endast *6 timmar* för de största utbredningarna. De skador en insider med stor kapacitet kan åstadkomma torde ligga väl i nivå med vad en yttre angripare av stor kapacitet kan orsaka. Skadorna torde vara av en annan karaktär än vad en yttre antagonist väljer att orsaka, och troligen svårare att identifiera. En annan orsak är *tekniska fel* med tidsgränsen *3 timmar* för nationell utbredning och *6 timmar* för övriga utbredningar. Ytterligare orsaker att framhålla är *naturrelaterade händelser av 10-årskaraktär*, som har gränsen *1 dygn* oavsett utbredning, samt den *yttre angriparen med stor kapacitet*, där tidsgränsen bedömts till *1 vecka*. I den sistnämnda orsaken ryms även väpnade angrepp. En fysisk och logisk stärkning av elsystemet bör därför i första hand inriktas mot dessa hot.

Mot den bakgrunden har expertgruppen prioriterat åtgärder inom följande områden:

- Säkerställande av drift och kommunikation
- Skydd av elsystemet mot olika typer av antagonistiska hot
- Fysisk stärkning av elsystemet på olika nivåer.

I följande tre tabeller 6.2 – 6.4 redovisas de olika åtgärdsförslagen och kostnadsbedömningarna. I tabellerna ingår även de störningstider från vilka respektive åtgärd bedöms ha betydelsefull verkan. I möjligaste mån har hänsyn tagits till redan vidtagna åtgärder.

Tabell 6.2 Kostnadsbedömningar för åtgärder som fysiskt och logiskt stärker elsystemet avseende drift och kommunikation. Med tidpunkt avses de störningstider från vilka respektive åtgärd bedömts ha betydelsefull verkan.

Åtgärder för att säkerställa drift och kommunikation	Tidpunkt	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Reserver samt viss dubblering i driftcentraler för elnät på nationell och regional nivå samt för produktion	> 1 tim	600 Mkr	-
Säkerställande av kommunikationer genom opto/radiolänk: - nationell nivå - regional nivå - lokal nivå	> 6 tim	15 Mkr 400 Mkr 2 000 Mkr	-
Summa kostnadsbedömning		3 015 Mkr	-

Tabell 6.3 Kostnadsbedömningar för åtgärder som fysiskt och logiskt stärker elsystemet avseende skydd mot antagonistiska hot. Med tidpunkt avses de störningstider från vilka respektive åtgärd bedömts ha betydelsefull verkan.

Åtgärder för att skydda elsystemet mot olika typer av antagonistiska hot	Tidpunkt	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Åtgärder enligt ”Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99”	>1 tim	63	6,0
Åtgärder enligt vägledningen ”Fysiskt grundskydd” för nya anläggningar och för prioriterade äldre anläggningar	> 6 tim	112	-
Skyddsobjektsrevision i samverkan mellan länsstyrelser, SvK och anläggningsägare	> 1 dygn	-	1,0
Summa kostnadsbedömning		175	7

Tabell 6.4 Kostnadsbedömningar för åtgärder som fysiskt och logiskt stärker elsystemet på olika nivåer. Med tidpunkt avses de störningstider från vilka respektive åtgärd bedömts ha betydelsefull verkan.

Åtgärder för att fysiskt stärka elsystemet på olika nivåer	Tidpunkt	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Samordnad revision/underhåll		-	-
Incitament för säkrare nät (i basförmågan)		-	-
Kablifiering av lokal- och lågspänningsnät, alt. isolerade ledare och robusta stolpar	> 1 tim	340 000/46 400	-
Ändring av stamnätets dimensioneringskriterium från (N-1) till (N-2) söder om Dalälven	> 1 tim	6 000	-
Summa kostnadsbedömning		346 000/52 400	-

Åtgärder som syftar till att skydda elsystemet mot olika typer av antagonistiska hot bör vara högt prioriterade på grund av de hårda gränserna för acceptabel störningstid som bedömts för dessa hot, se tabell 4.2.

Två åtgärder har inte bedömts orsaka några extra kostnader i detta sammanhang. Av dem torde ”en samordnad revision/underhåll genom planering inom branschen” vara tämligen självklar. Den andra är att ”skapa incitament för säkrare nät” redan vid normal drift, exempelvis genom modifieringar i nätnyttomodellen. Detta skulle kunna leda till något högre elkostnader för konsumenten. Om nätföretagen kan ta ut ersättning för under normal drift vidtagna åtgärder minskar rimligen behovet av ytterligare åtgärder vid störningar. Se vidare avsnitt 8.3.8.

En fysisk stärkning av lågspännings- och lokalnät genom fullständig kablifiering inom landet är, som framgår av tabellen, oerhört kostsam. Däremot torde åtgärden kunna vara lämplig inom vissa utsatta områden. Likaså gäller alternativet isolerade ledare och robusta stolpar. Hårdare dimensioneringskriterier för stamnätet är en fråga som diskuteras. Man kan ifrågasätta om åtgärden verkligen hör hemma bland åtgärder mot svåra störningar, eller om den ska räknas in bland dem som vidtas för normal drift.

Ett säkerställande av kommunikationer genom opto/radiolänk innebär en stärkning av elsystemet mot antagonistiska hot och mot tekniska fel, där åtgärder är angelägna pga de mycket hårda tidskraven. En ökad redundans åstadkoms genom reserver och viss dubblering i driftcentraler.

6.3 Reparationer och underhåll

I tabell 6.5 redovisas de åtgärder som stödjer reparationer inom elsystemet samt de kostnadsuppskattningar som expertgruppen gjort och som framförallt relateras till ett återställande av elsystemet. I tabellen ingår även de störningstider från vilka respektive åtgärd bedöms ha betydelsefull verkan. I möjligaste mån har hänsyn tagits till redan vidtagna åtgärder.

Tabell 6.5 Kostnadsbedömningar för åtgärder som stödjer reparationer inom elsystemet. Med tidpunkt avses de störningstider från vilka respektive åtgärd bedömts ha betydelsefull verkan.

Prioriterade åtgärder avseende reparationer	Tidpunkt	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer	> 6 tim	1 000	20
Nytt talkommunikationssystem baserat på Mobitex	> 6 tim	200	2,7
Utökad personalkapacitet för reparationer av regionnät och stamnät (nyutbildning av 40 reparatörer samt kompletteringsutbildning av lokalnätsreparatörer)	> 1 dygn	20	1,0
Resursförstärkning och -samordning från andra geografiska områden (storstörningsorganisation)	> 1 dygn	-	20
Reservmateriel och personal från grannländer	> 1 dygn	-	1,0
Användning av civilpliktiga (nyutbildning av 160 per år samt upprätthållande av poolen)	> 1 vecka	-	70
Användning av militär	> 1 vecka	-	-
Summa kostnadsbedömning		1 220	115

Reparationsåtgärder är relevanta avseende flera orsaker, men det är framförallt de naturrelaterade och antagonistiska orsakerna som bedöms kräva mest reparationsresurser.

Det förefaller rimligt att de åtgärder som av expertgruppen bedömts ge tidig effekt bör vara de mest angelägna att stärka i dagsläget. De utpekade åtgärderna blir då enligt följande:

- Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer
- Nytt talkommunikationssystem baserat på Mobitex.

Branschgemensamma lager har bedömts som viktiga redan några timmar efter en störning. Även tillverkaren av materiel bör vara involverad. Åtgärden innebär både en utökning av materiel och att det ska finnas databaser över tillgängligt materiel.

För att genomföra reparationer fordras goda möjligheter till talkommunikation. Ett nytt talkommunikationssystem har diskuterats länge och är ett akut behov, då nuvarande system är bristfälliga. Varken fast eller mobil telefoni har tillräcklig täckning för reparationsarbete i fält. Förslaget från expertgruppen är att ett eget talkommunikationssystem baserat på Mobitex anskaffas för elfunktionen.

Med tanke på tidskraven 1 dygn för naturrelaterad störning och 3 dygn - 1 vecka för extrema väderrelaterade störningar (kan benämnas 100-årsstörningar), se tabell 4.2, bör åtgärden resursförstärkning och -samordning prioriteras och utformas så att den tidigt kan ge effekt. Detta gäller framförallt storstörningssamverkan, men även samordning mellan olika länder. Detsamma bör gälla även en förstärkt kapacitet vad gäller personal för reparationer av stam- och regionnät.

För att civilpliktiga ska utgöra en extra resurs, vid exempelvis en naturrelaterad störning, bör de prioriteras så att de kan utgöra en förstärkning snabbt vid en störning. Tidskraven knutna

till orsakerna naturrelaterade 10-årsstörningar och extrema naturrelaterade störningar har en oacceptabel störningstid som är kortare än den tidpunkt som expertgruppen har angivit för de civilpliktiga enligt tabell 6.5. Att med plikt ta ut och använda sig av civilpliktiga i fredstid kräver, förutom författningsändringar, en analys av vid vilka situationer detta kan vara aktuellt, så att inte elföretagens egen beredskap urholkas.

En utökad reparationskapacitet kan ställas i relation till de i förra avsnittet nämnda kostsamma åtgärderna kabelfiering och isolerade ledare. En utökad reparationskapacitet inom lokal- och lågspänningsnäten har inte prioriterats vad gäller ytterligare personal. Expertgruppen har bedömt att det räcker med den resursstyrka som finns i dagsläget, med förbehållet att dessa reparatörer inte överförs till arbete på stam- och regionnät genom den kompletteringsutbildning som föreslås för lokalnätsreparatörer. Denna utbildning kan nämligen medföra att reparationskapaciteten för lokalnät urholkas. Slutsatsen blir att nyutbildningen av reparatörer för region- och stamnät enligt tabell 6.5 bör prioriteras och att den civilpliktiga personalen bör användas tidigt vid en störning.

6.4 Produktion

Grundläggande för att ovanstående inriktningar ska ge den eftersträlvade effekten är fungerande kraftproduktion. Expertgruppen har föreslagit åtgärder inom produktionen och uppskattat kostnader för dessa samt från vilken tidpunkt de anses speciellt värdefulla, se tabell 6.6. I tabellen ingår även de störningstider från vilka respektive åtgärd bedöms ha betydelsefull verkan.

Tabell 6.6 Kostnadsbedömningar angående produktionsåtgärder. Med tidpunkt avses de störningstider från vilka respektive åtgärd bedömts ha betydelsefull verkan.

Produktionsåtgärder	Tidpunkt	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Lokal och regional ö-drift	> 6 tim	2 000 – 3 000	5
Stora reservkraftanläggningar i beredskap (3500 MW)	> 48 tim	-	700
Ny produktion i södra Sverige ³² (650 MW)		(4 500)	-

Lokal och regional ö-drift bör framhållas som en viktig åtgärd vid situationer med effektbrist och vid återstart av stamnätet efter nationellt sammanbrott. För att kunna försörja användare vid sådana situationer, bör det vara angeläget att produktion finns nära förbrukningen.

Behovet av produktion nära användaren torde bli mindre ju robustare elnäten görs. En stärkning avseende drift och kommunikation, skydd mot antagonistiska hot och en fysisk stärkning av näten på olika nivåer har den avsikten.

Stora reservkraftanläggningar i beredskapssyfte får betydelse under ett längre störningsförlopp och ökar robustheten i elsystemet. Beroende på tiden för uppstart har de inte betydelse i det första akuta skedet. I det akuta skedet handlar det om ö-drift i kombination med reservkraft hos användaren. Storleken på denna effektreserv diskuterades inte explicit i expertgruppen, utan gruppen utgick från dagens situation och kostnad.

Den nyproduktion som nämns i tabell 6.6 är en åtgärd som föreslås utifrån andra grunder än för säkerhet och beredskap. Den syftar inte till att hantera störningar utan till att täcka bristen

³² Denna produktion föreslås utifrån andra grunder än som en åtgärd för säkerhet och beredskap inom elförsörjningen, men har givetvis betydelse för elförsörjningens robusthet.

på kraft i södra Sverige under ordinarie drift. Åtgärden ökar robustheten i elsystemet och minskar beroendet av import och andra långväga överföringar. Eftersom systemets robusthet utgör grunden för säkerheten vid svåra störningar har nyproduktion betydelse även vid sådana situationer. Kostnaden bör inte ses som en kostnad för särskilda beredskaps- och säkerhetsåtgärder.

7. ÅTGÄRDER INOM PLANERING, SAMVERKAN OCH INFORMATION SAMT FÖRFATTNINGSÄNDRINGAR

För att effektivt kunna hantera konsekvenserna av en elstörning är det viktigt, för alla verksamheter i mer eller mindre omfattning, att förstärka åtgärder inom planering och övning i förhållande till dagsläget. Krisplanering inom företag och verksamheter samt samverkan och informationsutbyte mellan alla berörda parter har flera gånger framhållits som viktigt, både i det förebyggande och i det skadeavhjälpande arbetet.

Vissa av de åtgärder som föreslås i rapporten förutsätter ändringar eller tillägg i nu gällande författningar. I detta kapitel har vi även samlat och diskuterat de författningsändringar som expertgruppen framhållit.

De åtgärder som i stort betraktats som gemensamma för elsystemet och elanvändare beskrivs även i bilaga 4. Expertgruppens val av prioriterade åtgärder inom elsystemet indelade efter störningstid framgår av bilaga 6 och i bilaga 7 redovisas även vissa kostnadsbedömningar.

7.1 Planering och samordning

Nära nog samtliga de åtgärder som föreslås i denna rapport förutsätter planering och/eller samordning i förväg. Exempelvis måste reservkraftinstallationer genomföras, olika prioriterade verksamheters elbehov studeras och eventuella prioriteringar av elanvändare förberedas. Vidare är det nödvändigt att skapa olika plattformar för samverkan, att säkerställa informationsvägar mm.

Det kan konstateras att risken för kortare elstörningar aldrig kan elimineras helt. Samtliga elanvändare måste därför själva planera för att klara elavbrott kortare än 6 timmar, t ex genom att lägga om verksamheten eller genom att se till att reservkraft är tillgänglig. Inom expertgruppen nämndes författningar som en tänkbar metod för att klargöra detta. Denna planering har bedömts ligga inom ramen för den vanliga verksamheten, varför ingen extrakostnad har tagits upp för den.

För att underlätta att reservkraften används på bästa sätt anser vi att länsstyrelserna ska ges uppdraget att skaffa sig en samlad bild av den totala reservkraftskapaciteten inom respektive län, inklusive anslutningar för mobil reservkraft. En anmälningsplikt kan krävas som anger att länsstyrelsen alltid skall informeras när reservkraft anskaffas/installeras.

För att kunna prioritera användare genom tekniska styråtgärder är det mycket viktigt att det byggs upp god kunskap om behovsbild, nät, produktionskapacitet, samt om innehav av reservkraft.

Vid det elavbrott som inträffade i september 2003 i södra Sverige var flera större produktionsanläggningar, utlandskablar och/eller överföringslinjer tagna ur funktion samtidigt: Detta visar på att det behövs en branschgemensam samordning av elsystemets underhåll och revision med syfte att undvika sådant. Expertgruppen föreslår att branschens planering av större underhållsåtgärder samordnas på ett bättre sätt.³³

Expertgruppen anser också att nuvarande krisplaner inom elsystemet bör uppdateras och utvecklas, så att det i en kris är lätt att få samlade upplysningar om personaltillgång, resurser,

³³ Elavbrottet 23 september 2003 – händelser och åtgärder. SvK Rapport Nr 1:2003.

omkopplingar och dylikt. Bedömningen är att detta bör engagera 100 elföretag med 100 persontimmar per år.

Viktigare objekt inom elsystemet är upptagna i skyddsobjektregister. Det bedöms vara angeläget att revidera detta, något som bör genomföras i samverkan mellan länsstyrelser, anläggningsägaren och SvK.

En åtgärd, som hittills inte tillämpats, men som diskuterats inom projektet är att försörja prioriterade elanvändare med reservkraft via särskilda reservkraftsnät (reservkraftsöar). Om detta skulle visa sig vara en lämplig metod måste sådana nät planeras och upprättas i förväg, se vidare kapitel 5.

De åtgärder som prioriterats och kostnadsbedömts inom expertgruppen framgår av tabell 7.1.

Tabell 7.1 Kostnadsbedömningar för planerings- och samordningsåtgärder.

Planerings- och samordningsåtgärder	Löpande kostnad Mkr/år
Planering för att klara elavbrott < 6 timmar	Varje användares eget ansvar
Skapa en samlad bild av total reservkraftkapacitet inom varje län, inklusive anslutningar för mobil reservkraft	2,1
Samordnad revision/underhåll inom branschen	-
Krisplaner, inkl uppgifter om personaltillgång, resurser, omkopplingsmöjligheter mm inom elsystemet	5,0
Skyddsobjektsrevision i samverkan mellan lsty, SvK och anläggningsägaren	1,0
Upprätta så kallade reservkraftsöar	Uppgift saknas

7.2 Samverkan

Samverkan mellan samhällsviktiga verksamheter, med elföretag och myndigheter på olika nivåer ökar möjligheterna att hantera problem till följd av elstörningar. Ett rationellt utnyttjande av tillgängliga resurser förutsätter också samverkan. Ju mer omfattande en elstörning är, desto större krav ställs på samverkan. Samverkan krävs även med kommuner, länsstyrelser och i förekommande fall regeringen. I framtiden torde behovet av samverkan öka och en viktig uppgift är att skapa incitament så att denna samverkan kan ske på frivillig grund. Inom HEL-projektet bedrivs verksamhet som har till syfte att skapa plattformar/mötesplatser för sådan samverkan. Erfarenheterna från vårt projekt visar att sådan verksamhet måste prioriteras. Den typ av samverkan som sker inom ramarna för Cesam och Gotsam³⁴ föreslås av expertgruppen genomföras i hela landet.

Mellan elföretagen har en storstörningsorganisation etablerats, bland annat för samverkan avseende resurser och informationsutbyte vid störningar. Sju storstörningsområden har bildats, som sammanlagt täcker landet. Syftet är att underlätta att resurser kan överföras och samutnyttjas vid stora elstörningar, i första hand sådana som bedöms vara längre än 24 timmar. Organisationen utgör också den nya beredskapsorganisationen inom elområdet.

Vid större elavbrott kan personal som kan reparera och underhålla reservkraftsaggregaten bli en gränssättande resurs. Både användare och elföretag kan komma att konkurrera om samma personal. Expertgruppen anser att man bör sluta avtal om hur personalsamverkan skall genomföras vid sådan personalbrist eller -konkurrens.

³⁴ Samverkansprojekt inom Uppsala respektive Gotlands län.

De åtgärder som diskuterats, prioriterats och kostnadsbedömts inom expertgruppen återges i tabell 7.2.

Tabell 7.2 Kostnadsbedömningar för samverkansåtgärder.

Samverkansåtgärder	Löpande kostnad Mkr/år	Kommentar
Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner länsstyrelser, övriga myndigheter samt med regeringen	21	Cesam och Gotsam anges som modeller
Resurssamordning inom störstörningsorganisationen (organisation för uthållighet)	(20)	Kostnaden anges även i avsnitt 6.3 Reparationer
Avtal om personalsamverkan	-	Gäller främst underhåll och reparation av reservkraftsaggregat

7.3 Information

Både de förberedande och de konsekvenslindrande åtgärderna i den akuta situationen kräver ett fungerande informationsflöde mellan alla engagerade parter och även till enskilda elanvändare och allmänheten. Störstörningsorganisationen bör ha en viktig roll för sådan informationssamverkan och berörda länsstyrelser en annan.

Vid Sveriges Radio finns ett datorbaserat system, det så kallade OJJE-systemet³⁵, för att samla information om infrastrukturstörningar, och som används som underlag för sändningarna. Informationen kommer från olika myndigheter kommuner, företag m fl. Anslutning till systemet är kostnadsfri. Som ett led i att stödja informationsutbytet, särskilt informationen till allmänheten, föreslår expertgruppen att alla elföretag obligatoriskt ansluts till detta system, och att andra verksamheter stimuleras att ansluta sig.

SvK har tillsammans med Svensk Energi tagit fram ett informationssystem, SUSIE, för störstörningsorganisationen. I detta ska respektive nätföretag kunna beskriva nivån av störning inom sitt nätområde och vilka behov av hjälp man har. De nätföretag som inte är drabbade ska kunna uppge vilka resurser som kan ställas till förfogande. Årskostnaden för SUSIE har bedömts till 0,3 Mkr/år, vilket ingår i kostnaderna för störstörningsorganisationen, se avsnitt 6.3.

