

Svarta svanar och högspänningsledningar

- om försörjningstryggheten i det svenska
elsystemet ur ett teknikhistoriskt perspektiv

Björn Berglund



UPPSALA
UNIVERSITET

Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Black Swans in the Power Grid – How Critical Events Has Affected the Security of Electricity Supply

Björn Berglund

A crisis is terrible thing to waste, said the Stanford University economist Paul Romer, and this thesis show how his quote apply to the Swedish electric grid. The thesis outline how unforeseen critical events with large scale consequences, or 'Black Swans', has affected the security of electricity supply. It shows how these events have had deep impact on the system culture through creating so called 'formative moments' in which a variety of technical and organisational measures has been implemented.

Further, a periodization is outlined to show how different strategies of improving the security of supply has been prioritized in different time periods. In the expansionist era based on water power, actions to prevent rationing during dry years were of most importance. This was later changed by the introduction of nuclear power which created a more stable power mix and provided a focal shift to security issues in the transmission. Extreme Swedish weather conditions of late has lifted concerns about peakloads higher up the agenda, which suggest that a new shift to these matters is emerging.

Lastly it is suggested that security of supply-strategies based on actions aimed to improve system robustness should be complemented. This is due to the fact that today's electric systems are too complex and too vulnerable to build absolute robustness with any confidence. The approach suggested is a complementing focus on resilience, ensuring that inevitable breakdowns will be as shortlived as possible.

Handledare: Mikael Toll, Energimyndigheten
Ämnesgranskare: Arne Kaijser, KTH
Examinator: Elisabet Andresdottir, Uppsala Universitet
ISSN: 1650-8319, UPTEC STS 09019

Populärvetenskaplig beskrivning

Det här examensarbetet handlar om hur oförutsedda händelser med omfattande konsekvenser, så kallade svarta svanar, påverkat arbetet med försörjningstryggheten i det svenska elsystemet. Examensarbetet visar hur dessa händelser har påverkat systemkulturen genom att öppna upp formativa moment för tekniska och organisatoriska åtgärder att omsättas i praktiken.

En periodisering beskriver även vilka strategier som varit högst prioriterade under olika tidsperioder. Under den expansiva era då elsystemet så gott som uteslutande baserades på vattenkraft, var åtgärder för att hantera torrår de mest betydande. När sedan kärnkraften introducerades och skapade en stabilare svensk energimix, skiftade fokus i arbetet med försörjningstryggheten till att framför allt handla om transmissionen. På senare tid har extrema väderförhållanden lyft frågor om topplast och effekt högre upp på agendan, vilket föranleder ett möjligt nytt strategiskifte i arbetet med försörjningstryggheten i ett avreglerat system som körs allt närmare sina gränser.

Slutligen föreslår examensarbetet att de strategier för ökad försörjningstrygghet som traditionellt framför allt syftat till att öka robustheten i systemet kompletteras med ett ökat fokus på resiliens. Detta för att se till att de oundvikliga svarta svanar som kommer att inträffa i ett alltmer komplext och sårbart system ska bli så kortvariga som möjligt.

Innehållsförteckning

1. Inledning	4
2. Examensarbetets utgångspunkter	5
2.1 Syfte och frågeställningar	5
2.2 Svarta Svanar	5
2.3 Förtydliganden och kategorisering.....	6
2.4 Robusthet och resiliens	7
2.5 Metod	8
2.6 Avgränsningar	8
2.7 Källkritik och disposition.....	9
3. Där försörjningstryggheten tar sin början	10
3.1 1930-talets expansionsår	10
3.2 Sammanfattning.....	11
4. Andra världskriget och elförsörjningen	12
4.1 Under kriget	12
4.2 Efterspel	13
4.4 Sammanfattning.....	14
5. Frivillig sparkampanj 1955/56 och kärvt kraftläge 1959/60.....	16
5.1 Den frivilliga sparkampanjens förlopp och effekter	16
5.2 Kärvt kraftläge 1959/60	17
5.3 Sammanfattning.....	18
6. Ransonering 1968/69-69/70.....	20
6.1 Före ransoneringen.....	20
6.2 Ransoneringens förlopp	21
6.3 Ransoneringens effekter	23
6.4 Sammanfattande diskussion, efterspel och dynamik.....	24
7. Oljekrisen 1973	27
7.1 Före oljekrisen	27
7.2 Oljekrisens förlopp	28
7.3 Effekterna av åtgärderna under oljekrisen	29
7.4 Oljekrisens efterspel	30
7.5 Sammanfattning.....	32
8. Energiproblematikens kännetecken	33
8.1 Robusthetsstrategierna.....	33
8.1.1 Dimensionering.....	33
8.1.2 Samkörning.....	35
8.1.3 Nordel.....	36
8.2 Resiliensstrategierna: restriktioner och ransonering.....	37
8.3 Varför reglerade man inte efter priset?	38
9. En doktrin ifrågasätts	39
9.1 Kärnkraften som försörjningstrygghetsgarant	39