En föreskrift som anger att elföretagen skall informera länsstyrelsen vid planerade och pågående avbrott har föreslagits inom expertgruppen. Undantagna från denna informationsplikt skulle vara störningar som har endast lokal utbredning, eller som bedöms bli kortare än sex timmar. Länsstyrelser bör också ha informationsansvar till olika verksamheter och företag vid elstörningar. Expertgruppen trycker också på behovet av information till elföretag och samhällsviktiga användare både före och under pågående avbrott. Detta bör ingå i normal verksamhet, men kräver samordning.

De åtgärder som nämns i detta avsnitt medför inga extra kostnader utöver de kostnader som angetts i tidigare kapitel.

7.4 Utbildning och övning

Genom samverkan i exempelvis spel och övningar skapas en uthålligare förmåga, samtidigt som kunskaper byggs upp hos de olika aktörerna. Övningar och spel är viktiga för att upprätthålla och sprida kunskaper om hotbilden och dess förändringar, om den tekniska utveck-

³⁵ Bokstäverna står för initialerna för de personer som startade systemet.

lingen, om förändrad sårbarhet, den internationella utvecklingen på området mm. Slutligen bör nämnas att övningar och spel är ett viktigt hjälpmedel för att skapa en samsyn mellan olika aktörer när det gäller ansvar, samhällsviktighet, prioriteringar mm. Resurser satsas idag på detta av olika aktörer, och det förutsätts att denna nuvarande verksamhet fortsätter i minst oförändrad omfattning.

Lämplig årlig omfattning för att förstärka organisationer för samverkan har av expertgruppen bedömts vara 10 personer från vart och ett av 100 nätbolag, samt sammanlagt 1000 ytterligare personer (elektriker och myndighetsrepresentanter), och att dessa övas 10 tim/år i genomsnitt.

Inom projektet har utbildning av allmänheten diskuterats, som syftar till att höja kunskapsnivån kring beteenden vid elstörningar. Vad som prioriterats av expertgruppen är en övergripande, förberedande information via texter i exempelvis telefonkatalogen, elräkningen eller ”anslagstavlan” i TV. Detta bör ledas eller koordineras av SPF inom ramen för Samverkansområdet Teknisk Infrastruktur (SoTi).

De åtgärder som diskuterats, prioriterats och kostnadsbedömts inom expertgruppen återges i tabell 7.3.

Tabell 7.3 Kostnadsbedömningar för åtgärder vad gäller utbildning och övning.

Åtgärder för utbildning och övning	Löpande kostnad Mkr/år
Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm)	30
Information och utbildning av allmänheten	0,5 – 1,0

7.5 Författningsändringar

Inom detta projekt har det, liksom i andra sammanhang, framkommit att en strikt tillämpning av författningarna på området i vissa fall försvårar eller omöjliggör att resurser som finns inom landet används på bästa sätt vid fredstida störningar inom elförsörjningen.

7.5.1 Prioritering av samhällsviktiga elförbrukare

I denna rapport framförs som ett förslag att man i en bristsituation skall prioritera eltillförseln till de elanvändare som ur samhällets synpunkt betraktas som särskilt viktiga. Sådan prioritering kommer i strid med nuvarande formuleringar i ellagen.

I ellagen anges att en nätinnehavare kan beordras att begränsa eller avbryta eltillförseln till användare om det behövs för att upprätthålla balans mellan eltillförsel och -förbrukning, så kallad manuell förbrukningsfrånkoppling (MFK). Den föreskriver också att denna åtgärd ska genomföras så rättvist som möjligt. Detta har av SvK konkretiserats i en föreskrift³⁶ som säger att sådan frånkoppling bör ske som roterande bortkoppling³⁷. Föreskriften säger också att frånkopplingen ska kunna omfatta minst 50 % av förbrukningen och ske i fem ungefär lika stora steg. Denna frånkoppling utgår inte från användarna eller från samhällets behov, utan enbart från elsystemet och dess uppbyggnad. Ellagen, och de förordningar och föreskrifter som bygger på den, bör ändras så att det blir möjligt att prioritera samhällsviktiga verksamheter och användare, så att dessa i första hand får el vid bristsituationer. Enligt SvK får

³⁶ Affärsverket svenska kraftnätets föreskrifter och allmänna råd om utrustning för förbrukningsfrånkoppling (SvKFS 2001:1).

³⁷ Ofta förutsätts att MFK genomförs som en roterande bortkoppling, RoBo. Därför används begreppen MFK och RoBo ibland synonymt.

MFK bara tillämpas vid extrema situationer, då kraftsystemet inte kan mata all ansluten förbrukning utan risk för en störning, eller att en förbrukningsökning leder till nätsammanbrott.

Ellagen säger också att nätföretag endast har rätt att producera el för att täcka egna nätförluster, samt i mobila reservaggregat vid störningar. Nätföretagen bör få en utvidgad rätt att producera och distribuera reservkraft vid störningar.

7.5.2 Möjlighet att i fredstid använda militära och andra totalförsvarsresurser

Inom projektet har det framförts att det bör vara möjligt att i fredstid använda såväl militära resurser (personal och materiel) som utbildade civilpliktiga reparatörer och driftbiträden vid elstörningar.

Beträffande möjligheterna att använda militära och andra totalförsvarsresurser vid svåra störningar i fredstid ger författningarna olika signaler. Det anges att totalförsvarsresurser ska utformas så att de kan användas även vid svåra situationer i fredstid. Men samtidigt innehåller lagarna formuleringar som innebär att dessa resurser endast ska användas vid höjd beredskap.

I en tidigare FOA-rapport³⁸ görs en grundlig genomgång av de författningar som styr användningen av olika totalförsvarsresurser i fredstid. En viktig slutsats i den rapporten är att lagen om totalförsvar och höjd beredskap ger grunden för hur totalförsvarsresurser kan användas³⁹. Detta genom att lagen definierar begreppet totalförsvar och anger mot vilken bakgrund en beredskapshöjning får vidtas. Totalförsvar definieras som det samlade begreppet för den verksamhet som behövs för att förbereda Sverige för krig. En beredskapshöjning anges kunna ske mot bakgrund av krig, krigsfara, krig utanför Sveriges gränser eller att landet varit i krig eller krigsfara.

I dagsläget är det möjligt att använda fast anställd militär personal och i fred tillgänglig materiel på vissa villkor⁴⁰. Men för många totalförsvarsresurser blir detta i praktiken omöjligt eftersom de endast ska användas vid höjd beredskap, vilket förutsätter krig eller krigshot. För att totalförsvarsresurser fullt ut ska kunna användas vid svåra situationer i fredstid fordras lagändringar.

7.5.3 Ytterligare förslag som kan kräva författningsändringar

De ytterligare förslag som expertgruppen diskuterat och som kan kräva författningsändringar är följande:

- att samtliga samhällsviktiga elanvändare själva ska planera för att klara elavbrott kortare än 6 timmar, t ex genom att lägga om verksamheten eller genom att se till att reservkraft finns tillgänglig
- att elföretag skall informera länsstyrelsen vid större avbrott
- att länsstyrelserna ges uppdraget att löpande ha en samlad bild av den totala reservkraftskapaciteten inom länet, inklusive anslutningar för mobil reservkraft
- att det införs en anmälningsplikt som anger att länsstyrelserna alltid skall informeras när reservkraft anskaffas/installeras
- att kommuner ges möjligheter att göra prioriteringar bland verksamheter inom kommunen

³⁸ Gränsdragning mellan normala störningar och svåra påfrestningar. Diskussion kring ansvar, finansiering, författningar, definitioner mm. Totalförsvarets Forskningsinstitut, oktober 1998, FOA-R--98-00861-170.

³⁹ Lag (1992:1403) om totalförsvar och höjd beredskap.

⁴⁰ Förordning (2002:375) om Försvarsmaktens stöd till civil verksamhet.

- att kommuner ges ökad möjlighet att bedriva verksamhet över administrativa gränser, t ex krisledning över kommungränser
- att eventuella hinder att använda reservkraftsaggregat vid svåra elstörningar på grund av miljöbalken undanröjs
- att ett företagsansvar bör utredas som syftar till att undvika risk för avgrävning av kablar.

8. FÖRSLAG OCH SLUTSATSER

I detta slutkapitel beskriver vi fyra strategier för att förebygga och hantera konsekvenser av störningar i elsystemet samt vilka åtgärder de innebär. Syftet med strategierna är att de ska fungera som grund för vid övergripande avvägningar gällande investeringar i säkerhets- och beredskapsåtgärder inom elförsörjningen. Grundläggande för de strategier som beskrivs är att de samhällsviktiga verksamheterna i möjligaste mån ska kunna försörjas med el så snabbt att elstörningar inte ska ge upphov till oacceptabla konsekvenser för samhället som helhet.

Vi diskuterar och framhåller även några problem och synpunkter som framkommit i studien och som ytterligare bör belysas och studeras.

8.1 Oacceptabla störningstider

För varje *samhällsviktig verksamhet* har expertgruppen bedömt vilka *störningstider* som ger upphov till *oacceptabla konsekvenser för samhället*. Tre verksamheter har identifierats för vilka det bedömts kunna uppstå sådana redan efter 6 timmar, nämligen kommunal teknisk verksamhet, vård och omsorg samt mobiltelefoni. För värme och el för hushåll samt akut-sjukvård bedöms oacceptabla konsekvenser uppträda efter 24 timmar. De flesta övriga verksamheter som ingår i studien⁴¹ bedöms drabbas allvarligt inom intervallet 24 timmar-1 vecka. Konsekvenserna beror till del av årstid och till elstörningens geografiska utbredning. Bedömningen är att gränsen för oacceptabel störningstid för de flesta av de verksamheterna är ett par dygn, för några enstaka 1 à 2 veckor. För vidare information se tabell 4.1.

Expertgruppen har enats om att det åligger respektive verksamhetsansvarig att hantera situationer med elstörningar upp till 6 timmar. Om det uppstår problem redan inom den tiden måste det finnas alternativ till den ordinarie elförsörjningen, som reservkraft, eller planer för att bedriva verksamheten på annat sätt.

Acceptansen i samhället för störningstid är sannolikt olika, beroende på orsaken till störningen. Expertgruppen har därför bedömt gränserna för de *störningstider* som bör betraktas som *oacceptabla* vad gäller *orsaker* och relativt den *geografiska utbredningen*, se tabell 8.1.

Tabell 8.1 Oacceptabla störningstider och utbredningar för olika orsaker.

Orsak	Störningens utbredning ⁴² (N=nationell, R=regional, L=lokal)	Gräns för oacceptabel störningstid
Tekniskt fel	N	3 tim
Tekniskt fel	R, L	6 tim
Felhandlingar	N, R, L	6 tim
Yttre angripare, liten kapacitet	N, R, L	6 tim
Insider, liten kapacitet	N, R, L	6 tim
Insider, stor kapacitet	N, R	6 tim
Insider, stor kapacitet	L	1 dygn
Svåra naturrelaterade händelser	N, R, L	1 dygn
Extrema naturrelaterade händelser	N	3 dygn
Extrema naturrelaterade händelser	R, L	1 vecka
Yttre angripare, stor kapacitet	N, R, L	1 vecka

⁴¹ 112-larm, ordning och säkerhet, information och kommunikation inkl ledning (resterande delar), djurhållning, räddningstjänst, livsmedelsförsörjning, betalningsförmedling, industriell försörjning, transporter och drivmedel.

⁴² Nationell utbredning behöver inte omfatta hela nationen utan definieras som störningar som drabbar flera regioner.

Av ovanstående redovisning framgår att de acceptabla störningstiderna för orsakerna extrema naturrelaterade händelser och för yttre angripare med stor kapacitet (väpnade angrepp) överstiger de oacceptabla störningstiderna för flertalet samhällsviktiga verksamheter. Detta innebär att elstörningar pga dessa orsaker inte kan hanteras fullt ut med åtgärder inom elsystemet utan att det uppstår oacceptabla konsekvenser för samhället. Störningarna måste alltså kunna hanteras med kompletterande åtgärder utanför elsystemet.

8.2 Fyra olika strategier

Vi ger här förslag på fyra strategier med följande huvudsakliga inriktningar:

- Ökad reservkraft för användare
- Ökad möjlighet att prioritera användare genom tekniska styråtgärder
- Ökad robusthet i elsystemet
- Snabbare återställande av elsystemet.

Varje strategi innehåller kombinationer av de olika åtgärder som har prioriterats och kostnadsbedömts av expertgruppen (se kapitel 5, 6 och 7). Avsikten är att ange kostnader med en för denna studie tillräcklig precision. Avsikten med varje strategi är att den ska vara heltäckande, dvs att den i möjligaste mån ska undanröja risken för att elstörningar ger upphov till oacceptabla konsekvenser för de samhällsviktiga verksamheterna. Detta innebär att vissa åtgärder förekommer i flera strategier.

8.2.1 Ökad reservkraft för användare

Syftet med strategin är att de samhällsviktiga användarna får el via reservkraft så snabbt att oacceptabla samhällskonsekvenser inte uppkommer. Reservkraft till användarna kan lösas på principiellt tre olika sätt: stationära reservkraftsaggregat, mobila reservkraftsaggregat och förberedda inkopplingar eller inkoppling till ett särskilt reservkraftsnät, en så kallad reservkraftsö. Ambitionsnivåerna nedan innehåller kombinationer av stationär och mobil reservkraft beroende på typ av verksamhet, användarnas effektbehov samt tidskrav.

I strategin lämnar vi förslag till fyra olika ambitionsnivåer. De olika ambitionsnivåerna är följande:

- Reservkraft för alla samhällsviktiga verksamheter till 100 % täckning⁴³
- Reservkraft för alla samhällsviktiga verksamheter enligt ett reducerat förslag
- Reservkraft för de tre mest tidskritiska verksamheterna till 100 % täckning
- Reservkraft för de tre mest tidskritiska verksamheterna enligt ett reducerat förslag.

De reducerade förslagen bygger på resonemanget att antalet mobila aggregat kan begränsas, då de kan flyttas dit de bäst behövs. Reduktionen utgår från antagandet att störningen inte har en utbredning som omfattar mer än ett par regioner, och att aggregat kan hämtas från ej drabbade områden om ett avbrott varar länge. En längre störning antas alltså inte få större geografisk utbredning. Reduktionen utgår också från antagandet att en störning med stor geografisk utbredning, större än flera regioner, inte varar längre än 24 timmar.

Resonemangen medför att det skulle vara rimligt att satsa på förberedda anslutningar och mobila reservkraftaggregat för flera av verksamheterna. I kapitel 5 beskrivs respektive verksamhet och dess behov av samt typ av reservkraft.

Ambitionsnivåerna med tillhörande kostnader för reservkraft framgår av tabellerna 8.2 - 8.5.

⁴³ Med termen 100 % täckning avses att de delar av verksamheten som bedömts vara prioriterade fullt ut försörjs med reservkraft. 100 % täckning innebär alltså inte att hela verksamheten försörjs med reservkraft.

Tabell 8.2 Kostnadsbedömning för reservkraft till **alla** samhällsviktiga verksamheter, **100 % täckning**. För kommunal teknisk försörjning används kostnaden där alla anläggningar har stationära aggregat.

Åtgärd	100 % täckning Total investeringskostnad Mkr	100 % täckning Total underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft	200	-
Stationär reservkraft	5 228	144
Förberedd anslutning	277	-
Mobil reservkraft	2 651	89
Summa	8 356	233

Mest kostnadskrävande i sammanställningen är vattenrening och avloppshantering, vårdhem mm, akutsjukhus och vårdcentraler samt de mobila och fasta telekommunikationerna.

Tabell 8.3 Kostnadsbedömning för reservkraft till **alla** samhällsviktiga verksamheter i ett **reducerat** alternativ.

Åtgärd	Reducerat alternativ Total investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Total underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft	200	-
Stationär reservkraft	4 616	128
Förberedd anslutning	330	-
Mobil reservkraft	1 261	45
Summa	6 407	173

Tabell 8.4 Kostnadsbedömning för reservkraft till **de tre mest tidskritiska** verksamheterna (kommunal teknisk försörjning, vård och omsorg samt mobiltelefoni), **100 % täckning**. För kommunal teknisk försörjning används kostnaden där alla anläggningar har stationära aggregat.

Åtgärd	100 % täckning Total investeringskostnad Mkr	100 % täckning Total underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft	200	-
Stationär reservkraft	3 428	129
Förberedd anslutning	39	-
Mobil reservkraft	570	17
Summa	4 237	146

Dessa tre verksamheters elbehov har också beräknats i ett reducerat alternativ, genom att mobila aggregat inte anskaffas för full täckning. Tabell 8.5 visar denna reducerade variant.

Tabell 8.5 Kostnadsbedömning för reservkraft till **de tre mest tidskritiska** verksamheterna (kommunal teknisk försörjning, vård och omsorg samt mobiltelefoni) i ett **reducerat** alternativ.

Åtgärd	Reducerat alternativ Total investeringskostnad Mkr	Reducerat alternativ Total underhållskostnad Mkr/år
Avbrottsfri kraft	200	-
Stationär reservkraft	2 816	113
Förberedd anslutning	92	-
Mobil reservkraft	405	14
Summa	3 513	127

Reservkraft via särskilt reservkraftsnät, som vi kallat reservkraftsöar, är ett intressant förslag för de situationer där det finns flera användare inom en viss radie. Sådana reservkraftsöar skulle kunna tillhandahållas av elföretagen eller byggas upp av användare. Detta förslag har det inte varit möjligt att kostnadsbedöma inom ramen för denna rapport. Förslaget är intressant att studera vidare, då det torde kunna utgöra en kostnadseffektiv lösning.

Utöver dessa reservkraftsåtgärder krävs inom denna strategi: *förstärkta förberedande åtgärder för krisplanering inom respektive verksamhet, spel och övningar inom och mellan företag, myndigheter mm.* Dessa åtgärder har bedömts ingå i de ordinarie verksamheterna. Vidare fordras *samverkan och informationsutbyte mellan verksamheter, elföretag, kommuner, länsstyrelser, att länsstyrelser ska ha en samlad bild av reservkraftskapaciteten samt utbildning av allmänheten.* Detta ger sammantaget en löpande kostnad på cirka 24 Mkr/år.

En ökad planering av reservkraftsaggregat medför extra kostnader för administration avseende exempelvis lokalisering och utplacering, underhåll mm. Dessa kostnader har vi inte beaktat i studien, men åtgärderna måste rimligen ingå i strategin för att den ska vara heltäckande.

De totala kostnaderna för strategins fyra ambitionsnivåer ligger inom intervallet 3 513 - 8 356 Mkr i investeringskostnad och 151 - 257 Mkr/år i löpande kostnad.

Strategin "Ökad reservkraft för användare" strävar efter att tillgodose elförsörjningen av samhällsviktiga användare innan den ordinarie elförsörjningen har återställts. Ambitionsnivån med 100 % täckning för alla samhällsviktiga verksamheter innebär att samtliga orsaker till elstörningar kan hanteras utan att det uppstår oacceptabla konsekvenser för dessa verksamheter. Det är endast denna ambitionsnivå som är heltäckande. Samtliga övriga ambitionsnivåer innebär risktagande i olika grad. De mellersta ambitionsnivåerna innebär att en elstörning som har nationell omfattning och varar längre än 24 timmar inte kan hanteras fullt ut. Den fjärde ambitionsnivån innebär att inte ens de tre mest tidskritiska verksamheterna kan förses fullt ut med reservkraft om elstörningen har nationell omfattning.

8.2.2 Ökad möjlighet att prioritera användare genom tekniska styråtgärder

Avsikten med denna strategi är att genom tekniska styråtgärder i kombination med reservkraft hos användaren kunna försörja samhällsviktiga användare vid effektbrist. Åtgärderna gör det möjligt att välja mellan prioriterade och oprioriterade användare. Strategin förutsätter en fungerande om än otillräcklig krafttillförsel till det aktuella området, samt att distributionen fungerar inom det område där prioriteringarna ska göras. Dessutom fordras kunskap om vilka de prioriterade användarna är, var de ligger geografiskt och vilka effektbehov de har. Detta innebär också indirekt kunskap om vilka de oprioriterade objekten är och vilka som därmed bör kunna kopplas bort. Dessa kunskaper föreslår vi att länsstyrelserna samordnar.

Styrningen kan genomföras på olika nivåer i elsystemet. Vi beskriver följande tre styρνivåer:

- Bortkoppling av elanvändare genom brytmöjligheter i mätare hos varje abonnent
- Bortkoppling av nätstationer
- Bortkoppling av ledningar i mellanspänningsnäten - enskilda fack i fördelningsstationer.

Det finns ett samband mellan val av styρνivå och behovet av reservkraft hos användaren. Val av styρνivå nära kunden ger ett mindre behov av reservkraft, eftersom möjligheten att prioritera enskilda elkunder ökar. Styρνivå längre från kunden, dvs på högre nivå i elnätet, ger större "svinn" av el till oprioriterade användare. För att undvika detta svinn kan vissa områden kopplas bort helt och viktiga användare i området behöver då reservkraft.

Bedömda kostnader i hela landet för dessa styråtgärder framgår av tabell 8.6.

Tabell 8.6 Bedömda totala kostnader för tekniska styråtgärder i olika ambitionsnivåer.

Nivå för styråtgärd	Total investeringskostnad Mkr
Abonnentnivå	21 000
Nätstation	7 500
Ledningar i mellanspänningsnäten/fack	2 000

Vi anser att det i denna strategi även skall ingå *reservkraftsåtgärder* för de tre mest tidskritiska verksamheterna, om man väljer styρνivåerna ”nätstation” och ”mellanspänningsnät”, däremot inte vid styrning på abonnentnivå. Kostnaden för reservkraft till verksamheterna *kommunalteknisk verksamhet, vård och omsorg, och mobiltelefoni med 100 % täckning* är 4 237 Mkr i investeringskostnad och 146 Mkr/år i underhållskostnad. I *en reducerad variant* blir motsvarande kostnader 3 513 Mkr respektive 127 Mkr/år (se tabeller 8.4 och 8.5).

Strategin kräver *författningsändringar* vad gäller rätten att prioritera användare i fred om den ska kunna tillämpas. Länsstyrelserna bör ha ansvaret för den planering som fordras. Utöver detta krävs *förstärkta förberedande åtgärder* vad gäller informationssamverkan, krisplanering, spel och övningar, att länsstyrelser har en samlad bild över den totala reservkraftskapaciteten samt utbildning av allmänheten till en löpande kostnad av cirka 59 Mkr/år.

Strategin innehåller därmed 5 ambitionsnivåer. Kostnaderna ligger inom intervallet 5 513 - 21 000 Mkr i investeringskostnad och 59 - 205 Mkr/år i löpande kostnad.

Strategin ”Ökad möjlighet att prioritera användare genom tekniska styråtgärder” ger möjlighet att med sina olika ambitionsnivåer försörja de samhällsviktiga verksamheterna med el vid situationer med effektbrist genom kombinationen av styråtgärder och reservkraft. Förutsättningar för strategin är dock att krafttillförsel finns, om än otillräcklig, samt att distributionen fungerar inom det aktuella området. Jämfört med övriga strategier ställs större krav på uppdatering av planer mm.

Vid omfattande elstörningar kan lokal och regional ö-drift vara lämpliga metoder att försörja användare med el inom begränsade geografiska områden. Denna åtgärd kan vara lämplig att vidta tillsammans med prioriteringar av viktiga användare, även om den inte tagits med inom ramen för denna strategi. Kostnaden för att förstärka möjligheterna till lokal och regional ö-drift har bedömts vara 2 000 - 3 000 Mkr i investeringar och 4-6 Mkr löpande per år. I så fall måste man dock beakta att det tar viss tid att etablera ö-drift, varför tidskritiska verksamheter behöver reservkraft under etableringstiden.

Vid effektbrist kan också avtal om bortkoppling av last vara ett sätt att frivilligt minska effektuttaget för oprioriterade användare. Denna åtgärd har i dagsläget bedömts kosta 25 Mkr.

8.2.3 Ökad robusthet i elsystemet

Strategin att öka robustheten i elsystemet syftar till att minska elsystemets utsatthet för elstörningar eller att minska elstörningarnas omfattning genom att stärka elsystemet fysiskt och logiskt. Med tanke på de hårda tidsgränserna (tabell 8.1) både för tekniska fel, naturrelaterade händelser och antagonistiska orsaker har åtgärder prioriterats som innebär en satsning med följande inriktningar:

- Skydd av stationer, driftcentraler och kommunikationer
- Skydd av distributionsnät
- Skydd av både stationer, driftcentraler, kommunikationer samt distributionsnät.

Av tabell 8.7 framgår de åtgärder med åtföljande kostnader som tillsammans stärker stationer, driftcentraler och kommunikation mot framförallt tekniska fel och antagonistiska hot. Tabell 8.8 visar på bedömda kostnader avseende den fysiska stärkningen av lokal- och lågspänningsnät.

Tabell 8.7 Bedömda totala kostnader för att fysiskt och logiskt stärka stationer, driftcentraler och kommunikation.

Prioriterade åtgärder	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Skydd av elsystemet mot olika typer av antagonistiska hot	175	7
Reserver samt viss dubblering i driftcentraler för elnät på nationell och regional nivå samt för produktion	600	-
Kommunikationer genom opto/radiolänk - nationell nivå	15	-
Kommunikationer genom opto/radiolänk - regional nivå	400	-
Kommunikationer genom opto/radiolänk - lokal nivå	2 000	-
Summa kostnadsbedömning	3 190	7

Kostnader för nya och förstärkta kommunikationer varierar kraftigt beroende på nivå i elsystemet. En ökad satsning på förstärka kommunikationer har även stor betydelse för återställande av elsystemet.

Tabell 8.8 Bedömda totala kostnader för att fysiskt stärka distributionsnäten.

Prioriterad åtgärd	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Isolerade ledare och robusta stolpar i lokal- och lågspänningsnät	46 400	-

En fysisk stärkning av distributionsnäten skyddar framförallt mot naturrelaterade händelser. Åtgärden med byte till isolerade ledare är mycket kostsam om den genomförs i sin helhet, men redovisas i strategin. En annan åtgärd att skydda lokal- och lågspänningsnät mot naturrelaterade händelser, och även mot antagonistiska hot, är kablifiering. En fullständig kablifiering i hela landet bedöms kosta 340 000 Mkr i investering, vilket måste betraktas som en ytterlighet. I sin helhet måste båda åtgärderna betraktas som alltför kostsamma ställda i relation till andra åtgärder, såsom en ökad satsning inom strategin ”Snabbare återställande av elsystemet”. Endera av åtgärderna kan dock vara lämpligt att vidta i särskilt utsatta områden.

I vilken omfattning reservkraft behövs hos de samhällsviktiga verksamheterna hänger givetvis samman med omfattningen på den fysiska och logiska stärkningen av elsystemet. *Reservkraft* torde dock vara nödvändig för de tre mest tidskritiska verksamheterna inom samtliga tre inriktningar: *kommunalteknisk verksamhet, vård och omsorg och mobiltelefoni*. Kostnaden för reservkraft till dessa tre verksamheter *med 100 % täckning* är 4 237 Mkr i investeringskostnad

och 146 Mkr/år i underhållskostnad. I en reducerad variant blir motsvarande kostnader 3 513 Mkr respektive 127 Mkr/år (se tabeller 8.4 och 8.5).

Utöver dessa åtgärder krävs förstärkta förberedande åtgärder vad gäller informationssamverkan, krisplanering, spel och övningar, att länsstyrelser har en samlad bild över den totala reservkraftskapaciteten samt för utbildning av allmänheten till en kostnad av cirka 59 Mkr/år.

Strategin innehåller totalt 6 ambitionsnivåer och kostnaderna ligger inom intervallet 6 703 – 53 827 Mkr i investeringskostnad och 193 - 212 Mkr/år i löpande kostnad.

Strategin "Ökad robusthet i elsystemet" ger sammantaget en ökad robusthet inom stationer, driftcentraler och distributionsnät. Strategin svarar dock inte helt upp mot kravet att den är heltäckande, dvs att den fullt ut undanröjer risken för att elstörningar ger upphov till oacceptabla konsekvenser. Detta på grund av att det är orimligt att skydda luftledningar mot alla antagonistiska hot. Strategin kräver därför reservkraft för som minst de tre mest tidskritiska verksamheterna.

En fysisk stärkning av stamnätet kan ske genom en uppgradering av dimensioneringskriteriet för delar av landet, vilket bedöms kosta 6 000 Mkr. Vi ifrågasätter emellertid om denna åtgärd hör hemma bland de åtgärder som vidtas för svåra störningar.

Tillgången till stora reservkraftanläggningar som finns i beredskap, är en åtgärd som ökar robustheten. De har en uppstarttid på 48 timmar och får betydelse under längre störningsförlöpp. Löpande kostnad för dessa har bedömts till 700 Mkr per år, en uppgift som utgår från dagens situation och kostnad. Åtgärden bör beaktas även om den inte tagits med inom ramen för denna strategi.

Ju robustare elsystemet görs, desto mindre torde behovet av produktion nära användaren bli. En stärkning med de ambitioner som nämnts ovan ger alltså större flexibilitet avseende produktionen. Nyproduktion i södra Sverige innebär en ökad robusthet och minskar beroendet av de långväga överföringarna. Nyproduktion har givetvis betydelse vid svåra störningar, men är en åtgärd som föreslås utifrån andra grunder än för säkerhet och beredskap.

8.2.4 Snabbare återställande av elsystemet

Syftet med strategin är att återställa elsystemet så snabbt efter en elstörning att oacceptabla störningstider inte uppstår. För detta beskrivs åtgärder i följande två nivåer:

1. Utökad reparationskapacitet och -samordning inklusive nytt talkommunikationssystem baserat på Mobitex
2. Nivå 1 utökad med åtgärder för att säkerställa kommunikation för mät- och styrdata.

Bedömda kostnader för dessa reparations- och kommunikationsåtgärder framgår av tabell 8.9.

Tabell 8.9 Totala bedömda kostnader avseende reparationsåtgärder och åtgärder för förbättrad talkommunikation.

Prioriterade åtgärder i nivå 1	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Utökad reparationskapacitet och reparationssamordning	1 020	112
Nytt talkommunikationssystem baserat på Mobitex	200	2,7
Summa kostnadsbedömning nivå 1	1 220	115

För nivå 2 ska de bedömda kostnaderna i tabell 8.9 utökas med kostnader för kommunikationsåtgärder för mät- och styrdata, se tabell 8.10.

Tabell 8.10 Totala bedömda kostnader avseende reparationsåtgärder och åtgärder för förbättrad kommunikation.

Prioriterade åtgärder i nivå 2	Investeringskostnad Mkr	Löpande kostnad Mkr/år
Åtgärder i nivå 1	1 220	115
Kommunikationer genom opto/radiolänk - nationell nivå	15	-
Kommunikationer genom opto/radiolänk - regional nivå	400	-
Kommunikationer genom opto/radiolänk - lokal nivå	2 000	-
Summa kostnadsbedömning nivå 2	3 635	115

I vilken omfattning reservkraft behövs hos de samhällsviktiga verksamheterna beror givetvis på hur snabbt elsystemet kan återställas. Risken för elstörningar i intervallet 6 - 24 timmar kan knappast helt undanröjas även om samtliga åtgärder i nivå 2 vidtas. *Reservkraft* torde därför vara nödvändig för de tre mest tidskritiska verksamheterna: *kommunalteknisk verksamhet, vård och omsorg* och *mobitelefon*. Kostnaden för reservkraft till dessa tre verksamheter *med 100 % täckning* är 4 237 Mkr i investeringskostnad och 146 Mkr/år i underhållskostnad. I *en reducerad variant* blir motsvarande kostnader 3 513 Mkr respektive 127 Mkr/år (se tabeller 8.4 och 8.5).

Lokal och regional ö-drift bör ses som en aktiv del vid återstart av stamnätet i händelse av ett nationellt sammanbrott och bör därför ingå i denna strategi. Den totala kostnaden för förstärkta åtgärder vad gäller *lokal och regional ö-drift* bedöms utgöra 2 000 - 3 000 Mkr i investeringskostnad och 4-6 Mkr i löpande kostnad per år.

I strategin krävs också *förstärkta förberedande åtgärder vad gäller informationssamverkan, krisplanering, spel och övningar, en samlad bild över den totala reservkraftskapaciteten hos länsstyrelser samt utbildning av allmänheten* krävs också till en kostnad av cirka 59 Mkr/år.

Strategin innehåller därmed 4 ambitionsnivåer. Kostnaderna ligger inom intervallet 6 733 – 10 872 Mkr i investeringskostnad och 305 - 326 Mkr/år i löpande kostnad.

Med strategin "Snabbare återställande av elsystemet" bedöms det i stort vara möjligt att hantera samtliga orsaker till elstörningar så att oacceptabla störningstider inte uppkommer. De acceptabla störningstiderna för orsakerna yttre angripare med stor kapacitet och extrema naturrelaterade händelser har dock bedömts vara längre än de oacceptabla störningstiderna för de flesta verksamheterna. Risk finns därmed för att inte alla samhällsviktiga användare kan försörjas fullt ut, då reservkraft endast har prioriterats till de tre mest tidskritiska verksamheterna.

8.2.5 Viktiga aspekter kring strategierna

I projektet har man enats om att elstörningar kortare än 6 timmar inte leder till svåra konsekvenser för samhället. Allvarliga konsekvenser bedöms dock kunna uppkomma för olika verksamheter i sig. Enighet råder om att det måste åligga respektive användare att hantera sådana störningar. Tre verksamheter som drabbas av allvarliga störningar redan inom denna tid har identifierats, nämligen delar inom kommunalteknisk verksamhet och vård och omsorg samt mobitelefon.

Beroende av vilken ambitionsnivå som väljs inom respektive strategi görs olika risktaganden. Alla strategier och ambitionsnivåer innebär ett visst risktagande, förutom ambitionsnivån i den första strategin med reservkraft till 100 % täckning för alla samhällsviktiga verksamheter. Vilken säkerhet som fås genom att införa ökade tekniska styrmöjligheter beror på vald styrnivå. En ökad robusthet inom elsystemet beror på omfattningen av den fysiska och logiska stärkningen inom stationer, driftcentraler, kommunikationer och inom näten. Likaså beror återställningstiden efter störning på satsningarnas omfattning vad gäller reparationsåtgärder, kommunikationer mm. Med beaktande av detta risktagande har vi i alla strategier föreslagit reservkraft till åtminstone de tre mest tidskritiska verksamheterna. Reservkraft kan därmed sägas utgöra en bas i samtliga strategier, och som kan reduceras genom att ytterligare andra åtgärder vidtas, exempelvis styråtgärder, skydd mot antagonistiska hot, utökad reparationskapacitet.

De andra samhällsviktiga verksamheterna har gränser för oacceptabel störningstid som ligger inom intervallet ett till ett par dygn. Man måste observera att det finns orsaker där expertgruppen anser att man måste acceptera störningar i intervallet 3 till 7 dygn och med nationell utbredning, nämligen extrema naturrelaterade händelser och en yttre angripare med stor kapacitet. Inträffar en sådan störning så finns risk att strategierna inte kommer att vara tillräckliga om en reducerad reservkraftskapacitet väljs. Viktigt att notera är att en nationell utbredning i denna studie inte måste omfatta hela Sverige, utan definieras som situationer då flera regioner drabbas. Även andra orsaker än de två ovannämnda kan leda till omfattande konsekvenser, men expertgruppen har bedömt dessa som oacceptabla och beaktat dem vid valet av åtgärder.

8.3 I studien framkomna viktiga problem och synpunkter

I detta avsnitt redovisar vi kortfattat några problem och synpunkter som framkommit i studien och som vi anser det viktigt att ytterligare belysa och studera.

8.3.1 Möjlighet att prioritera användare

En viktig del i studien har varit att belysa olika samhällsviktiga verksamheters behov av elförsörjning. Prioritering av vissa verksamheter, och därmed vissa elanvändare, innebär samtidigt att andra verksamheter inte prioriteras, vilket gör frågan känslig. Det är idag inte tillåtet för elleverantörer att i fredstid prioritera användare. Det är dock tydligt att en prioritering kan minska risken för att samhället drabbas av oacceptabla konsekvenser. Sådan prioritering kan vara lämplig att tillämpa vid effektbrist, och även under återställandearbetet efter en elstörning. Därför anser vi det viktigt att finna juridiska lösningar som möjliggör prioriteringar även i fred.

Korrekt prioritering kräver planering och stor kunskap om vilka elbehov olika abonnenter har. Dessa behov förändras i takt med att olika verksamheter förändras, vilket medför att planer snabbt blir inaktuella och måste uppdateras. Planering för prioritering måste ske kontinuerligt och i nära samverkan med de olika verksamheterna och nätbolagen. Vi föreslår att länsstyrelserna ansvarar för denna planering.

8.3.2 Det ömsesidiga el- och teleberoendet

Det finns ett ömsesidigt beroende mellan elförsörjning och telekommunikationer. Utan elförsörjning får delar av telesystemen snabbt problem. Inom elsystemet används tele- och datakommunikationer för drift och övervakning av elnät och elproduktionsanläggningar och dessa kommunikationer har även stor betydelse vid återställande efter elstörningar. Elföretag har ofta egna telenät för drift och övervakning, men använder i stor utsträckning även de publika data- och telenäten. Framförallt är beroendet av mobiltelefoni stort i samband med underhåll

och reparationer av elnäten. Därför är det viktigt att mobiltelefonisystemen fungerar även vid störningar i elförsörjningen.

I studien har det konstaterats att störningar i elsystemet på upp till 6 timmar i princip måste accepteras, då det är svårt att hinna vidta nödvändiga åtgärder på kortare tid. I dagsläget klarar inte mobiltelefonisystemen ett 6 timmars elavbrott, utan får problem redan efter ett par timmar, då de inte har reservkraft i tillräcklig utsträckning. Därmed riskerar reparationer i elnäten att försvåras och försenas då reparatörer står utan nödvändiga telekommunikationer.

8.3.3 Särskilda reservkraftnät

I projektet har vi diskuterat möjligheten att bygga upp särskilda elnät så att flera elanvändare kan utnyttja samma reservkraftsaggregat. Expertgruppen anser det olämpligt att använda det ordinarie elnätet till detta, men att särskilda reservkraftsnät bör vara möjliga. Dessa bör då utformas som avgränsade reservkraftsöar, eftersom aggregaten har begränsad kapacitet och på grund av säkerhetsbestämmelser. Detta förslag anser vi skulle vara ett intressant alternativ för att minska kostnaderna för reservkraft. Förslaget bör studeras ytterligare.

8.3.4 Fjärrvärme

Fjärrvärme är en del av den kommunaltekniska verksamheten och torde även den vara högt prioriterad. Fjärrvärmeproduktion är elberoende, liksom pumpar i distributionssystemet. Inom ramen för denna studie har det dock inte varit möjligt att behandla fjärrvärmen, varför vi här inte kan lämna förslag på åtgärder. Behovet av reservkraft för fjärrvärme bör studeras vidare och kopplas till studier som pågår på annat håll.

8.3.5 Problematik kring reservkraft

För att hantera konsekvenser av elstörningar kan samhället tvingas förlita sig till reservkraftsåtgärder. Dessa åtgärder har i studien framstått som mycket viktiga. De mobila aggregaten måste transporteras till de platser där de behövs och dessutom krävs transporter för reservdelar samt för underhålls- och reparationspersonal. Verksamheten transporter och drivmedel får därför extra stor betydelse i samband med elstörningar. Bränsletransporter bör studeras ingående om reservkraft prioriteras.

I studien har påpekats att bränsletankar till större stationära aggregat vanligtvis inte fylls helt på grund av kostnaden. Ett förslag som framkommit från expertgruppen är att beskattningen av detta bränsle sänks, så att ett fullt utnyttjande blir mindre kostnadskrävande.

Strategier med reservkraftsåtgärder kräver omfattande planering framförallt för lagring av aggregat och transporter vid utplacering. De måste dessutom underhållas och provköras regelbundet, så att risken för felfunktion reduceras.