10. Hamra 1983	42
10.1 Utvecklingen under sjuttioalet	42
10.2 Avbrottets förlopp.....	43
10.3 Återuppbyggnaden efter Hamra.....	44
10.4 Efterspel Hamra: robusthetsåtgärder	45
10.5 Efterspel Hamra: resiliensåtgärder	45
10.6 Sammanfattning.....	47
11. Horred 2003	49
11.1 Före Horred.....	49
11.2 Förlopp/återuppbyggnad	50
11.4 Robusthetsåtgärder	52
11.5 Resiliensåtgärder	53
11.6 Sammanfattning.....	54
11.7 Jämförelse mellan Horred och Hamra	55
12. Avregleringen och dess följder	57
12.1 Före snöovädren	57
12.2 Snöovädren: förlopp och åtgärder	58
12.3 Sammanfattning.....	59
13. Gudrun 2005	60
13.1 Förlopp	60
13.2 Återuppbyggnad	61
13.3 Efter Gudrun: åtgärder	62
13.4 Sammanfattande diskussion	63
14. Transmissionsproblematikens kännetecken.....	66
14.1 Robusthetsstrategierna: dimensioneringskriterier och förstärkningar.....	66
14.2 Resiliensstrategierna.....	67
15. Diskussion: vad häpnäst?.....	70
15.1 Den nuvarande effektproblematiken	70
15.2 Reflektioner kring kapacitetsutnyttjandet.....	71
16. Diskussion: ökat resiliensfokus?	73
16.1 Robusthetsfokus och den ökade komplexiteten.....	73
16.2 En strategi för kriser skapade av förändringar i systemet.....	74
17. Diskussion: formativa moment och deras betydelse?	76
17.1 Teknisk utveckling	76
17.2 Organisatoriska förändringar	77
17.3 Politiskt engagemang och lagstiftning.....	77
17.4 Hur skulle ett ökat resiliensfokus påverka dessa formativa moment?	78
18. Faserna i arbetet med försörjningstryggheten	79
19. Referenser	80
19.1 Litteratur, artiklar och rapporter	80
19.2 Tryckta källor.....	81
19.3 Internet.....	81
19.4 Intervjuer.....	81

I. Inledning

I en strikt monetär mening har hotellet The Mirage i Las Vegas en oerhört hög försörjningstrygghet. Tack vare en rigorös riskhantering försörjer casinoverksamheten tryggt sina ägare med svindlande intäkter varje år. The Mirage invigdes 1989 som det första casino med dygnet runt-bevakning av alla sina spelbord, och har alltsedan dess satt standarden för hur man dimensionerar en casinoverksamhet så att den garanterat går med vinst; det spelar ingen roll hur många nybörjarturgubbar och penningtäta storspelare som sätter sina fötter på deras vinröda heltäckningsmattor. Ändå fanns det ingenting som casinots sofistikerade övervakningssystem kunde göra för att förhindra det som hände den tredje oktober 2003. Det var då som den vita tigern gick till attack. Under ett uppträdande med de tyska magikerna Siegfried och Roy fick deras vita tiger Montecore ett plötsligt aggressivt utfall och bet Roy i nacken. Roy förlorade enorma mängder blod, och skadorna blev så omfattande att han än idag har svårt att gå. En rad rättsliga stämningsprocesser tog vid, Siegfried och Roys livstidskontrakt revs och händelsen blev The Mirages största ekonomiska förlust på tjugo år. Säkerhetssystemet stod handfallet. Ur casinots riskhanterings synvinkel var Montecore en statistisk outlier, en händelse som avvek så mycket från det förväntade att de inte ens kommit på tanken att ta med den i någon kalkyl för att trygga hotellets försörjning. Montecore delade ju till och med sovrum med Roy.