8.3.6 Samordning av underhålls- och revisionsarbete

Vid elavbrottet den 23 september 2003 pågick revisionsarbete i flera kärnkraftverk samtidigt som flera kraftledningar och internationella kablar var avställda. I södra Sverige hade alltså såväl elproduktionen som överföringen nedsatt kapacitet. Detta anges som ett skäl till att avbrottet fick så stor omfattning. Händelsen visar att planering av större underhållsåtgärder bör samordnas på ett bättre och säkrare sätt.

8.3.7 Användning av störningsreserven

För att kompensera för bortfall av produktion finns en störningsreserv. Störningsreserven delas in i nivåerna; momentan, snabb och långsam. Den momentana störningsreserven skall kunna kompensera för störningar direkt, den snabba skall kunna kopplas in med kort förvarning, varefter den långsamma kopplas in efter en tids förberedelse. Då man tvingas

utnyttja den momentana reserven skall den snabba aktiveras för att på så sätt frigöra den momentana. I diskussionerna inom studien framkom att man ibland av ekonomiska skäl väntar med att koppla in de snabba reserverna. Detta minskar marginalerna för hantering av störningar vilket är synes olämpligt, eftersom det ökar risken för effektbrist.

8.3.8 Incitament för säkerhets- och beredskapsarbete

Nätnyttomodellen ska vara ett hjälpmedel för Energimyndigheten att bedöma om företag tar ut rimliga nättariffer. Under studien framkom synpunkten att nätnyttomodellen endast tar hänsyn till ett kortsiktigt kundperspektiv och inte beaktar faktiskt viktiga åtgärder i elnäten. Därmed finns risk att ett mer långsiktigt arbete för säkerhet och beredskap motverkas, något som då medför att redundansen i näten minskar framgent. Vi anser det viktigt att det finns incitament för nätföretagen att genomföra satsningar på säkerhet och beredskap.

8.3.9 Manuell fränkoppling

Åtgärden MFK har diskuterats men har inte prioriterats av expertgruppen, trots att den finns beskriven i författningar. Hur användarna drabbas av MFK varierar. För somliga användare är MFK mer eller mindre likvärdigt med elavbrott, eftersom deras verksamhet inte fungerar under sådana förhållanden. För vissa industrier kan detta resultera i långvariga driftstopp och skador på produktionsanläggningar. Andra funktioner klarar sig relativt bra vid MFK, som vattenrening, uppvärmning, äldrevård, livsmedelslager m fl. Om MFK måste tillgripas är det mycket viktigt att drabbade användare förvarnas, så att de kan planera och eventuellt avveckla sin verksamhet under kontrollerade former.

ORDLISTA

10-årshändelse	En händelse som statistiskt sett inträffar vart tionde år.
AHP	Analytical Hierarchy Process. En metod för värdering av olika alternativ.
HEL-projektet	Helhetssyn för elförsörjningens säkerhet och beredskap. Ett regeringsuppdrag till Energimyndigheten.
Kablifiering	Ersätta luftledning med nedgrävd kabel.
Lokalnät	I denna studie har vi med lokalnät avsett nät med spänningsnivå på 12 – 24 kV.
Lågspänningsnät	I denna studie har vi med lågspänningsnät avsett nät med spänningsnivå mindre än 1 kV.
MA	Morfologisk analys
Mellanspänningsnät	Lokalnät
MFK	Manuell fränkoppling (se även RoBo)
Mobitex	Mobitex är en öppen och internationell standard för trådlös överföring av information.
N-1-kriteriet	Nordels nätdimensioneringsregler. Kriteriet innebär i princip att bortfall av en enstaka komponent inte får orsaka annat än lokala konsekvenser.
Nätnyttomodellen	Ett verktyg framtaget av Energimyndigheten för att bedöma om nätföretagens tariffer är skäliga eller inte.
OJJE	Ett datorbaserat system vid Sveriges Radio för att samla information om infrastrukturstörningar, vilka används som underlag vid sändningar. OJJE är initialerna på systemets upphovsmän.
Regionnät	I denna studie har vi med regionnät avsett nät med spänningsnivå på 40 – 130 kV
RoBo	Roterande bortkoppling. Ofta förutsätts att MFK genomförs som en roterande bortkoppling, RoBo. Därför används begreppen MFK och RoBo ibland synonymt.
Radiolänk	Trådlös överföring där informationen överförs via en kedja av radiosändare och mottagare med riktade antenner vid frekvenser över 30 MHz.
Stamnät	Nät med spänningsnivå på 220 – 400 kV.
Störningsreserv	Elproduktionsreserv att använda vid störningar i elproduktionen, indelas i momentan, snabb, långsam.
SUSIE	Datorbaserat system för informationssamverkan inom storstörningsorganisationen.
Svartfiber	Optisk fiber som tillhandahålls utan den utrustning som är nödvändig för kommunikation.
UPS	Uninterruptible Power Supply. Avbrottsfri kraft.
Ö-drift	Drift av större eller mindre elnät skiljda från det övriga nätet. Ö-drift förutsätts byggas upp kring produktionsanläggningar inom området.

LITTERATURLISTA

Analyse av sårbarhetsreducerende tiltak innen kraftforsyningen. Fridheim Håvard, Betten Stian, Rodal Gry Hege, Rodal Siv Kjersti, Rutledal Frode. FFI/RAPPORT – 2001/01864 (Begrenset)

Avvägningar mellan olika säkerhets- och beredskapsåtgärder. Exemplet elförsörjning. (2003) Anna-Lena Lökvist Andersen, Svante Barck-Holst, Per Ånäs. Rapportmanus under bearbetning.

Beredskap på en avreglerad elmarknad. Inträdesanförande i Kungliga Krigsvetenskapsakademien. Folke Pärnerteg 2001-09-18

Det robusta sjukhuset. Socialstyrelsen (2002)

Elanvändarnas ambitioner och krav vid svåra elstörningar. Rapport från användargruppen inom HEL-projektet (2003)

Elavbrotten i Auckland. Staffan Molin, Georg Fischer. FOI-R--0102--SE (2001)

Elavbrottet 23 september 2003 – händelser och åtgärder. Svenska Kraftnät Rapport Nr 1:2003 (2003)

Elbehov och elförsörjning i krig. Arbetsmodell för prioritering av objekt. Christina Frost. FOA-D--94-00053-8.6--SE (1994)

Elförsörjningens säkerhet och beredskap. Seminarium 24-25 januari 2002. Sammanställning och analys av scenariodiskussioner. Christina Frost, Anna-Lena Lökvist Andersen (2002)

El till vad? Sammandrag av huvudrapport. EPIK-Energiproblem i krig. Christina Frost, Staffan Molin. FOA-R--94-00022-1.2--SE (1994)

En sårbar kraftforsyning - sluttrapport etter BAS3. Fridheim Håvard, Hagen Janne, Henriksen Stein. FFI/RAPPORT – 2001/02381

EPIK – Energiproblem i krig. Christina Frost, Marie Jungmar, Ulf Pettersson, Staffan Molin. FOA rapport CH 10075 (hemlig) (1994)

Fysiskt grundskydd, Vägledning. Svenska Kraftnät, Svensk Energi

Gränsdragning mellan normala störningar och svåra påfrestningar. Diskussion kring ansvar, finansiering, författningar, definitioner mm, Christina Frost, Per Ånäs. FOA-R--98-00861-170--SE (1998)

Informationsteknik i sjukvård och sjukvårdsanläggningar. Sjukvård – inte vara på sjukhus. Verksamhetens beroenden av tekniska funktioner. Två pilotprojekt i Östergötland. Ett uppdrag från Socialstyrelsen. Landstinget i Östergötland. LiÖ 2002-1440 (2002)

Infrastrukturens sårbarhet och säkerhet. Angrepp mot el och tele. Sabotage och terrorism. Christina Frost, Per Ånäs. FOA-RH--99-0412-170 (hemlig) (1999)

Infrastrukturens sårbarhet och säkerhet. Sabotage och terrorism. Hotdiskussion. Utdrag ur huvudrapport. Christina Frost, Per Ånäs. FOA-R--99-01033-170--SE (1999)

Infrastrukturens sårbarhet och säkerhet. Antagonistiska angrepp mot elsystemet. En morfologisk analys. Christina Frost, Per Ånäs. FOA-RH--00-00554-170 (hemlig) (2000)

Infrastrukturens sårbarhet och säkerhet. Scenarieutveckling med hjälp av morfologisk analys. Antagonistiska handlingar mot elförsörjningen. Per Ånäs, Christina Frost. Bilaga till skrivelse FOA 99-H682/S (hemlig) (1999)

Inriktning och ambitioner för elföretagens säkerhet och beredskap. Slutrapport från arbetsgrupp inom HEL-projektet. Folke Pärnerteg SvK 2003-03-27

IT-relaterade sårbarheter inom vattenförsörjningen, Exemplet Lovö och Norsborgs vattenverk. Daniel Torstensson, Mikael Wedlin. FOI-RH--0240--SE (hemlig) (2003)

Isstormen i Kanada. Georg Fischer, Staffan Molin. FOI-R--0103-- SE (2001)

Konsekvenser av elavbrottet i Sverige den 23 september 2003. Energimyndigheten, 2004-01-15.

Kostnadsanslag på sårbarhetsreducerande tiltak innen norsk kraftforsyning. Rutledal Frode, Rodal Gry Hege. FFI/RAPPORT – 2001/01828 (begrenset)

Regeringsuppdrag avseende en översyn av de rapporter FOI författat inom området under de senaste tio åren och deras fortsatta relevans. Christina Frost, Ulf Pettersson, Per Ånäs. Bilaga till skrivelse FOA 00-H139/S (hemlig) (2000)

Samhällets säkerhet och beredskap. Regeringens proposition 2001/02:158. 2002-03-14

Slutrapport delprojekt mål. Rapport från arbetsgrupp inom HEL-projektet. Mats Ekeblom, Vasco Advisers, 2003-05-14

SSB – Samhällets säkerhet och beredskap. Den tekniska infrastrukturens säkerhet – El, tele, rundradio. Christina Frost, Staffan Molin, Ulf Pettersson, Peter Wallström. Bilaga till skrivelse FOA 95-H796/S (hemlig) (1995)

Strategier for beredskap innen NVEs forvaltningsområder 2002-2010. Norges vassdrags- og energidirektorat (2002)

Svåra påfrestningar. Säkerheten inom el, tele, rundradio vid ett nytt totalförsvarsperspektiv. Christina Frost, Staffan Molin, Ulf Pettersson, Per Ånäs. FOA-R--96-00257-1.2--SE (1996)

Sårbarhet i kraftforsyningens drifts- og styringssystemer. Rodal Siv Kjersti. FFI/RAPPORT - 2001/04278 (2002)

Sårbarhet i kraftforsyningens informasjonssystemer, Rodal Siv Kjersti, Hagen Janne, Rutledal Frode, Fridheim Håvard. FFI/RAPPORT - 2001/01868 (begrenset)

Sårbarhet og sårbarhetsreducerende tiltak i kraftforsyningen – Problematisering og avgrensninger. Rutledal Frode, Fridheim Håvard, Hagen Janne, Rodal Gry Hege, Rodal Siv

Kjersti. FFI/RAPPORT – 2001/01835 (begrenset)

Sårbarhetsreduserende tiltak i kraftforsyningen – Sluttrapport. Fridheim Håvard, Betten Stian, Hagen Janne, Henriksen Stein, Rodal Gry Hege, Rodal Siv Kjersti, Rutledal Frode. FFI/RAPPORT – 2001/02383 (begrenset)

Telekommunikationernas sårbarhet och risker för samhället. Delrapport i strategiutredning för Post & Telestyrelsen, Göran Franzén, Svante Barck-Holst, september 2002

Utveckling av scenarier med antagonistiska handlingar mot kärnkraftverk. Christina Frost, Per Ånäs. Bilaga till skrivelse FOI 02-H237 (hemlig) (2002)

Författningar

Ellagen (1997:857), med därav följande regeringsförfordningar och föreskrifter från SvK

Lag (1992:1403) om totalförsvar och höjd beredskap

Elberedskapslagen (1997:288) med förordning

Lag (1994:1809) om totalförsvarsplikt

Lag (1994:1720) om civilt försvar

Kommunallagen (1991:900)

Miljöbalken (1998:808)

Affärsverket svenska kraftnäts föreskrifter och allmänna råd om utrustning för förbrukningsfrånkoppling (SvKFS 2001:1)

Förordning (2002:375) om Försvarsmaktens stöd till civil verksamhet

BILAGA 1. MORFOLOGISK ANALYS

Morfologisk⁴⁴ analys (MA) är en generell metod för att strukturera, analysera och värdera mångdimensionella sociala, politiska och/eller tekniska problemkomplex. Metoden innebär en möjlighet att strukturera problemkomplex som är svåra att kvantifiera och som måste hanteras på basis av bedömningar. Problemen kännetecknas av att de är olinjära och att de innehåller genuina osäkerheter. Bedömningarna görs av en expertgrupp som inte bör vara större 8 - 10 personer, exklusive metodstöd. MA underlättar tvärvetenskapligt och tvärsektoriellt samarbete i grupp.

MA innehåller ett antal arbetssteg. Arbetsprocessen ska vara iterativ och stegen upprepas så att gruppen får en större förståelse för det problemkomplex den arbetar med. Strävan är att ensa begrepp och uppnå enighet inom gruppen. Kärnan i MA är det morfologiska fältet, en mångdimensionell rymd i form av en matris. Fältet beskriver variablerna i problemkomplexet. Resultatet av bedömningar av de olika variablernas parvisa förenlighet beskrivs i lösningsrymden. Lösningrymden används för att undersöka olika möjliga utfall, som inte är inbördes motstridiga, utifrån olika antagna villkor. Lika viktigt som dessa resultat är den process som arbetsgruppen går igenom och som dokumenteras noga.

Den morfologiska analysen genomförs med hjälp av datorstödet Casper (Computer Aided Scenario and Problem Evaluation Routine). Casper har funktioner för att bygga morfologiska fält, för analys av lösningrymden, för dokumentation och för presentation av resultatet.

MA/Casper kan användas för att strukturera problemkomplex bl a avseende:

- utveckling av scenarier,
- analys av risker,
- relatering av medel och mål i komplexa policyrymder,
- stöd till beslut och utveckling av strategialternativ,
- värdering av (organisations) strukturer mot alternativa omvärldsscenarier,
- sårbarhetsanalyser,
- konsekvensanalyser.

Rent praktiskt innebär MA/Casper att arbetsgruppen bygger upp morfologiska fält (ett eller flera) i en dator i ett antal arbetssteg. De steg som genomförs är:

- identifiera parametrar,
- definiera parametertillstånd,
- bedöma tillståndens parvisa förenlighet,
- beräkna konfigurationer/scenarier i lösningrymden och
- analysera lösningrymden.

Identifiera parametrar

Gruppen börjar med att identifiera och definiera de parametrar, A-D i figuren nedan, som den bedömer bäst beskriver problemkomplexet. Parametrarna bör vara generella och varandra uteslutande. Här bör strävan vara att försöka hålla nere antalet parametrar till cirka sju för att inte förlora överblicken⁴⁵.

⁴⁴ Morfologi betyder formlära och är ett välkänt begrepp inom t ex lingvistik, zoologi och geologi

⁴⁵ Detta är relaterat till den mänskliga fattningsförmågens begränsningar. Miller G.A., The Magical Number of Seven, Plus Minus Two: Some Limits of Our Capacity for Processing Information. The Psychological Review, 1956, vol. 63 pp. 81-97 behövs det fler parametrar än sju kan det lösas genom att bygga moduler som kopplas samman.

A	B	C	D

Definiera parametertillstånd

Varje parameter ska nu konkretiseras och tilldelas ett meningsfullt antal möjliga alternativa⁴⁶ tillstånd. Parametertillstånden ska (helst) vara varandra uteslutande. Såväl parametertillstånd som parametrar ska beskrivas nogga och dokumenteras. Parametertillstånden kan representera en lista av olika alternativ, likasom den kan visa på ytterligheter. Viktigt att notera är att matrisen inte är en tabell som läses radvis.

A	B	C	D
a1	b1	c1	d1
a2	b2	c2	d2
a3		c3	d3
a4		c4	

Bedöma tillståndens parvisa förenlighet

Bedömningen syftar till att skapa internt konsistenta konfigurationer, möjliga lösningar, på problemkomplexet. Lösningarna får alltså inte vara inbördes motstridiga. En konfiguration består av ett tillstånd från varje parameter. För att åstadkomma detta görs en parvis bedömning mellan alla parametrars alla tillstånd.

Den principiella frågan att besvara vid denna parvisa bedömningen är: Kan tillstånd x och tillstånd y (t ex a1 och b2) samexistera? Observera att det inte handlar om att avgöra eventuell kausalitet, bara om möjligheten av samexistens. Däremot kan resonemang om orsakssamband användas för att komma fram till villkor för samexistens. Värderingen sker med hjälp av en skala som definieras för varje enskilt problem.

A	B	C	D
a1	b1	c1	d1
a2	b2	c2	d2
a3		c3	d3
a4		c4	

Den parvisa värderingen fyller olika funktioner under olika delar av processen. Till att börja med bidrar den till att utveckla goda parametrar och parametertillstånd, eftersom att illa valda eller vagt definierade begrepp avslöjas. Arbetet sker iterativt tills matrisen är genomarbetad. Gruppen måste penetrera problemkomplexet på djupet när alla tillståndspar ska värderas. Informationsutbytet i gruppen är intensivt i detta skede.

⁴⁶ I dess klassiska (latinska) betydelse innebär begreppet "alternativ" en antingen/eller relation mellan exakt två möjligheter. Den moderna användningen av ordet medger dock fler än två möjligheter

Beräkna konfigurationer/scenarier i lösningsrymden

Lösningsrymden i ett morfologiskt fält består av alla så kallade konfigurationer - ett tillstånd för varje parameter - som inte innehåller motsägelser. (De ljusgrå rutorna i figuren nedan utgör tillsammans en konfiguration, a2, b1, c4 och d3). Mjukvaran Casper tar fram de parvisa förenliga kombinationerna av variabelalternativ och presenterar dem som en lista. Denna lista innehåller problemkomplexets alla lösningar. Så fort ett par av tillstånd inte kan samexistera, så sorteras alla formellt möjliga konfigurationer som innehåller detta par bort. Casper gör detta enligt en matematisk beräkningsprocess utifrån gjorda bedömningar.

A	B	C	D
a1	b1	c1	d1
a2	b2	c2	d2
a3		c3	d3
a4		c4	

Analysera lösningsrymden

Vid analysen studerar gruppen lösningsrymden och enskilda konfigurationer. Här görs till att börja med en rimlighetsbedömning och en validering av det morfologiska fältet. Frågor som bör ställas här är: Finns det konfigurationer som förefaller ologiska? Saknas någon eller några konfigurationer som borde ingå? Har vi gjort uppenbara felbedömningar? Den första analysen leder nästan alltid till att fältet och bedömningarna behöver revideras. Arbetsstegen upprepas helt eller delvis. Hur många iterationer som görs beror på problemets komplexitet och önskad ambitionsnivå. Slutligen analyseras lösningsrymden genom att låsa ett eller flera tillstånd och låta resterande tillstånd bli utfall. Olika konfigurationer/scenarier kan slutligen väljas efter uppgiftens syfte och inriktning.