Den vita tigrerns utfall hade samtliga de egenskaper som kännetecknar det som i det här examensarbetet kallas en svart svan:

1. Det var en fullständigt oväntad avvikelse som utifrån tidigare erfarenheter inte gick att föreställa sig att den skulle inträffa.
2. Den fick extremt stora konsekvenser.
3. Trots dess oförutsägbara karaktär, försökte man efter attacken att efterhandskonstruera förklaringar till varför den inträffat som gjorde den retroaktivt förutsägbar.¹

Svarta svanar kommer dock inte alltid utklädda till vita tigrar, och deras habitat sträcker sig långt utanför Las Vegas gränser. Det här examensarbetet handlar om svarta svanars inverkan på försörjningstryggheten i det svenska elsystemet. Försörjningstrygghet är ett komplext begrepp som både inbegriper elsystemets tillförlitlighet och dess förmåga att hantera krissituationer. När en oväntad händelse som avbryter elleveranserna inträffar, är det naturligt att detta påverkar arbetet med att förbättra försörjningstryggheten. Men hur ser denna påverkan ut? Det är det som det här examensarbetet har för avsikt att undersöka.

¹ En tänkbar förklaring till Montecores utfall enligt casinoägaren: "there was a woman with a "big hairdo" in the front row who "fascinated and distracted" Montecore. The woman reached out to attempt to pet the animal, and Roy jumped between the woman and the tiger."

2. Examensarbetets utgångspunkter

2.1 Syfte och frågeställningar

Examensarbetets syfte är att undersöka hur ett antal utvalda störningar har påverkat arbetet med försörjningstryggheten i det svenska elsystemet. Målsättningen är att teckna en generaliserad karaktäristik baserat på de åtgärder för att förbättra försörjningstryggheten som dessa störningar har gett upphov till. Examensarbetet har även för avsikt att visa hur olika typer av åtgärder prioriterats under olika perioder, beroende på vilken försörjningstrygghetsproblematik som varit rådande.

För att uppfylla examensarbetets syfte kommer följande frågeställningar att besvaras:

- Vilka lärdomar har dragits av störningarna och hur har dessa omsatts i åtgärder för att förbättra försörjningstryggheten? Finns det gemensamma drag för vad som hänt efter störningar och vad kännetecknar dessa?
- Vilka periodiseringar går att göra utifrån hur den svenska elförsörjningstryggheten i elsystemet utvecklats? Går det att tala om perioder där en viss problematik och sätt att tänka kring försörjningstryggheten varit rådande?

2.2 Svarta Svanar

För att välja ut de störningar som ska tas upp i examensarbetet, har jag valt den amerikanske slumpforskaren och finansmatematikern Nassim Talebs teori om den Svarta Svanen, en metafor för händelser som är extremt sällsynta men även får extrema följder.

Termen härstammar från en gammal och för den tiden västerländsk uppfattning om att färgen vit var en oskiljbar egenskap från fågelarten svan. Detta ställdes helt och hållet på ända när en första svart svan skådades i samband med att Australien kolonialiserades på 1700-talet. Att "alla svanar är vita" upphörde därmed att fungera som idiomatiskt uttryck för en etablerad sanning², och händelsen har kommit att användas av vetenskapsteoretikern Karl Popper i diskussioner om det vetenskapliga falsifierbarhetsidealet.³ För Nassim Taleb kännetecknas en Svart Svan av följande:⁴

1. Den är en fullständigt oväntad avvikelse som vi utifrån våra tidigare erfarenheter inte ens kan föreställa oss möjligheten att den skulle kunna inträffa.
2. Den får extremt stora konsekvenser.
3. Trots sin oförutsägbara karaktär, försöker vi efter avvikelsen att efterhandskonstruera förklaringar till att avvikelsen inträffat som gör den förutsägbar.