BILAGA 2. FRÅGOR TILL BEDÖMNINGEN AV DET MORFOLOGISKA FÄLTET

Parameterkombination		Fråga
Orsak	Driftsituation	Är denna <i>orsak</i> mer trolig vid denna <i>driftsituation</i> ?
Orsak	Anläggningstyp	Drabbar denna <i>orsak</i> denna <i>anläggningstyp</i> ? Är denna <i>anläggningstyp</i> mer utsatt för denna <i>orsak</i> ?
Orsak	Anläggningsnivå	Drabbar denna <i>orsak</i> denna <i>anläggningsnivå</i> ? Är denna <i>anläggningsnivå</i> mer känslig för denna <i>orsak</i> ?
Orsak	Elstörningens karaktär	Leder denna <i>orsak</i> till elstörning av denna <i>karaktär</i> ?
Orsak	Elstörningens geografiska utbredning	Leder denna <i>orsak</i> till denna <i>utbredning</i> ?
Orsak	Elberoende samhällsverksamhet	Ger denna <i>orsak</i> till elstörning allvarliga konsekvenser för denna <i>verksamhet</i> ? Är denna <i>samhällsverksamhet</i> mer utsatt för denna <i>orsak</i> till elstörning?
Driftsituation	Anläggningstyp	Har denna <i>anläggningstyp</i> mer betydelse vid denna <i>driftsituation</i> ?
Driftsituation	Anläggningsnivå	Har denna <i>anläggningsnivå</i> mer betydelse vid denna <i>driftsituation</i> ?
Driftsituation	Elstörningens karaktär	Påverkar <i>driftsituationen</i> <i>elstörningens karaktär</i> ? Är denna <i>elstörningskaraktär</i> mer trolig vid denna <i>driftsituation</i> ?
Driftsituation	Elstörningens geografiska utbredning	Påverkar <i>driftsituationen</i> <i>elstörningens geografiska utbredning</i> ? Är någon <i>geografisk utbredning</i> mer trolig vid denna <i>driftsituation</i> ?
Driftsituation	Elberoende samhällsverksamhet	Är denna <i>samhällsverksamhet</i> mer känslig för elstörning vid denna årstid (<i>driftsituation</i>)?
Anläggningstyp	Anläggningsnivå	Finns denna <i>anläggningstyp</i> på denna <i>nivå</i> ?
Anläggningstyp	Elstörningens karaktär	Ger skada på denna <i>anläggningstyp</i> sådan <i>elstörning</i> ?
Anläggningstyp	Elstörningens geografiska utbredning	Ger skada på denna <i>anläggningstyp</i> avbrott med denna <i>utbredning</i> ?
Anläggningstyp	Elberoende samhällsverksamhet	Finns det något <u>direkt</u> samband mellan <i>anläggnings typer</i> och <i>samhällsverksamhet</i> ? Ger skada på denna <i>anläggningstyp</i> allvarlig konsekvens för denna <i>samhällsverksamhet</i> ?
Anläggningsnivå	Elstörningens karaktär	Ger avbrott på denna <i>anläggningsnivå</i> sådan <i>elstörning</i> ?
Anläggningsnivå	Elstörningens geografiska utbredning	Ger avbrott på denna <i>anläggningsnivå</i> elstörning med denna <i>utbredning</i> ?
Anläggningsnivå	Elberoende samhällsverksamhet	Ger avbrott på denna <i>anläggningsnivå</i> allvarlig påverkan på denna <i>verksamhet</i> ?
Elstörningens karaktär	Elstörningens geografiska utbredning	Kan elstörningar ha denna <i>karaktär</i> och <i>utbredning</i> ?
Elstörningens karaktär	Elberoende samhällsverksamhet	Ger elstörning av denna <i>karaktär</i> allvarlig konsekvens för denna <i>verksamhet</i> ?
Elstörningens geografiska utbredning	Elberoende samhällsverksamhet	Är denna <i>verksamhet</i> mer känslig för elstörning med denna <i>utbredning</i> ?

BILAGA 3. KONSEKVENSER AVSEENDE VERKSAMHET, TID OCH ORSAK

Störningens tidsintervall	Verksamhet för vilka störningsintervallet är oacceptabelt ur samhällets synvinkel	Acceptans för orsak till störning
1 - 6 tim	-	Ej acceptabla orsaker Tekniska fel, nationell utbredning, 3-6 timmar Acceptabla orsaker Alla övriga orsaker
6 - 24 tim	<i>Vård och omsorg Kommunalteknisk verksamhet Mobiltelefoni (inom verksamheten information, kommunikation inklusive ledning)</i>	Ej acceptabla orsaker Insider, liten kapacitet Insider, stor kapacitet, regional och nationell utbredning Yttre angripare, liten kapacitet Felhandlingar inom och utom elsystemet Tekniska fel Acceptabla orsaker Insider, stor kapacitet, lokal utbredning Yttre angripare, stor kapacitet Svåra naturrelaterade händelser - 10-årshändelse Extrema naturrelaterade händelser
24 tim - 1 vecka lokal utbredning	<i>Vård och omsorg Kommunalteknisk verksamhet Information, kommunikation inklusive ledning Värme och el för hushåll Akutsjukvård Djurhållning Betalningsförmedling Transporter och drivmedel</i>	Ej acceptabla orsaker Insider, liten kapacitet Insider, stor kapacitet Yttre angripare, liten kapacitet Felhandlingar inom och utom elsystemet Tekniska fel Svåra naturrelaterade händelser - 10-årshändelse Acceptabla orsaker Yttre angripare, stor kapacitet Extrema naturrelaterade händelser
24 tim - 1 vecka regional utbredning	<i>Vård och omsorg Kommunalteknisk verksamhet Information, kommunikation inklusive ledning Värme och el för hushåll Akutsjukvård Djurhållning Betalningsförmedling Transporter och drivmedel Ordning och säkerhet Livsmedelsförsörjning (Viss) industriell försörjning</i>	Ej acceptabla orsaker Insider, liten kapacitet Insider, stor kapacitet Yttre angripare, liten kapacitet Felhandlingar inom och utom elsystemet Tekniska fel Svåra naturrelaterade händelser - 10-årshändelse Acceptabla orsaker: Yttre angripare, stor kapacitet Extrema naturrelaterade händelser

24 tim - 1 vecka nationell utbredning	Vård och omsorg Kommunalteknisk verksamhet <i>Information, kommunikation inklusive ledning Värme och el för hushåll Akutsjukvård Djurhållning Betalningsförmedling Transporter och drivmedel Ordning och säkerhet Livsmedelsförsörjning (Viss) industriell försörjning 112-larm Räddningstjänst</i>	Ej acceptabla orsaker: Insider, liten kapacitet Insider, stor kapacitet Yttre angripare, liten kapacitet Felhandlingar inom och utom elsystemet Tekniska fel Svåra naturrelaterade händelser - 10-årshändelse Acceptabla orsaker: Yttre angripare, stor kapacitet Extrema naturrelaterade händelser upp till tre dygn
1 - 4 veckor	Vård och omsorg Kommunalteknisk verksamhet Information, kommunikation inklusive ledning Värme och el för hushåll Akutsjukvård Djurhållning Betalningsförmedling Transporter och drivmedel Ordning och säkerhet Livsmedelsförsörjning 112-larm Industriell försörjning Räddningstjänst (regional)	Ej acceptabla orsaker: Insider, liten kapacitet Insider, stor kapacitet Yttre angripare, liten kapacitet Felhandlingar inom och utom elsystemet Tekniska fel Naturrelaterade händelser Yttre angripare, stor kapacitet Acceptabla orsaker: Inga

BILAGA 4. ÅTGÄRDER AVSEENDE ELANVÄNDARE OCH ELSYSTEMET

I denna bilaga beskrivs de åtgärder som expertgruppen har diskuterat hos elanvändare och inom elsystemet samt de åtgärder som kan betraktas som gemensamma. De åtgärder som expertgruppen har prioriterat framhålls. Expertgruppens val av prioriterade åtgärder inom elsystemet indelade efter störningstid framgår av bilaga 6. Angående kostnader för samtliga åtgärder, se bilaga 7.

Åtgärder hos samhällsviktiga verksamheter

I detta avsnitt redovisas vad som är viktigt för de olika samhällsviktiga verksamheternas förmåga att kunna hantera en elstörning. Åtgärder hos samhällsviktiga användare kan sammanfattas i tre huvudområden: *planering och övning, samverkan och reservkraft*.

För att effektivt kunna hantera konsekvenserna av en elstörning är det viktigt, för alla verksamheter i mer eller mindre omfattning, med planering och övning. När det uppkommer ett behov av snabbt agerande måste det vara klart redan innan vad som ska göras och vad som krävs. Planering och övning är något som bedöms ingå i det ordinarie ansvaret för alla verksamheter. Detta innebär att varje verksamhet är ansvarig för sin verksamhet också vid ett elavbrott.

Samverkan mellan de samhällsviktiga verksamheterna sinsemellan, med elföretagen och mellan olika administrativa nivåer ökar möjligheterna att undvika och/eller reducera problem till följd av elstörningar. Samverkan har betydelse bland annat för att de resurser som finns att tillgå vid störningar ska användas effektivt och bedöms behöva öka på alla nivåer. Den bedöms vara ett ansvar som ingår i den ordinarie verksamheten och kräver inga ytterligare resurser. Kostnaden för samverkan har bedömts gemensamt med elsystemet.

Olika former av information bedöms också som viktig. Information, både vid planerade avbrott och under pågående avbrott, anser expertgruppen bör ingå i normal verksamhet, men den kräver samordning. Expertgruppen framhåller medverkan i OJJE-systemet som en bra lösning för elanvändarna. Åtgärden bedöms vara ett eget ansvar och innebär inga extra kostnader. Information och utbildning av allmänheten bedöms också som viktigt. Utbildningen kan ske exempelvis via telefonkataloger, TV, eller via utskick med elföretagens elräkningar.

Användarna i expertgruppen efterlyste möjlighet till differentierad taxa för eltillgänglighet. Detta kan exempelvis innebära installation av reservkraft hos användaren eller mer avancerad mät- och styrutrustning. Andra åtgärder som diskuterats är frivillig förbrukningsbegränsning från 24 timmar och framåt, samt att prioritering av verksamheter kan kräva författningsändringar.

Tillgång till reservkraft är viktig för de användare som måste ha tillgång till elförsörjning vid elstörningar innan den ordinarie elförsörjningen återställts. En speciell form av reservkraft är avbrottsfri kraft, oftast i form av batterier. Utifrån de resonemang som förts har de samhällsviktiga verksamheterna ett enskilt ansvar för att klara de första 6 timmarna av en elstörning. Först efter 6 timmars elstörning bedömer expertgruppen att elstörningarna får allvarliga konsekvenser för samhället och inte enbart för respektive verksamhet.

Reservkraft till användarna kan lösas på tre principiellt olika sätt. Användaren kan ha:

- ett stationärt reservkraftaggregat inkopplat,
- en förberedd inkoppling och tillgång till ett mobilt reservkraftaggregat, eller

- vara kopplad till en reservkraftsö.

Stationära aggregat är lämpliga för verksamheter som kräver reservkraft snabbt vid en elstörning. För att få avbrottsfri kraft krävs dessutom någon form av batteridrift. Stationär reservkraft kan också vara aktuell då effektbehovet är omfattande eller då användaren ligger otillgängligt. Stationär kraft kan vara svår att installera då den kräver relativt stora utrymmen, vilket kan innebära problem med bygglov, framförallt i tätorter.

Mobil reservkraft kan exempelvis vara lämpligt för små objekt, för verksamheter som ofta flyttas geografiskt och för verksamheter som inte kräver omedelbar elförsörjning vid en elstörning. Mobil reservkraft kräver förberedda anslutningar.

Det tredje alternativet för reservkraft som expertgruppen diskuterat är reservkraftsöar. Sådana öar skulle kunna utformas kring 3-4 prioriterade användare inom en radie av 100-150 m⁴⁷ och kopplas till ett gemensamt aggregat.

Åtgärder avseende elsystemet

Åtgärder som kan vidtas avseende elsystemet har indelats i följande sex åtgärdsgrupper:

- Planering och samordning
- Drift och kommunikation
- Skydd mot antagonistiska hot
- Produktion
- Distribution
- Reparation.

Dessa grupper innehåller var och en ett flertal olika åtgärdsförslag varav många har bedömts vara prioriterade, ofta under samtliga störningsintervall. Respektive åtgärd redovisas i nedanstående avsnitt.

Planering och samordning

I åtgärdsgruppen ”Planering och samordning” ingår information, övningar och spel. Dessa åtgärder måste planeras och förberedas under normal drift och har av expertgruppen bedömts behöva tillämpas omedelbart när en störning inträffar. De har betydelse oavsett orsak till störning. Följande har prioriterats och kostnadsbedömts:

- Informationssamverkan - anslutning till OJJE⁴⁸-systemet
- Informationssamverkan inom storstörningsorganisationen
- Krisplaner
- Övningar och spel
- Samordnad revision/underhåll
- Flexibla användning av militär.

Informationssamverkan genom OJJE-systemet föreslås av expertgruppen vara en obligatorisk åtgärd för samtliga företag. Åtgärden är kostnadsfri.

Storstörningsorganisationen innebär en utökad uthållighet. Samverkan inom denna avser framförallt en ökad resurssamordning och ett utökat informationsutbyte vid förväntade avbrottstider över 24 timmar. SvK har tillsammans med Svensk Energi tagit fram ett informa-

⁴⁷ Säkerhetsnormer (utlösningvillkor) anges som skäl till att avstånden inte kan vara större.

⁴⁸ Ett datorbaserat system vid Sveriges Radio för att samla information om infrastrukturstörningar.

Informationen kommer från olika myndigheter, företag m fl. Den används som underlag för Sveriges Radios sändningar.

tionssystem för störstörningsorganisationen (SUSIE). I detta ska respektive nätföretag kunna beskriva nivån av störning inom sitt nätområde och vilka behov av hjälp man har. De nätföretag som inte är drabbade ska kunna uppge vilka resurser som kan ställas till förfogande.

Det finns ett utökat behov av krisplanering samt av övningar och spel. Planer ska omfatta tillgänglig personal, resurser, omkopplingsmöjligheter etc. Planeringen har bedömts omfatta 100 nätbolag. Övningar och spel föreslås genomföras inom och mellan företag, myndigheter mm för att erhålla en uthålligare organisation.

Med anledning av de störningar i Sverige och i utlandet, som inträffat under sommaren och hösten 2003, betonar expertgruppen betydelsen av att man samordnar avställningar för underhåll, så att risken för omfattande störningar minskar. Detta innebär en gemensam planering inom branschen.

En flexiblare användning av militär i fredstid är också önskvärd men först vid längre avbrott, från en vecka och framåt, vilket kan kräva författningsändringar. Samma gäller användningen av civilpliktiga. Dessa frågor behandlas vidare under rubriken reparation.

Drift och kommunikation

Expertgruppen har framhållit vikten av ytterligare åtgärder avseende säkerställande av drift och kommunikation. Dessa krävs oberoende av orsak och störningstid. Tre åtgärder har prioriterats och kostnadsbedömts:

- Säkerställande av kommunikationer för mät- och styrdata genom opto/radiolänk
- Nytt talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan elföretag
- Reserver samt viss dubblering i driftcentraler för elnät på nationell och regional nivå samt för produktion.

För att säkerställa kommunikationer krävs enligt expertgruppen inga ytterligare nydragningar inom stamnätet, utan framförallt omkopplingar. För övriga nät krävs däremot mer omfattande kompletteringar.

Det har bedömts viktigt med ett nytt talkommunikationssystem för kommunikation akut vid störningar. Det system expertgruppen kostnadsbedömt bygger på Mobitex. Anledningen till detta är framförallt att Mobitex-systemet redan finns framtaget samt att det är mindre kostsamt än Rakel. I kostnadsbedömningarna ingår kostnader för terminaler, basstationer samt drift och underhåll för 1500 enheter.

För att öka redundansen föreslås reserver samt viss dubblering i driftcentraler på nationell och regional nivå samt för produktion, en omfattning av 20-25 stycken totalt i hela landet.

Reservkraft är nödvändig för elsystemet för att klara återstart av anläggningar. En utökning av avbrottsfri kraft för driftcentraler och stationer för stam- och regionnät har redovisats som en kostnad, men har inte prioriterats. I den kostnaden ingår kraft för 60 stationer i stamnätet och 15 i regionnäten.

Skydd mot antagonistiska hot

Dessa åtgärder är framförallt inriktade mot orsaker på grund av antagonistiska aktörer, inom eller utom elsystemet. Det kan gälla fysiskt intrång och åverkan av olika slag och omfattning som sabotage, terrorism, väpnade angrepp, intrång i datasystem, brand mm. Åtgärderna är av förebyggande karaktär. Följande åtgärder föreslås och bedöms vara prioriterade:

- ”Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99”
- Föreskriften ”Fysiskt grundskydd” för nya anläggningar och för prioriterade äldre anläggningar
- Skyddsobjektsrevision i samverkan mellan länsstyrelser, SvK och anläggningsägare.

Informationssäkerhetsstandard har expertgruppen bedömt vara mycket viktig och ska följas. Standarden omfattar bl a åtgärder avseende skydd av datasystem, behörighetssystem mm. Kostnadsbedömningarna grundar sig på 300 nät- och produktionsbolag i landet med ca 6000 anställda, och består av en investeringskostnad per bolag och anställd samt en löpande kostnad per år för upprätthållande.

Expertgruppen föreslår att skriften ”Fysiskt grundskydd” som nu enbart är en rekommendation, ska följas och åtgärder vidtas vid nybyggnation och i prioriterade äldre anläggningar - 25 produktions- och 50 nätanläggningar (varav 30-40 i stamnätet). Åtgärderna handlar bl a om staket av högre klass, kameraövervakning och behörighetskontroll.

Gruppen önskade löpande revisioner av skyddsobjekt. Detta ska ske i samverkan mellan anläggningsägare, SvK och länsstyrelser. Åtgärden anses vara viktig vid störningar med en utsträckning längre än ett dygn.

Ytterligare fortifikatorisk förstärkning har inte prioriterats, bl a då motsvarande hot inte setts som särskilt aktuella i en överskådlig framtid.

Produktion

Flera olika åtgärdsförslag avseende produktion har diskuterats av expertgruppen, varav fyra har prioriterats:

- Avtal om bortkoppling - minskat effektuttag
- Lokal och regional ö-drift
- Stora reservkraftanläggningar i beredskap
- Ny produktion, framförallt i södra Sverige.

Dessa åtgärder kan inte ses som kopplade till någon specifik orsak. Däremot har de lite olika betydelse sett över störningstiden.

Avtal om bortkoppling har framhållits som en åtgärd redan från störningens start för att minska effektuttaget och minska en störnings omfattning, men bedöms inte vara prioriterad under längre tid än en vecka. Sådana avtal gäller framförallt industrier. Åtgärden kräver planering. Kostnader för detta innebär både en engångskostnad för upprättande av avtal samt kostnader vid bortkoppling. I dagsläget omfattar avtalen möjlighet till bortkoppling under några vintermånader av totalt 500 MW⁴⁹. Förvarningstiden är normalt på 48 timmar, men kan vara ned mot 4 timmar, i ett fall kortare. I sådana fall ska kunden ha förvarnats om att förvarningstiden blir så kort. Omfattningen av denna åtgärd kan eventuellt bedömas öka i framtiden.

Lokal och regional ö-drift är en alternativ åtgärd i svåra situationer då stamnätet slutat fungera. Ö-drift utgör även en aktiv del vid återstart av stamnätet i händelse av ett nationellt sammanbrott. Åtgärden har bedömts viktig att vidta redan några timmar efter att en störning har inträffat. Den omfattning av ö-drift expertgruppen har föreslagit och kostnadsbedömt motsvarar ö-drift för storstadsregionerna (Stockholm, Göteborg, Malmö), Mälardalen, Östergötland samt Fyrkanten, stora delar av Värmland samt hela Gotland. Detta motsvarar ö-drift för 3,5-4 miljoner invånare, 40-50 % av befolkningen men endast 20 % av ytan. Kostnads-

⁴⁹ Jmf effektförbrukning en kall vinterdag som kan uppgå till ca 28 000 MW.

bedömningen är en total uppskattning för ett 10-15 årsperspektiv och omfattar nyinvesteringar, utbildning, planering och övning. Här måste även beaktas att det under denna period kan tillkomma ett antal produktionsanläggningar i Sydsverige som redan vid etableringen bör anpassas till ö-drift.

Expertgruppen framhåller betydelsen av ekonomiska möjligheter att hålla stora reservkraftanläggningar i beredskap för störningar vid en eventuell effektbrist. Storleken har bedömts vara av samma omfattning som idag, 3500 MW. Tiden för uppstart är ca 48 timmar och åtgärden har fortsatt bedömts behövas och då vid långa avbrott samt vid störningar av regional och nationell utbredning.

Ny ordinarie produktion av kraft, framförallt i södra Sverige, har av expertgruppen bedömts som viktig. Betydelsen av en tydlig långsiktig energipolitik som gör nyinvesteringar möjliga betonas. De åtgärder som för närvarande föreslås i ett kortare perspektiv innebär investeringar i nyproduktion av 650 MW el och 180-190 MW värme i södra Sverige. Åtgärderna ökar robustheten i elsystemet och minskar beroendet av de långväga överföringarna. De har givetvis betydelse vid svåra störningar.

Andra produktionsåtgärder som diskuterats men som inte bedömts vara prioriterade är elimport och olika slag av distribuerad generering, exempelvis kraftproduktion hos användare som kan distribueras över ordinarie nät samt redundans i produktionsställverk. Expertgruppen betonar likaså att det vid en störning är viktigt att de olika störningsreserverna används på rätt sätt.

Distribution

Åtgärderna inom överföring och distribution är av följande olika slag:

- Prioritering av användare direkt via distributionen
- Ökning av redundansen i elsystemet
- Säkring av lågspännings- och lokalnäten
- Ett fysiskt starkare elsystem på de högre spänningsnivåerna.

Följande åtgärder har prioriterats och kostnadsbedömts:

- Prioritering av viktiga användare genom tekniska styråtgärder
- Skapa incitament för ett säkrare nät
- Kablifiering av lokal- och lågspänningsnät, alternativt isolerade ledare och robusta stolpar
- Ändring av stamnätets dimensioneringskriterium⁵⁰.

Tekniska möjligheter tillsammans med laglig rätt att prioritera viktiga användare är en åtgärd som är av betydelse direkt vid en störning. De övriga tre åtgärderna är av förebyggande karaktär vad gäller antagonistiska hot, tekniska samt naturrelaterade orsaker.

Möjlighet att kunna prioritera viktiga användare förutsätter utökade tekniska styråtgärder på olika nivåer, lagstiftningsförändringar vad gäller rätten att prioritera i fredstid samt kunskap om nät och behovsbild. Styråtgärder kan genomföras på olika nivåer, till olika kostnader. Vi lämnar här tre förslag på styråtgärder som ligger på olika nivåer:

- Bortkoppling av elanvändare genom brytmöjligheter i mätare hos varje abonnent
- Bortkoppling av nätstationer

⁵⁰ Nordels dimensioneringskriterium för stamnäten i de nordiska länderna.

- Bortkoppling av ledningar i mellanspänningsnäten - enskilda fack i fördelningsstationer.

Kunskap om behovsbilden nämns under gemensamma åtgärder. Det är viktigt att denna kunskap finns hos elföretag, länsstyrelser, kommuner och elanvändare samt även kunskap om innehav av reservkraft, mobil och stationär, då dessa åtgärder kompletterar varandra. Åtgärden är prioriterad för att hantera en störning direkt den inträffar och så länge den pågår.

Redundansen i elsystemet har bedömts kunna öka om det skapas incitament för säkrare nät. Det kan göras exempelvis genom att nätnyttomodellen förändras alternativt att andra modeller skapas som stöd. Expertgruppen har haft synpunkter på nätnyttomodellens nuvarande utformning och styrande verkan, eftersom den inte ger incitament för de förbättringar av näten som kan vidtas. Modellen anses därför idag snarare utgöra en risk för att redundansen kommer att minska. Till modellens försvar ska påpekas att den inte är skapad för att främja förbättringar i näten utan för att bedöma skäligheten i nättarifferna. Om nätföretagen får ersättning för under normal drift vidtagna åtgärder minskar rimligen behovet av åtgärder vid störningar.

Säkring av lokal- och lågspänningsnät genom kablfiering alternativt isolerade ledare och robusta stolpar har prioriterats, vilket framförallt innebär att säkra näten mot naturrelaterade orsaker. Åtgärden är viktig för alla störningslängder.

Diskussioner har även förts angående ett fysiskt starkare system. Den åtgärd som valts är att förändra stamnätets dimensioneringskriterium (N-1) till (N-2) söder om Dalälven. Även denna åtgärd gäller givetvis för alla störningslängder.

Ytterligare ett antal åtgärder har framförts avseende distributionen, men har inte prioriterats av expertgruppen. En fysisk starkare grunddimensionering i stam- och regionnät i utvalda delar av landet var en åtgärd. Denna skulle innebära en förstärkning av 100 mil ledning i höglänt terräng i stamnätet. En sådan åtgärd har framförallt bedömts ha betydelse vid långa avbrott. Andra åtgärder behandlar redundans - dubblerade matningsvägar, dubblering av transformatorer och förbättrade ställverk i stamnätet samt slingmatning. Åtgärderna gäller för alla nivåer inom elsystemet och för alla störningsintervall. Ett alternativ till kablfiering är reparationer i lågspännings- och lokalnäten. En ytterligare åtgärd kan då vara trädsäkra ledningsgator (>10 kV). För att öka överföringskapaciteten från Norrland har även ett förslag lämnats som innebär fler kraftledningar från Norrland. Detta förslag bedöms ha betydelse vid långa störningar.

Reparation

En utökad reparationskapacitet är av akut skadeavhjälpande karaktär och har prioriterats i stor omfattning. Det gäller både materiel och personal samt samordning mellan olika områden och länder. Reparationsåtgärder kan kopplas till flera av orsakerna men framförallt till naturrelaterade orsaker och antagonistiska hot av olika karaktär. Nedanstående åtgärder har prioriterats och kostnadsbedömts:

- Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer
- Utökad personalkapacitet för reparationer av regionnät och stamnät
- Resursförstärkning och samordning från andra geografiska områden - storstörningsorganisationen
- Reservmateriel och personal från grannländer
- Flexibla användning av civilpliktiga.

Önskan om gemensamma lager av reparationsmateriel för branschen framhålls. Tillverkare av reparationsmateriel bör ingå i detta system. Expertgruppen bedömer att det idag saknas en överblick och att det är viktigt med databaser över tillgängligt materiel. Det behövs även utökade reparationsresurser för produktion, nät, driftcentraler och kommunikation. Begränsande faktorer inom stamnätet bedöms vara tillgången på stolpar och kabeldragare. Åtgärden har bedömts vara prioriterad redan några timmar efter en störning.

Ökad kapacitet vad gäller reparatörer lyfts fram, framförallt inom region- och stamnät. Expertgruppen bedömer att ytterligare 40 personer behöver utbildas inom stamnätet, för att uppnå en reparationsresurs på 100 personer. Inom region- och stamnäten bedöms åtgärden krävas efter 1 dygn. En utökad reparationskapacitet inom lokalnäten kan ses som ett alternativ till en mer omfattande kablifiering, och har tidigare föreslagits, men efterhand nedprioriterats.

Utökad samordning vad gäller resursförstärkning mellan olika områden och länder anses behövas vid störningar. Åtgärden är prioriterad för att hantera störningar längre än ett dygn vad gäller samordning inom storstörningsorganisationen och med grannländer. Resurser från grannländer krävs vid regional och nationell utbredning, ej lokal, och för den anses en organisation behövas.

Idag utbildas civilpliktiga till reparatörer av ledningar och ställverk samt som driftbiträden. De kan idag endast användas om avtal skrivs, eftersom författningar begränsar deras användning till att gälla enbart då höjd beredskap råder. Lagändringar anses därför viktiga. Idag finns 1000 civilpliktiga i poolen och det utbildas ca 160 per år. Expertgruppen anser att dessa behöver arbeta i fält inom branschen under en vecka per år, vilket kräver handledning. Dessutom tillkommer kostnader för att de står till förfogande. Gruppen har även uttryckt önskan om ett ökat antal stationsdriftbiträden för att täcka eventuellt behov av manuell drift under störningar. Civilpliktiga anses behövas som en förstärkt resurs vid långa avbrott, 1 vecka och längre.

Ytterligare en åtgärd har diskuterats men ej prioriterats, nämligen certifiering och behörighet vad gäller entreprenörer. Denna åtgärd anses vara aktuell att vidta vid EU-utvidgningen, för att garantera entreprenörernas kvalitet.

Gemensamma åtgärder

Ett antal åtgärder berör både elsystemet och elanvändarna. Samtliga förslag har bedömts vara prioriterade och har kostnadsbedömts, se bilaga 7.

- En samlad bild av den totala reservkraftkapaciteten och en samlad kunskap om behovsbilden - en uppgift som kan åligga länsstyrelsen.
- Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser, försvarsmakten och i förekommande fall regeringen. Informationsplikt ska föreligga vid avbrott för elföretag till länsstyrelser. Användare ska informera länsstyrelser om behov av reservkraft som i sin tur ska vidarebefordra informationen till elföretag.
- Samråd mellan kommun och elföretag.
- Avtal om personalsamverkan på grund av personalbrist och konkurrenssituation.
- Reparation och underhåll av reservkraft.

En samlad bild av användarens reservkraft och kunskap om användarens elbehov framstår som viktiga åtgärder för att kunna försörja prioriterade användare. Denna kunskap ligger till grund för en god samverkan vid svåra störningar. Enligt vår uppfattning borde ägaren av reservkraften vara ansvarig för information om installation av reservkraftsaggregat till länsstyrelser.

I vilken omfattning och på vilken nivå samverkan akut ska ske beror på störningens geografiska omfattning. Samverkan ska ske så snart som möjligt. Samråd mellan kommuner och elföretag har också utpekats av expertgruppen som en åtgärd och att det är viktigt att finna bra kanaler för detta. Samråd har bedömts kunna avvakta tills några timmar efter en störning inträffat.

Avtal om personalsamverkan har det bedömts finnas behov av först efter ca 1 dygn om störningen är av regional eller nationell utbredning. Åtgärden bedöms av expertgruppen främst gälla personal som hanterar nödvändiga omkopplingar i användarnas elförsörjningssystem och driften av reservkraftaggregat.

En kraftigt utökad användning av reservkraftsaggregat, framförallt hos användaren, kommer med tiden att ge ett starkt utökat behov av reparationer och underhåll av aggregaten. Åtgärden är viktig från ca ett dygn och framåt.

BILAGA 5. KOSTNADER FÖR RESERVKRAFT TILL PRIORITERADE VERKSAMHETER

I denna bilaga redovisas kostnadsberäkningarna för reservkraft för respektive samhällsviktig verksamhet. För att bedöma dessa kostnader har projektet utgått från olika underlagsmaterial. I underbilagorna 5a och 5b redovisas det material som ligger till grund för kostnadsberäkningarna för verksamheterna kommunalteknisk verksamhet, vård och omsorg, värme och el för hushåll samt transporter och drivmedel. I kostnadsberäkningarna avseende stationär och mobil reservkraft, anslutningar till mobila aggregat samt underhåll har aktuella prisuppgifter använts enligt underbilaga 5c.

Kommunalteknisk verksamhet

100 % stationär reservkraft till vattenförsörjning och avloppsrening

Antal anläggningar: 2 111 (se bilaga 5a)

Kostnad stationära aggregat: 640 000 kr

Total investeringskostnad: 1 351 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 32 Mkr/år.

50 % stationär och 50 % mobil reservkraft till vattenförsörjning och avloppsrening

Antal anläggningar med stationär reservkraft: 1 055 (se bilaga 5a)

Kostnad stationära aggregat: 700 000 kr

Total investeringskostnad stationära aggregat: 739 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 16 Mkr/år

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 1 055 (se bilaga 5a)

Kostnad mobila aggregat: 400 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 422 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 16 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad: 53 Mkr

Reducerat alternativ: 50 % stationär reservkraft och 300 mobila aggregat till vattenförsörjning och avloppsrening

Antal anläggningar med stationär reservkraft: 1 055 (se bilaga 5a)

Kostnad stationära aggregat: 700 000 kr

Total investeringskostnad stationära aggregat: 739 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 16 Mkr/år

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 300 (se bilaga 5a)

Kostnad mobila aggregat: 400 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 120 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 5 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad för 1 055 anläggningar: 53 Mkr

Vård och omsorg

50 % stationär och 50 % mobil reservkraft till äldreården

Antal anläggningar med stationär reservkraft: 1 139 (se bilaga 5b)

Kostnad stationära aggregat: 700 000 kr

Total investeringskostnad stationära aggregat: 797 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 17 Mkr/år

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 1 139 (se bilaga 5b)

Kostnad mobila aggregat: 500 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 570 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 17 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad för 1139 anläggningar minus 367 med idag befintliga anslutningar: 39 Mkr

Reducerat alternativ: 50 % stationär och 25 % mobil reservkraft till äldreården

Antal anläggningar med stationär reservkraft: 1 139 (se bilaga 5b)

Kostnad stationära aggregat: 700 000 kr

Total investeringskostnad stationära aggregat: 797 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 17 Mkr/år

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 570 (se bilaga 5b)

Kostnad mobila aggregat: 500 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 285 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 9 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad för 1139 anläggningar minus 367 med idag befintliga anslutningar: 39 Mkr

Information och kommunikation inklusive ledning

Mobiltelefoninäten

Total investeringskostnad avbrottsfri kraft⁵¹ inklusive underhållskostnad⁵²: 200 Mkr

Total investeringskostnad stationära aggregat: 1 080 Mkr

Total underhållskostnad stationära aggregat: 70 Mkr/år

Fasta telenätet

Total investeringskostnad stationära aggregat till konzentrorer: 200 Mkr

Total underhållskostnad: 10 Mkr/år

⁵¹ 20 000 - 30 000 konor/styck. Telia 100 Mkr, övriga mobiltelefoniaktörer 100 Mkr.

⁵² Inte kända, men bedöms vara relativt små.

Akutsjukvård

100 % stationär reservkraft till akutsjukvården⁵³

Total investeringskostnad stationära aggregat: 1 500 Mkr

Total underhållskostnad: 8 Mkr/år

100 % mobil reservkraft till primärvården (vårdcentraler)

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 2 000

Kostnad mobila aggregat: 400 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 800 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 30 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad: 100 Mkr

Reducerat alternativ: 50 % mobil reservkraft till primärvården

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 1 000

Kostnad mobila aggregat: 400 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 400 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 15 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad för 2 000 anläggningar: 100 Mkr

Värme och el för hushåll

100 % mobil reservkraft till värmestugor

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 1 740 (se bilaga 5a)

Kostnad mobila aggregat: 500 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 870 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 26 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad: 87 Mkr

Reducerat alternativ: mobil reservkraft till 500 värmestugor

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 500 (se bilaga 5a)

Kostnad mobila aggregat: 500 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 250 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 8 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad för 1 740 anläggningar: 87 Mkr

Transporter och drivmedel

100 % stationär reservkraft till kommunens egna bensinstationer

Antal anläggningar med stationär reservkraft: 300 (se bilaga 5a)

⁵³ Karolinska sjukhuset har tagit investeringsbeslut på 300 miljoner kr (av dessa 1,5 Mdkr) för ny reservkraft i årets budget.

Kostnad mobila aggregat: 500 000 kr
 Total investeringskostnad mobila aggregat: 150 Mkr
 Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat
 Total underhållskostnad: 5 Mkr/år

100 % mobil reservkraft till allmänna bensinstationer

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 528 (se bilaga 5a)
 Kostnad mobila aggregat: 400 000 kr
 Total investeringskostnad mobila aggregat: 211 Mkr
 Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat
 Total underhållskostnad: 8 Mkr/år
 Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat
 Total anslutningskostnad: 26 Mkr

Reducerat alternativ: 50 % mobil reservkraft till allmänna bensinstationer

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 264 (se bilaga 5a)
 Kostnad mobila aggregat: 400 000 kr
 Total investeringskostnad mobila aggregat: 106 Mkr
 Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat
 Total underhållskostnad: 4 Mkr/år
 Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat
 Total anslutningskostnad för 528 anläggningar: 26 Mkr

Ordning och säkerhet

100 % stationär reservkraft till kriminalvården

Antal anläggningar med stationär reservkraft: 60
 Total investeringskostnad stationära aggregat: 75 Mkr
 Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat
 Total underhållskostnad: 1 Mkr/år

Livsmedelsförsörjning

100 % stationär reservkraft till livsmedelslager

Antal anläggningar med stationär reservkraft: 30
 Kostnad stationära aggregat: 2 500 000 kr
 Total investeringskostnad stationära aggregat: 75 Mkr
 Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat
 Total underhållskostnad: 0,5 Mkr/år

Betalningsförmedling

100 % mobil reservkraft till bankkontor

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 500
 Kostnad mobila aggregat: 400 000 kr
 Total investeringskostnad mobila aggregat: 200 Mkr
 Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat
 Total underhållskostnad: 8 Mkr/år
 Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat
 Total anslutningskostnad: 25 Mkr

Reducerat alternativ: 50 % mobil reservkraft till bankkontor

Antal anläggningar med mobil reservkraft: 250

Kostnad mobila aggregat: 400 000 kr

Total investeringskostnad mobila aggregat: 100 Mkr

Underhållskostnad: 15 000 kr/år och aggregat

Total underhållskostnad: 4 Mkr/år

Anslutningskostnad: 50 000 kr/aggregat

Total anslutningskostnad till 500 anläggningar: 25 Mkr

Underbilaga 5a.**Utgångspunkter för beräkning av reservkraft för prioriterade elanvändare enligt underlag från Uppsala kommun**

Givet studiens korta genomförande valde expertgruppen att utgå från en kommunal risk-analysrapport från Uppsala 1992 vid dimensioneringen av verksamheterna kommunalteknik, värme och el för hushåll, transporter och drivmedel⁵⁴. Expertgruppen bedömde att materialet, trots sin ålder, var användbart, eftersom de studerade anläggningarna inte bedömdes ha förändrat sig i någon större utsträckning under denna relativt korta tid. De uppgifter som använts från rapporten är antalet anläggningar av olika slag, befolkningsmängd mm. Uppgifterna från Uppsala har använts för att göra uppskattningar av antalet anläggningar av olika typer inom Sverige totalt. Dessa uppskattningar ger som resultat de siffror som anges nedan, även om beräkningarna och osäkerheterna i underlaget inte motiverar en sådan precision.

Enligt rapporten behövde Uppsala kommun reservkraft för 20 vattenanläggningar och 20 avloppsanläggningar samt 57 så kallade vanliga byggnader. Dessa "vanliga" byggnader är exempelvis servicehus och skolor, som ska kunna användas som värmestugor. Av dem är 24 prioriterade sjukhem och servicehus och 33 skolor/värmestugor.

Antalet invånare i Uppsala var 1992 ca 170 000. Antalet invånare år 2003 var 8 970 956 i Sverige totalt.⁵⁵

Kommunalteknisk verksamhet: 40 vatten- och avloppsanläggningar på 170 000 invånare innebär 4 250 personer per anläggning i Uppsala. En uppräknig för hela landet ger $8\,970\,956 / 4\,250 \approx 2\,111$ anläggningar. Vi antar alltså att det totalt för Sverige finns 1055 vattenanläggningar och 1055 avloppsanläggningar.

Värme och el för hushåll: 33 skolor/värmestugor på 170 000 invånare innebär 5 152 personer per anläggning. En uppräknig för hela landet ger $8\,970\,956 / 5\,152 \approx 1\,740$ anläggningar.

Transporter och drivmedel: Expertgruppen antog att det i en svår situation är tillräckligt med halva antalet bensinstationer mot normalt. Detta innebär enligt uppgifterna för Uppsala 10 bensinstationer på 170 000 invånare, alltså 17 000 invånare per station. Expertgruppen gjorde även en annan bedömning, som utgick ifrån att det finns ca 10 städer av Uppsalas storlek, att Stockholm behöver 50 stationer, Göteborg 25, Malmö 15 samt övriga tätorter ytterligare 50 stationer, vilket ger totalt 240 stationer. Denna sistnämnda uppskattning innebär att ett ganska stort antal orter kommer att sakna fungerande bensinstationer för allmänheten. Vi har därför valt att dimensionera antalet bensinstationer för Sverige totalt i förhållande till antalet

⁵⁴ Kommunal Riskanalys sårbarhet 1992. Förslag till åtgärder för minskad sårbarhet i den kommunala tekniska försörjningen. September 1993.

⁵⁵ Enligt SCBs statistik fanns det i september 2003, 8 970 956 invånare i Sverige.

invånare, likt verksamheterna ovan. En uppräknig för hela landet ger 8 970 956 / 17 000 ≈ 528 stationer.

Underbilaga 5b.