² Taleb s. xvii

³ Taleb s. 57

⁴ Taleb s. xvii-xviii

Taleb själv pekar på elfte september-attackerna i New York och söktjänsten Googles genomslagskraft som två typiska Svarta Svanar. I det svenska elsystemets kontext kan en svart svan exempelvis vara stormen Gudrun, det rikstäckande elavbrott som inträffade annandag jul 1983 eller oljekrisen 1973.

2.3 Förtydliganden och kategorisering

En svart svan är en oväntad oväntad händelse, det vill säga en händelse som är så osannolik att vi inte ens kan föreställa oss den, och än mindre förutsäga när den kommer att inträffa. Svarta svanar särskiljs från gråa svanar, som är sällsynta händelser som vi kan föreställa oss att de kommer att inträffa, men inte när.⁵ Händelserna som valts ut i detta arbete är både svarta och grå, nedan följer en kategorisering.

Tre stycken av de händelser som valts ut är torrår, det vill säga år då magasinen i de svenska vattenkraftverken inte räckte till för att producera tillräckligt med el till dess att vårfloden kom och de kunde fyllas på på nytt. Dessa tre är att betrakta som gråa svanar eftersom de gick att föreställa sig, emedan det inte kunde förutspås när de skulle inträffa. Ett tecken på denna tidliga oförutsägbarhet är de dubbla torrår som inträffade direkt efter varandra 1969/70. Något liknande hade aldrig inträffat förut, själva begreppet torrår definierades som det torraste året under en trettioårsperiod.

Såväl oljekrisen 1973 som det stora elavbrottet under julhelgen 1983 betraktas som svarta svanar, eftersom de var så abrupta och oväntade vid sina respektive inträffanden. Oljekrisen avslöjade hur sårbara de länder som ökat sitt oljeberoende blivit sedan världskriget, medan avbrottet 1983 utgjorde slutet på flera år av tilltro till det svenska stamnätet. Båda händelserna fick konsekvenser som överträffade tidigare erfarenheter. Att det stora elavbrottet hade inträffat 1983 medför att det snarlika elavbrott som inträffade 2003 var en grå svan. Dels eftersom 1983 års avbrott visade på möjligheten att ett avbrott av den storleken faktiskt kunde inträffa, men också för att de två avbrotten hade samma typ av primär felkomponent.

De snöoväder som drabbade Sverige i början av tvåtusen-talet är gråa eftersom de knappast innebar nya oförutsedda inslag i det svenska klimatet. Samma sak kan inte sägas om stormen Gudrun som var av en ny magnitud för svenska naturkatastrofer.⁶ Det andra världskriget är problematiskt att beskriva i samma termer som exempelvis ett torrår i det svenska elsystemet. Ändå har det valts ut som ett nedslag i det här arbetet, vilket hänger samman med att det fick såpass intressanta följdverkningar. Jag avstår emellertid från att närmare kategorisera det efter dunfärg.

Den här kategoriseringen av svanar i svart och grått spelar inte någon avgörande analytisk roll i examensarbetet eftersom svanarna behandlas på ett liknande sätt oavsett färgnyans. Det går naturligtvis att fördjupa diskussionen kring var gränsen går mellan svart och grått, men för det här examensarbetet har detta inte bedömts nödvändigt. Teorin om svarta svanar har använts för att välja ut vilka händelser som ska studeras närmare och inte som ett analysverktyg. Det analysverktyg som använts bygger istället på en operationalisering av definitionen av försörjningstrygghet. Ur denna har två mer

⁵ Mathé Snart kommer något oförutsägbart att inträffa, http://www.svd.se/kulturnoje/understrecket/artikel_1337033.svd, 2009-01-21

⁶ 1921 inträffade en svår isbarkstorm i Sverige som om den slagit till i idag hade orsakat värre skador än Gudrun, vilket Svenska Kraftnätets beredskapsavdelning visade i scenarieanalyser redan innan Gudrun inträffade. Jag bedömer det dock inte som sannolikt att isbarkstormen givit tillräckligt beständiga erfarenheter för att göra Gudrun till en väntad oväntad händelse, dvs. en grå svan.

hanterbara begrepp härletts, vilka följer ur försörjningstrygghetens dubbla natur.