Utgångspunkter för beräkning av reservkraft för prioriterade elanvändare enligt underlag från KBM

Dimensioneringen av reservkraft till verksamheten vård och omsorg har utgått från ”Kartläggning av reservkraft för särskilda boendeformer för äldre”, KBM, Dnr 0410/2003. Ur denna kartläggning har antalet boendeenheter totalt inom Sverige beräknats.

Följande uppgifter är ett urval av de uppgifter som redovisas i kartläggningen.

Totalt antal kommuner i landet: 290
 Totalt antal inlämnade svar: 181
 Antal inmatade svar (kommuner): 143
 Antal invånare totalt: 3 947 459
 Antal boendeenheter: 1 002
 Antal enheter med stationär reservkraft: 127
 Antal enheter med anslutning till mobil reservkraft: 367
 Total effekt mobila reservkraftverk, kVA: 72 716
 kVA/boendeenhet: 198

I underlaget ingår inte Stockholm, Göteborg, Malmö.

I underlaget saknas uppgift om den stationära reservkraftens kvalitet. Ronny Fryksten, KBM, bedömer att man i dimensioneringen inte bör ta hänsyn till dessa befintliga aggregat. Att anslutningar är installerade till mobila aggregat innebär inte att mobil reservkraft är anskaffad.

Antal invånare totalt i Sverige är enligt SCB 8 970 956⁵⁶.

I underlaget (insamlat och inmatat) saknas uppgifter från 147 kommuner. Ingen uppgift finns på antal boendeenheter totalt inom landet. Totalt antal boendeenheter inom landet antas utifrån ovanstående uppgifter vara: $8\,970\,956 \times 1002 / 3\,947\,459 = 2\,277$ boendeenheter.

Underbilaga 5c.

Budgetpriser för reservkraftsaggregat

Följande uppgifter har inhämtats från Ronny Fryksten, KBM.

Underhållskostnader antas till 15 000 kr för både stationära och mobila aggregat, oberoende av aggregatstorlek.

Anslutningskostnader för mobila aggregat antas till 50 000 kr, oberoende av aggregatstorlek.

Följande prisuppgifter för stationära och mobila aggregat är aktuella uppgifter (2003).

⁵⁶ Enligt SCBs statistik fanns det i september 2003, 8 970 956 invånare i Sverige.

Kostnader för stationära aggregat:

Effekt (kVA)	Pris, kr exkl moms
52-100	510 000
150-255	640 000
308-405	790 000
462-505	900 000

Inklusive: Automatisk reservkraftsdrift
 Infasningsutrustning
 Dagtank (8 timmars drift)
 Förrådstank inklusive pump och automatik (7 dygns drift)
 Avgassystem draget genom vägg
 Ventilationssystem (motorstyrda till- och frånluftspjäll)
 Mekanisk installation
 Elinstallation
 Drifttagning
 Servicebesök under garantitiden

Exklusive: Byggåtgärder som håltagning och efterlagning etc tillkommer med normalt ca 15 000 – 150 000 kr beroende på placering.

För verksamheterna *ordning och säkerhet* och *livsmedelsförsörjning* antas att det krävs aggregat av betydligt större storlek än ovan nämnda. Kostnaderna för dessa har bedömts till 1 500 000 kr per aggregat respektive 2 500 000 kr per aggregat.

Kostnader för mobila aggregat:

Effekt (kVA)	Pris, kr exkl moms
< 50	300 000
52-100	395 000
150-255	590 000
308-405	750 000
462-505	895 000

Inklusive: Automatisk reservkraftsdrift
 Infasningsutrustning
 Dagtank inbyggd för 4 – 8 timmars drift
 Fordonsutrustning för 30 km/h (för axel med 80 km/h utrustning tillkommer ca 50 000 kr)
 Kabeltrumma
 Belastningskabel 20 m
 Anslutningsdon
 Drifttagning
 Servicebesök under garantitiden

BILAGA 6. PRIORITERADE ÅTGÄRDER INOM ELSYSTEMET I OLIKA TIDSINTERVALL

Prioriterade åtgärder i tidsintervallet 1 - 6 timmar

Gemensamma åtgärder

- Reservkraftsavtal
- Reservkraftsöar för kraft till vissa kunder - lågspänningsnät
- Samlad bild av total reservkraftskapacitet - länsstyrelser
- Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser, försvarsmakten och i förekommande fall regeringen. Informationsplikt vid avbrott för elföretag till länsstyrelser och omvänt
- Stationär reservkraft hos användaren

Åtgärder i elsystemet

Planering och samordning

- Informationssamverkan - Anslutning till OJJE-systemet
- Informationssamverkan inom störstörningsorganisationen (organisation för uthållighet, bl a resurssamordning, gäller för förväntade avbrottstider över 24 tim)
- Krisplaner - Var finns personal, resurser, omkopplingar etc.
- Samordnad revision/underhåll (SvK föreskrift), branschplanering
- Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm), ger en uthålligare organisation

Drift och kommunikation

- Redundans - reserver samt viss dubblering i driftcentraler på regional och nationell nivå

Skydd mot antagonistiska hot

- Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99

Produktion

- Avtal om bortkoppling - minskat effektuttag (framförallt industrier)

Distribution

- Kablifiering av lokal- och lågspänningsnät, alternativt isolerade ledare och robusta stolpar
- N-1 => N-2, stamnätet, söder om Dalälven
- Prioritering av viktiga användare vilket förutsätter:
 - ytterligare tekniska styråtgärder på abonnentnivå
 - lagstiftningsändring
 - kunskap om nät och behovsbild
- Skapa incitament för säkrare nät exempelvis genom att förändra nätnyttomodellen

Prioriterade åtgärder i tidsintervallet 6 - 24 timmar

Gemensamma åtgärder

- Stationär reservkraft hos användaren
- Mobil reservkraft till användare (inklusive avtal)
- Reservkraftsavtal
- Reservkraftsöar för kraft till vissa kunder - lågspänningsnät
- Differentierad taxa för eltillgänglighet
- Samlad bild av total mobil reservkraftkapacitet - länsstyrelser
- Samråd mellan kommun och elföretag
- Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser, försvarsmakten och i förekommande fall regeringen. Informationsplikt vid avbrott för elföretag till länsstyrelser och omvänt

Åtgärder i elsystemet

Planering och samordning

- Informationssamverkan - Anslutning till OJJE-systemet
- Informationssamverkan inom störstörningsorganisationen (organisation för uthållighet, bl a resurssamordning, gäller för förväntade avbrottstider över 24 tim)
- Krisplaner - Var finns personal, resurser, omkopplingar etc
- Samordnad revision/underhåll (SvK föreskrift), branschplanering
- Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm), ger en uthålligare organisation

Drift och kommunikation

- Nytt talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan elföretag baserat på Mobitex
- Säkerställa kommunikationer opto/radiolänk inom lokal-, region- och stamnät
- Redundans - reserver samt viss dubblering i driftcentraler på regional och nationell nivå

Skydd mot antagonistiska hot

- ”Fysiskt grundskydd” - i nya och i prioriterade äldre anläggningar, 25 produktionsanläggningar, 50 nätanläggningar (30-40 i stamnätet)
- Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99

Produktion

- Avtal om bortkoppling - minskat effektuttag (framförallt industrier)
- Ö-drift på lokal och regional nivå - dödnätsstart - kostnad för upprätthållande

Distribution

- Kablifiering av lokal och lågspänningsnät, alternativt isolerade ledare och robusta stolpar
- N-1 => N-2, stamnätet, söder om Dalälven
- Prioritering av viktiga användare vilket förutsätter:
 - ytterligare tekniska styråtgärder på abonnentnivå
 - lagstiftningsändring
 - kunskap om nät och behovsbild

- Skapa incitament för säkrare nät exempelvis genom att förändra nätnyttomodellen

Reparation

- Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer inklusive med tillverkaren

Prioriterade åtgärder i tidsintervallet 24 timmar - 1 vecka , lokal utbredning

Gemensamma åtgärder

- Stationär reservkraft hos användaren
- Mobil reservkraft till användare (inklusive avtal)
- Reservkraftsavtal
- Reservkraftsöar för kraft till vissa kunder - lågspänningsnät.
- Differentierad taxa för eltillgänglighet
- Samlad bild av total mobil reservkraftkapacitet -länsstyrelser
- Samråd mellan kommun och elföretag
- Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser, försvarsmakten och i förekommande fall regeringen. Informationsplikt vid avbrott för elföretag till länsstyrelser och omvänt

Åtgärder i elsystemet

Planering och samordning

- Informationssamverkan - Anslutning till OJJE-systemet
- Informationssamverkan inom störstörningsorganisationen (organisation för uthållighet, bl a resurssamordning, gäller för förväntade avbrottstider över 24 tim)
- Krisplaner - Var finns personal, resurser, omkopplingar etc
- Samordnad revision/underhåll (SvK föreskrift), branschplanering
- Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm), ger en uthålligare organisation

Drift och kommunikation

- Nytt talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan elföretag baserat på Mobitex

Säkerställa kommunikationer opto/radiolänk inom lokal-, region- och stamnät

Skydd mot antagonistiska hot

- ”Fysiskt grundskydd” - i nya och i prioriterade äldre anläggningar, 25 produktionsanläggningar, 50 nätanläggningar (30-40 i stamnätet)
- Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99

Produktion

- Avtal om bortkoppling - minskat effektuttag (framförallt industrier)
- Ö-drift på lokal och regional nivå - dödnätsstart - kostnad för upprätthållande

Distribution

- Kablifiering av lokal- och lågspänningsnät, alternativt isolerade ledare och robusta stolpar

- Prioritering av viktiga användare vilket förutsätter:
 - ytterligare tekniska styråtgärder på abonnentnivå
 - lagstiftningsändring
 - kunskap om nät och behovsbild
- Skapa incitament för säkrare nät exempelvis genom att förändra nätnyttomodellen

Reparation

- Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer inklusive med tillverkaren
- Resursförstärkning från andra geografiska områden - samordning - ingår i storstörningsorganisationen/planering och samordning

Prioriterade åtgärder i tidsintervallet 24 timmar - 1 vecka, regional utbredning

Gemensamma åtgärder

- Stationär reservkraft hos användaren
- Mobil reservkraft till användare (inklusive avtal)
- Reservkraftsavtal
- Reservkraftsöar för kraft till vissa kunder - lågspänningsnät. Differentierad taxa för eltillgänglighet
- Samlad bild av total mobil reservkraftkapacitet -länsstyrelser
- Samråd mellan kommun och elföretag
- Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser, försvarsmakten och i förekommande fall regeringen. Informationsplikt vid avbrott för elföretag till länsstyrelser och omvänt.
- Personalbrist - konkurrenssituation, avtal om personalsamverkan

Åtgärder i elsystemet

Planering och samordning

- Informationssamverkan - Anslutning till OJJE-systemet
- Informationssamverkan inom storstörningsorganisationen (organisation för uthållighet, bl a resurssamordning, gäller för förväntade avbrottstider över 24 tim)
- Krisplaner - Var finns personal, resurser, omkopplingar etc.
- Samordnad revision/underhåll (SvK föreskrift), branschplanering
- Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm), ger en uthålligare organisation

Drift och kommunikation

- Nytt talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan elföretag baserat på Mobitex
- Säkerställa kommunikationer opto/radiolänk inom lokal-, region- och stamnät
- Redundans - reserver samt viss dubblering i driftcentraler på regional och nationell nivå

Skydd mot antagonistiska hot

- ”Fysiskt grundskydd” - i nya och i prioriterade äldre anläggningar, 25 produktionsanläggningar, 50 nätanläggningar (30-40 i stamnätet)

- Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99
- Skyddsobjektsrevision i samverkan mellan länsstyrelser, SvK och anläggningsägaren

Produktion

- Avtal om bortkoppling - minskat effektuttag (framförallt industrier)
- Ekonomiska möjligheter för att hålla stora reservkraftanläggningar i beredskap, 3500 MW (befinligt), ca 48 tim för uppstart
- Ny produktion framförallt i södra Sverige - förutsätter en tydlig långsiktig energi-politik
- Ö-drift på lokal och regional nivå - dödnätsstart - kostnad för upprätthållande

Distribution

- Prioritering av viktiga användare vilket förutsätter:
 - ytterligare tekniska styråtgärder på abonnentnivå
 - lagstiftningsändring
 - kunskap om nät och behovsbild
- Skapa incitament för säkrare nät exempelvis genom att förändra nätnyttomodellen

Reparation

- Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer inklusive med tillverkaren
- Reservmateriel och personal från grannländer
- Resursförstärkning från andra geografiska områden - samordning - ingår i störstörningsorganisationen/planering och samordning
- Utökad personalkapacitet för reparationer av regionnät och stamnät
- Reparation och underhåll av reservkraft

Prioriterade åtgärder i tidsintervallet 24 timmar - 1 vecka, nationell utbredning

Gemensamma åtgärder

- Stationär reservkraft hos användaren
- Mobil reservkraft till användare (inklusive avtal)
- Reservkraftsavtal
- Reservkraftsöar för kraft till vissa kunder - lågspänningsnät.
- Differentierad taxa för eltillgänglighet
- Samlad bild av total mobil reservkraftkapacitet -länsstyrelser
- Samråd mellan kommun och elföretag
- Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser, försvarsmakten och i förekommande fall regeringen. Informationsplikt vid avbrott för elföretag till länsstyrelser och omvänt
- Personalbrist - konkurrenssituation, avtal om personalsamverkan

Åtgärder i elsystemet

Planering och samordning

- Informationssamverkan - Anslutning till OJJE-systemet
- Informationssamverkan inom störstörningsorganisationen (organisation för uthållighet, bl a resurssamordning, gäller för förväntade avbrottstider över 24 tim)

- Krisplaner - Var finns personal, resurser, omkopplingar etc
- Samordnad revision/underhåll (SvK föreskrift), branschplanering
- Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm), ger en uthålligare organisation

Drift och kommunikation

- Nytt talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan elföretag baserat på Mobitex
- Säkerställa kommunikationer opto/radiolänk inom lokal-, regional- och stamnät
- Redundans - reserver samt viss dubblering i driftcentraler på regional och nationell nivå

Skydd mot antagonistiska hot

- ”Fysiskt grundskydd” - i nya och i prioriterade äldre anläggningar, 25 produktionsanläggningar, 50 nätanläggningar (30-40 i stamnätet)
- Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99
- Skyddsobjektsrevision i samverkan mellan länsstyrelser, SvK och anläggningsägaren

Produktion

- Avtal om bortkoppling - minskat effektuttag (framförallt industrier)
- Ekonomiska möjligheter för att hålla stora reservkraftanläggningar i beredskap, 3500 MW (befintligt), ca 48 tim för uppstart
- Ny produktion framförallt i södra Sverige - förutsätter en tydlig långsiktig energipolitik
- Ö-drift på lokal och regional nivå - dödnätsstart - kostnad för upprätthållande

Distribution

- N-1 => N-2, stamnätet, söder om Dalälven
- Prioritering av viktiga användare vilket förutsätter:
 - ytterligare tekniska styråtgärder på abonnentnivå
 - lagstiftningsändring
 - kunskap om nät och behovsbild
- Skapa incitament för säkrare nät exempelvis genom att förändra nätnyttomodellen

Reparation

- Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer inklusive med tillverkaren
- Reservmateriel och personal från grannländer
- Resursförstärkning från andra geografiska områden - samordning - ingår i störstörningsorganisationen/planering och samordning
- Utökad personalkapacitet för reparationer av regionnät och stamnät
- Reparation och underhåll av reservkraft

Prioriterade åtgärder i tidsintervallet 1 – 4 veckor

Gemensamma åtgärder

- Stationär reservkraft hos användaren
- Mobil reservkraft till användare (inklusive avtal)
- Reservkraftavtal
- Reservkraftöar för kraft till vissa kunder - lågspänningsnät

- Differentierad taxa för eltillgänglighet
- Samlad bild av total mobil reservkraftkapacitet (länsstyrelser)
- Samråd mellan kommun och elföretag
- Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser, försvarsmakten och i förekommande fall regeringen. Informationsplikt vid avbrott för elföretag till länsstyrelser och omvänt - författning.
- Personalbrist - konkurrenssituation, avtal om personalsamverkan

Åtgärder i elsystemet

Planering och samordning

- Informationssamverkan - Anslutning till OJJE-systemet
- Informationssamverkan inom störstörningsorganisationen (organisation för uthållighet, bl a resurssamordning, gäller för förväntade avbrottstider över 24 tim)
- Krisplaner - Var finns personal, resurser, omkopplingar etc
- Samordnad revision/underhåll (SvK föreskrift), branschplanering
- Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm), ger en uthålligare organisation
- Användning av civilpliktiga och militär

Drift och kommunikation

- Nytt talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan elföretag baserat på Mobitex
- Säkerställa kommunikationer opto/radiolänk inom lokal-, region- och stamnät
- Redundans - reserver samt viss dubblering i driftcentraler på regional och nationell nivå

Skydd mot antagonistiska hot

- ”Fysiskt grundskydd” - i nya och i prioriterade äldre anläggningar, 25 produktionsanläggningar, 50 nätanläggningar (30-40 i stamnätet)
- Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99
- Skyddsobjektsrevision i samverkan mellan länsstyrelser, SvK och anläggningsägaren

Produktion

- Ekonomiska möjligheter för att hålla stora reservkraftanläggningar i beredskap, 3500 MW (befintligt), ca 48 tim för uppstart
- Ny produktion framförallt i södra Sverige - förutsätter en tydlig långsiktig energipolitik
- Ö-drift på lokal och regional nivå - dödnätsstart - kostnad för upprätthållande

Distribution

- Kablifiering av lokal och lågspänningsnät, alternativt isolerade ledare och robusta stolpar
- N-1 => N-2, stamnätet, söder om Dalälven
- Prioritering av viktiga användare vilket förutsätter:
 - ytterligare tekniska styråtgärder på abonnentnivå
 - lagstiftningsändring
 - kunskap om nät och behovsbild
- Skapa incitament för säkrare nät exempelvis genom att förändra nätnyttomodellen

Reparation

- Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer inklusive med tillverkaren
- Reservmateriel och personal från grannländer
- Resursförstärkning från andra geografiska områden - samordning - ingår i störstörningsorganisationen/planering och samordning
- Utökad personalkapacitet för reparationer av regionnät och stamnät
- Flexiblere användning av civilpliktiga (lagändring krävs)
- Reparation och underhåll av reservkraft

Prioriterade åtgärder i tidsintervallet >1 mån**Gemensamma åtgärder**

- Reservkraftsöar för kraft till vissa kunder - lågspänningsnät.
- Samlad bild av total mobil reservkraftkapacitet (länsstyrelser)

Åtgärder i elsystemet***Planering och samordning***

- Informationssamverkan - Anslutning till OJJE-systemet
- Informationssamverkan inom störstörningsorganisationen (organisation för uthållighet, bl a resurssamordning, gäller för förväntade avbrottstider över 24 tim)
- Krisplaner - Var finns personal, resurser, omkopplingar etc
- Samordnad revision/underhåll (SvK föreskrift), branschplanering
- Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm), ger en uthålligare organisation
- Användning av civilpliktiga och militär

Drift och kommunikation

- Nytt talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan elföretag baserat på Mobitex
- Säkerställa kommunikationer opto/radiolänk inom lokal-, region- och stamnät
- Redundans - reserver samt viss dubblering i driftcentraler på regional och nationell nivå

Skydd mot antagonistiska hot

- ”Fysiskt grundskydd” - i nya och i prioriterade äldre anläggningar, 25 produktionsanläggningar, 50 nätanläggningar (30-40 i stamnätet)
- Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99
- Skyddsobjektsrevision i samverkan mellan länsstyrelser, SvK och anläggningsägare

Produktion

- Ekonomiska möjligheter för att hålla stora reservkraftanläggningar i beredskap, 3500 MW (befintligt), ca 48 tim för uppstart
- Ny produktion framförallt i södra Sverige - förutsätter en tydlig långsiktig energipolitik
- Ö-drift på lokal och regional nivå - dödnätsstart - kostnad för upprätthållande

Distribution

- Kablifiering av lokal och lågspänningsnät, alternativt isolerade ledare och robusta stolpar
- N-1 => N-2, stamnätet, söder om Dalälven
- Prioritering av viktiga användare vilket förutsätter:
 - ytterligare tekniska styråtgärder på abonnentnivå
 - lagstiftningsändring
 - kunskap om nät och behovsbild
- Skapa incitament för säkrare nät exempelvis genom att förändra nätnyttomodellen