2.4 Robusthet och resiliens

I en rapport från 2007⁷ formulerade Energimyndigheten följande definition av begreppet försörjningstrygghet:

Energisystemets kapacitet, flexibilitet och robusthet att leverera energi i önskad omfattning i tid och rum enligt användarnas behov till en accepterad kostnad. Dessutom ingår marknads, offentlig sektors och användarnas samlade krishanteringsförmåga i begreppet.

Enligt Energimyndighetens definition är försörjningstrygghet ett tudelat sociotekniskt begrepp. Tudelat eftersom det både avser elsystemets förmåga att förebygga störningar och den förmåga som de inblandade aktörerna besitter för att hantera en störning när den väl har inträffat. Sociotekniskt eftersom definitionen tar hänsyn till teknikens inbäddning i en samhällelig kontext. Tekniken är ingen svart låda som följer en egen inre logik, utan den påverkas av mänskliga beslut och åtgärder. Tudelningen i en del som handlar om att förebygga störningar, och en om att hantera desamma, är inte unik för Energimyndigheten. Svenska Kraftnät använder sig av en liknande formulering i en rapport från ifjol, där det heter att "elförsörjningens motståndskraft och robusthet gentemot olika påfrestningar bygger väsentligen på två förutsättningar":

- Elsystemets fysiska och logiska egenskaper
- Förmågan hos ansvariga företag och deras personal att vidta nödvändiga åtgärder.⁸

Ytterligare en variant finns att läsa i examensarbetets första respondent Urban Kärrmarcks definition av "försörjningssäkerhet" som bestående av:

- Systempåverkan – för att förhindra eller minska risken för störningar.
- Krishanteringsförmåga – för att hantera störningar i systemet.⁹

Det råder inte någon fullständig enighet kring hur försörjningstrygghet ska definieras, och dessutom används inom branschen ett flertal liknande begrepp för att beskriva ungefär samma sak; leveranssäkerhet, försörjningssäkerhet och motståndskraft för att nämna ett par stycken. För att göra begreppet mer användbart som analysverktyg har det operationaliserats i två led med hjälp av begreppsparet robusthet och resiliens. Dessa matchar försörjningstrygghetens dubbelnatur på ett naturligt sätt. Med robusthet menas systemets motståndskraft mot störningar, det vill säga dess förmåga att förhindra att störningar uppstår. Med resiliens avses systemets förmåga att hantera en störning när den väl inträffat, dess förmåga att återhämta sig och minimera störningens konsekvenser.

⁷ Energimyndigheten (1) s. 10

⁸ Svenska Kraftnät (2) s.8

⁹ Kärrmarck (1) s.3

Kort sagt är robusthet proaktivt, medan resiliens är reaktivt.

2.5 Metod

Genom studier av rapporter, utredningar och litteratur byggdes en inledande förståelse upp för elsystemet i stort, liksom även för begreppet försörjningstrygghet och de typer av problematik som är typiska för det. Översiktliga intervjuer gjordes med ett par företrädare från branschen, vilka också rådfrågades kring vilka händelser som de uppfattade som viktiga för ett examensarbete med denna inriktning. Efter urval av ett antal särskilt intressanta störningar tog en period av närstudier av dessa vid. För att komplettera det tryckta materialet genomfördes fler intervjuer med personer från branschen för att fånga upp personliga erfarenheter och annat som av naturliga skäl inte innefattas i offentliga rapporter och andra tryckta källor. Den information som utvanns ur detta kartläggningsarbete omsattes sedermera till denna rapport vars text är en väv med ungefär lika många trådar från intervjumaterialet som från litteratur-, käll- och rapportstudierna.

2.6 Avgränsningar

Begreppet försörjningstrygghet är oerhört omfattande och öppnar för en mängd olika perspektiv och infallsvinklar. För att hantera detta har ett antal avgränsningar varit tvungna att göras.