Reparation

- Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer inklusive med tillverkaren
- Reservmateriel och personal från grannländer
- Resursförstärkning från andra geografiska områden - samordning - ingår i storstörningsorganisationen/planering och samordning
- Utökad personalkapacitet för reparationer av regionnät och stamnät
- Flexiblare användning av civilpliktiga (lagändring krävs)

BILAGA 7. ÅTGÄRDER SAMT KOSTNADER I OLIKA TIDSINTERVALL

x - Diskuterad åtgärd p – Prioriterad åtgärd, kostnads- bedöms	1-6 h	6 - 24 h	24 h - 1 v			1 - 4 v	> 1 mån	Investerings- kostnad	Löpande kostnad (per år)	Kommentar
			Lokal	Regional	Nationell			Mkr	Mkr/år	
Gemensamma åtgärder										
Stationär reservkraft hos användaren	p	p	p	p	p	p	x			10-åriga avtal, kräver bygglov, stöldbegärliga, beräknas separat för varje verksamhet.
Mobil reservkraft till användare (inklusive avtal)	x	p	p	p	p	p	x			1-6 tim försäljning, beräknas separat för varje verksamhet.
Reservkraftsöar för kraft till vissa kunder, lågspänningsnät	p	p	p	p	p	p	p			3-4 kunder/aggregat, 100-150 m radie kabel/aggregat, 1 kkr/m, 500 kkr/hus, 1 Mkr/aggregat (ca 500 kVA). För 1-6 tim försäljning av el. Går det att få kommersiellt intresse i detta?
Reservkraftsavtal	p	p	p	p	p	p	x			Reservkraft hos användaren
Samlad bild av total reservkraftskapacitet (inklusive anslutningar för mobil reservkraft) - länsstyrelser	p	p	p	p	p	p	p		2,1	100 kkr/länsstyrelse. Vilka möjligheter har nätbolagen att upplåta byggnader/mark etc för att koppla in reserver? Distributionsfrågan - vem kan ha en helhetsbild inom distributionen? Det har varit elektrikerns uppgift att anmäla inkoppling av reservkraftsaggregat, borde vara ägaren som informerar om installation.
Samverkan mellan elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser, försvarsmakten och i förekommande fall regeringen. Informationsplikt vid avbrott för elföretag till länsstyrelser och omvänt – författning	p	p	p	p	p	p	x		21	1 Mkr/län, informationsplikt, men ej vid lokal utbredning och (förväntat) kortare avbrott, 1-6 tim. (Rimliga gränser så att länsstyrelser inte drunknar i information.) 1 Mkr/län
Samråd mellan kommun och elföretag	x	p	p	p	p	p	x			Viktigt att finna bra kanaler. Ingår i kostnaden för samverkan ovan.
Personalbrist – konkurrenssituation, avtal om personalsamverkan				p	p	p	x			Rör framförallt reservkraft där både användare och elföretag konkurrerar om samma personal
Differentierad taxa för ertillgänglighet		p	p	p	p	p	x			Hör ihop med leveranskvalitet etc. Kan exempelvis innebära installation av reservkraft. Kan kräva mer avancerad mät- och styrutrustning.

Åtgärder i elsystemet										
Planering och samordning										
Samordnad revision/underhåll, branschplanering	p	p	p	p	p	p	p			Motiverat av störningen hösten 2003, då mycket var bortkopplat samtidigt.
Övningar och spel (inom och mellan myndigheter, företag mm), ger en uthålligare organisation	p	p	p	p	p	p	p		30	100 nätbolag å 10 pers, 1000 elektriker, myndighetspersoner, resor, spelupplägg mm. 10 tim/år å 500 kr/tim (alt 20 vartannat år)
Informationssamverkan inom störstörningsorganisationen (organisation för uthållighet, bl a resurssamordning, gäller för förväntade avbrottstider över 24 tim)	p	p	p	p	p	p	p		20	Information, resurssamordning, SUSIE
Informationssamverkan - Anslutning till OJJE-systemet	p	p	p	p	p	p	p			Gratis
Krisplaner - Var finns personal, resurser, omkopplingar etc.	p	p	p	p	p	p	p		5	100 elföretag, 100 tim/år å 500 kr/tim. Täcker kanske framförallt uppdatering av existerande planer
Flexibla användning av civilpliktiga och militär						p	p			Kostnader för civilpliktiga redovisas under Reparationer
Drift och kommunikation										
Säkerställa kommunikationer – Stamnät		p	p	p	p	p	p		15	Nydragningar behövs ej, endast omkopplingar (kostnad 10 -15 Mkr).
Säkerställa kommunikationer – Regionnät		p	p	p	p	p	p		400	Nytt kommunikationssystem opto/radiolänk måste installeras. Uppskattning ca 400 Mkr för regionnät baserat på Vattenfalls kostnader för 15 år sedan.
Säkerställa kommunikationer – Lokalnät		p	p	p	p	p	p		2 000	2 Mkr för lokalnät (femdubbel kostnad mot regionnätet). Uppskattning från Gbg energi (500 kkr/trafostn)
Nytt talkommunikationssystem för kommunikation inom och mellan elföretag baserat på Mobitex		p	p	p	p	p	p		200	2,7 Terminaler och basstationer för Mobitex. Drift och underhåll 1800 kr/år/enhet, 1500 enheter. Talkostnad tillkommer (ca 2 kr/minut). Rakel är dyrare.
Redundans - dubbling av DC på nationell och regional nivå och inom produktion	p	p		p	p	p	p		600	Totalt (20-)25 anläggningar. Kostnaden för en dubbling av en helt ny DC 100 Mkr. Priset för en reservDC har hittills legat på 10-15 Mkr. I snitt kan 25 Mkr/DC vara rimligt.
(Avbrottsfri) reservkraft till driftcentraler och stationer i näten		x		x	x	x	x		37,5	Total engångskostnad för 60 stationer i stamnät, 15 stationer i regionnät.
Skydd mot antagonistiska hot										
"Fysiskt grundskydd" ska följas i nya anläggningar och i prioriterade äldre anläggningar, 25 produktionsanläggningar, 50 nätanläggningar (30 - 40 i stamnätet)		p	p	p	p	p	p		112	75 anläggningar, 1,5 Mkr/anläggning, staket, kamera, behörighetskontroll. Kostnader tillkommer för nya anläggningar.
Skyddsobjektsrevision i samverkan mellan länsstyrelser, SvK och anläggningsägaren		x	x	p	p	p	p		1	3 + 3 pers å 500 kr/tim och 250 anläggningar

Ytterligare fortifikatorisk förstärkning mot antagonistiska hot						x	x			Gammalmodigt
Informationssäkerhetsstandard SS-ISO/IEC 177 99	p	p	p	p	p	p	p	63	6	Det finns idag ca 300 nät- och produktionsbolag med totalt ca 6000 anställda i landet. Införandekostnad (Gbg energi) 200 kkr engångskostnad samt 500 kr/anställd. Löpande kostnad ca 1000kr/anställd och år
Produktion										
Avtal om bortkoppling - minskat effektuttag (framförallt industrier)	p	p	p	p	p	x	x	25		6725 högspänningsabonnenter. 50 kkr/MW vid avtalsskrivning samt kostnad vid faktisk bortkoppling. För närvarande avtal med 6 kunder på totalt 500 MW, kanske fler på längre sikt. Vi räknar endast på avtalskostnad. Hur länge gäller ett avtal? Varierande förvarningstider: från 15 min upp till 48 tim.
Ö-drift på lokal och regional nivå - Stockholm, Göteborg, Malmö, Mälardalen, Östergötland, "Fyrkanten", Värmland, Gotland (40-50 % av befolkningen, 20% av ytan)		p	p	p	p	p	p	2 000-3 000	4-6	Nyinvestering, utbildning, övning, planering. Investering 2-3 Mdkr (15-årsperspektiv), drift och underhåll angivet 4-6 Mkr. Ytterligare produktionsanläggningar kan tillkomma som kräver anpassningar för ö-drift.
Ekonomiska möjligheter för att hålla stora reservkraftanläggningar i beredskap, 3500 MW befintligt, ca 48 tim för uppstart		x		p	p	p	p		700	Nuvarande reserver, åtgärd som vidtas idag
Ny produktion framförallt i södra Sverige - förutsätter en tydlig långsiktig energipolitik		x	x	p	p	p	p	4 500		Ny produktion i kraftvärmeverk 250 MW 2 Mdkr. Ny planerad produktion Öresundsverket 400 MW el och 180-190 MW värme 2,5 Mdkr.
Elimport					x	x	x			2-3 Mdkr/kabel
Rätt utnyttjande av störningsreserver										Kommentar i rapporten
Distribuerad generering			x	x	x	x	x			
Distribution										
Prioritering av viktiga användare - tekniska styråtgärder, bortkoppling av abonnent	p	p	p	p	p	p	p	20 741,6		Prioritering på abonnentnivå. Mätare 2 kkr, brytare 1 kkr, styraggregat och datorer i stationer 1000 kr/abbonent, 5 185 400 lågspänningsabonnenter. Här borde man kunna göra delar (inte allt) och få ner kostnaden.
Prioritering av viktiga användare - tekniska styråtgärder, bortkoppling av nätstation	p	p	p	p	p	p	p	7 500		75 kkr per nätstation, 100 000 anläggningar i landet.
Prioritering av viktiga användare - tekniska styråtgärder, bortkoppling av slingor i mellanspänningsnäten (radialmatade ledningar)	p	p	p	p	p	p	p	2 000		100 kkr per linjebrytare i fjärr (fack). Detta blir ungefär 20 000 slingor och kanske flera tusen kunder per slinga.
Prioritering av viktiga användare - lagstiftningsändring	p	p	p	p	p	p	p			
Prioritering av viktiga användare - kunskap om nät och behovsbild	p	p	p	p	p	p	p			
Skapa incitament för säkrare nät exempelvis genom att förändra nätnyttomodellen	p	p	p	p	p	p	p			

Kablifiering av lokal- och lågspänningsnät	p	p	p	x	x	p	p	340 000		1 000 kr/m lågspänningsnät, 2 000 kr/m lokalnät, 100 000 km luftledning i lågspänningsnät, 120 000 km luftledning i lokalnät
Isolerade ledare och robusta stolpar i lokal- och lågspänningsnät	p	p	p	x	x	p	p	46 400		175 000 kr/km lågspänningsnät, 241 000 kr/km lokalnät 12-24 kV (kostnader enligt branschrekommendation, EBR kostnadskatalog 2003). I detta ingår intrångskostnad, röjningskostnad, materielkostnad inkl stolpar samt arbetskostnad.
N-1 => N-2, stamnätet, söder om Dalälven	p	p			p	p	p	6000		Stamnätet
Fysiskt starkare grunddimensionering i stam och regionnät i valda delar av landet						x	x	4000		100 mil, stamnätet, prioritering av höglänt terräng, 4 Mkr/km
Redundans på alla nivåer i elsystemet - dubblerade matningsvägar	x	x	x	x	x	x	x			
Redundans på alla nivåer i elsystemet - dubbleringar av transformatorer, ställverk		x	x	x	x	x	x	800		5-10 ställverk i stamnätet, 100 Mkr/ställverk
Redundans på alla nivåer i elsystemet - slingmatning		x	x	x	x	x	x			
Trädsäkra ledningar >10kV (stamnätet är i princip redan trädsäkert)			x			x	x			Eventuell kostnad för att trädsäkra gator tillkommer om vi väljer att prioritera reparationer i lågspännings- och lokalnät
Fler kraftledningar från Norrland - ökad överföringskapacitet					x	x	x			3-5 Mkr/km för ledning. Kabel i tunnel 100 Mkr/km. En ny kraftledning från Norrland ca 3 Mdkr.
Reparation										
Elbranschgemensamma reservdelslager på alla nivåer inklusive med tillverkaren		p	p	p	p	p	p	1 000	20	Begränsade faktorer - stolpar, personal, kabeldragare. Vad finns idag?
Resursförstärkning från andra geografiska områden - samordning - ingår i störstörningsorganisationen/planering och samordning			p	p	p	p	p			Ingår i störstörningsorganisationen
Utökad personalkapacitet för reparationer/röjning av lokalnät		x	x	x	x	x	x			Den personal som finns i dag för reparation av lokalnät inom den befintliga störstörningssamverkan bör räcka. Anställd reparatör kostar ca 500 kkr/år. Röjning kostar 6000-7000 kr/km. 200 man som röjer per år => 200 Mkr
Utökad personalkapacitet för reparationer av regionnät och stamnät	x	x		p	p	p	p	20	1	Nyutbildning av 40 pers å 500 kkr för att nå reparationspool på 100 personer. Idag finns 60 reparatörer. Löpande kostnad (1 Mkr/år och 10 personer) för att höja lokalnätsreparatörer till kompetens region/stamnät.
Reservmateriel och personal från grannländer				p	p	p	p		1	Organisation fordras
Användning av civilpliktiga - lagändring krävs						p	p		70	1000 civilpliktiga i poolen. 5000 kr/civilpliktig/år för att stå till förfogande, handledning av de civilpliktiga 40 tim å 500 kr/tim ger 20 kkr/civilpliktig/ år. Nyutbildning, förmåner och repetitionsutbildning investeringskostnad 45 Mkr/år idag. 160 civilpliktiga nyutbildas idagsläget/år.
Reparation och underhåll av reservkraft				p	p	p	x			10 kkr/år/aggregat

Certifiering av entreprenörer - bör vara aktuellt att vidta inför EU-utvidgningen	x	x	x	x	x	x	x			
Åtgärder hos användarna										
Allmänt										
Krav på samhällsviktiga verksamheter att klara tidsintervallet själva - Lagstiftning?	p									Finns redan krav på att man ska klara sin verksamhet, men användarna tror att det finns ett motsvarande krav på elföretagen om leveranssäkerhet. Problemet skjuts till dessa. Behöver definieras/uttalas vad som faktiskt gäller. Behöver kopplas till krav för elföretagens leveranssäkerhet, så att elföretag inte bortser från kortare avbrott.
Planering och övning för att hantera störningar	p	p	p	p	p	p	x			Användarnas eget ansvar
Översyn av kommunal lagstiftning som medger verksamhet över kommungränser. Lagstiftning för krisledning över administrativa gränser	p	p	p	x	x	x	x			Användarnas eget ansvar och finansiering
Information vid i förväg planerade samt pågående avbrott	p	p	p	p	p	p	x			Bör kunna hanteras inom den ordinarie verksamheten, kräver samordning med nätföretag - via länsstyrelse. Kostnad se gemensamma åtgärder.
Informationssamverkan – Anslutning till OJJE-systemet (DIS - TeliaSonera).	p	p	p	p	p	p	x			Användarnas eget ansvar. Viktigt att elföretagen meddelar allmänheten via radio.
Information och utbildning av allmänheten			p	p	p	p	p			Förberedande utbildning ex via telefonkatalog, TV, elföretagens elräkningar (0,5-1 Mkr/år i tre år)
Samverkan med elföretag, verksamheter, kommuner, länsstyrelser och i förekommande fall regeringen (Cesam, Gotsam)		p	p	p	p	p	p			Gäller alla verksamheter, operativt. Bör ligga inom den ordinarie verksamheten. Kostnad se elsystemet.
Avbrottsfri reservkraft	p									
Reservkraft	p	p	p	p	p	p				
Köp av reservkraft av elleverantören	p									
Förberedd anslutning av reservkraft	x	p	p	p	p	p	x			
Planering av bränsletransporter till reservkraftsaggregat		p	p	p	p	p	x			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Frivillig förbrukningsbegränsning			x	x	x	x	x			
Eget ansvar de första 1-3 timmarna, därefter krävs dialog med elleverantör	x									Planering
Prioritering av verksamheter inom kommunen			x	x	x	x	x			Planering

Vård och omsorg										
Planering för värmestugor		x	p	p	p	p	p			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Reservkraft i äldreboende och andra stora boenden		p	p	p	p	p	p			Uppsala - Risk och sårbarhetsanalys
Planering och övning		p	p	p	p	p	p			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Trygghetslarm - egen batteribackup	(p)	(p)	(p)	(p)	(p)	(p)	x			OBS: Dagens larm har batteriback-up i 12 och 60 timmar! Ca 200 000 personer totalt i landet har larm.
Utflyttning av hemtjänstpatienter	x	x	x	x	x	x	x			
Kommunalteknik										
Planering och övning		p	p	p	p	p	p			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Prioritering av verksamheter som måste fungera		p	p	p	p	p	p			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Reservkraftsaggregat - mobila och stationära	p	p	p	p	p	p	x			Uppsala - Risk och sårbarhetsanalys
Information och kommunikation inklusive ledning										
Avbrottsfri kraft/batterier till mobilnäten	p	x	x	x	x	x	X			20-30 kkr/st, 100 Mkr för Telia samt 100 Mkr för övriga operatörer. OBS! gäller för intervallet 1-6 tim. Underhållskostnad tillkommer. Prioriteras tätorter?
Reservkraft till mobiltelefoninäten - Telia samt övriga operatörer		p	p	p	p	p	x			6 000 aggregat, 540 Mkr för Telia samt 540 Mkr för övriga operatörer. Underhåll 10-20 kkr/aggregat/år. Prioriteras landsbygd?
Reservkraft till fasta telenätet - konzentrorer		p	p	p	p	p	x			1000 aggregat, 200 kkr/aggregat, underhåll 10 Mkr/år
Värme och el för hushåll										
Planering och reservkraft till värmestugor och utspisning			p	p	p	p	p			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Utbildning och information av allmänheten			p	p	p	p	p			Se ovan, alternativt kommunens egen basinformation
Akutsjukvård inkl vårdcentraler										
Planering av verksamhet , exempelvis omflyttning till annat sjukhus			p	p	p	p	p			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Reservkraft	x	x	p	p	p	p	p			

Djurhållning										
Säkra dieseltillförsel			x	x	x	x	x			
Reservkraft			x	x	x	x	x			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Planering för nödslakt			x	x	x	x	x			
Betalningsförmedling										
Avbrottsfri reservkraft hos banker			x	x	x	x	x			
Reservrutiner för utbetalning			x	x	x	x	x			
Krav på ett bankkontor per kommun			p	p	p	p	p			
Reservkraft till banker			p	p	p	p	p			Datacentraler och huvudkontor har reservkraft. Ett fungerande bankkontor /15 -20 000 invånare bedöms krävas. Mobila bankkontor: bankbussar finns samt bankbåt.
Manuella rutiner				x	x	x	x			
Transporter och drivmedel										
Reservkraft för kommunalt tankställe för kommunens egen verksamhet. Obs att etanoldrivna fordon kräver eget tankställe		x	p	p	p	p	x			300 kommuner, 500 kkr/aggregat (maximalt)
Reservkraft för fungerande tankställe per 17 000 invånare i tätort		x	p	p	p	p	x			528 stationer à 500 kkr/aggregat
Planering av bränsletransporter till reservkraft/tankställen			p	p	p	p	x			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Reservkraft för logistik och trafikplanering				p	p	p	p			Logistikdatorer kräver reservkraft. Bör ingå i den ordinarie verksamheten.
Ordning och säkerhet										
Reservkraft				p	p	p	p			60 anstalter: reservkraft finns vid 20 anstalter, ett tiotal i behov av byte. 20 länspoliscentraler: bedöms ha reservkraft
Samverkan inom och mellan regionen				p	p	p	p			
Planering och övning				p	p	p	p			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Livsmedelsförsörjning										
Reservkraft till grossister (lager)				x	p	p	x			30 lager, 2 500 Mkr/aggregat. 3-4 dagar klarar frysar utan el?

(Viss) industriell försörjning										
Reservkraft för att stänga ner kontrollerat	p	p								Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Reservkraft (för prioriterade delar av verksamheten)			x	x	x	x	x			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Samverkan med elföretag	x	x	x	x	x	x	x			Bör ingå i den ordinarie verksamheten
Räddningstjänst										
Reservkraft	x	x	x	x	x	x	x			Ingår i den ordinarie verksamheten
112-larm										
Reservkraft	x	x	x	x	x	x	x			Ingår i den ordinarie verksamheten. Teleberoende både för att ringa in ett larm och för att skicka ut rätt enheter.