Det fokus på de åtgärder som anammats efter störningar har medfört att det fallit sig naturligt att skriva historien ur ett branschtekniskt perspektiv. Branschen är ansvarig för att systemet fungerar och deras agerande står därmed i händelsernas centrum, även om pådrivningar från media, den politiska sfären och allmänheten påverkar de beslut som branschen fattar. De källor som varit mest givande har varit de rapporter och utredningar som gjorts av exempelvis Vattenfall, Svenska kraftnät och Centrala driftledningen.

Detta fokus har inneburit att exempelvis den militära beredskapsaspekten av försörjningstryggheten har uteslutits, vilket gjort att elsystemets sårbarhet för invasioner, terroristattacker och andra avsiktliga sabotage inte tas upp. Likaså är det fokus på kunderna och användarna som finns inbakat i försörjningstrygghetsbegreppet heller inte särskilt framträdande i arbetet. Detta medför att en närmare analys av användarnas behov och önskemål att betala för ökad robusthet uteblir ur detta arbete. Båda dessa utgör brister eftersom samtliga de oväntade händelser som tas upp har haft konsekvenser för såväl elsystemets konsumenter som Sveriges beredskap.

Den operationalisering som gjorts av begreppet försörjningstrygghet täcker heller inte in allt som skulle kunna göras inom ramarna för en sådan här historieskrivning. Det skulle exempelvis gå utmärkt att skriva en kronologisk krisorganisationshistorik, vilket föreslås som en lämplig fortsättning på detta arbete. Likaså skulle ett striktare marknadsperspektiv kunna ha lagts an med ett tydligare fokus på de ekonomiska avvägningar som alltid är aktuella när det bestäms vilka åtgärder som ska implementeras och inte. Dessa möjliga skrivningar ombeds läsaren hålla i minnet vid läsningen.

Avslutningsvis finns det också fler störningar som hade kunnat analyseras i detta arbete. Den andra oljekris som inträffade i slutet av sjuttioalet är exempelvis en sådan, liksom stormen Pär som slog till 2007. Anledningen till att dessa uteslutits ur arbetet är

framför allt tidsliga och omfångsliga. Det medges att fler storstörningar och avbrott hade kunnat tillföra arbetet ytterligare dimensioner, samtidigt täcker de som valts ut in det övergripande skeende som det varit avsikten att beskriva. Den urvalsmekanism som använts medför en uppenbar risk för en alltför sensationsartad historieskrivning, där uppseendeväckande händelser valts ut just på grund av deras omvälvande karaktär. Sådan är till viss del historien om avvikelsernas natur, men min förhoppning har likväl varit att blanda upp detta med stycken som även förklarar försörjningstrygghetens utveckling mellan storstörningarna.

2.7 Källkritik och disposition

Källkritiskt sett är det naturligtvis problematiskt när företrädare för kraftbranschen väljer ut fördelaktiga bitar ur minnet och skönmålar händelseförlopp till sin egen fördel. Detta är något som gäller såväl intervjuer som rapporter. Detta har det tagits den mest allvarliga hänsyn till, men i och med att detta arbete skrivs utifrån branschens synvinkel, finns det en inbyggd ensidighet som läsaren ombeds vara uppmärksam på.

Examensarbetet är emellertid inte fritt från kritik av branschen och beskrivna exempel på tillfällen när dess aktörer kunnat agera annorlunda. Flera exempel på branschkritisk litteratur har även använts i undersökningen.

Beträffande den tidigare historiska forskning som bedrivits på området, har ingenting hittats som haft försörjningstryggheten i uttryckligt fokus. Med tanke på att försörjningstryggheten är ett vitt omfattande begrepp som berör många olika aspekter av elsystemet, finns det naturligtvis gott om forskning som angränsar arbetets ämnesområde och som har varit användbar i undersökningen.

Examensarbetets disposition baseras på de nio händelser som valts ut för närmare undersökning. Dessa har fått varsitt kapitel. Det första kapitlet är en historisk bakgrund där elsystemets utveckling beskrivs fram till dess att den första utvalda oväntade händelsen inträffar. Vid två tillfällen i texten sammanfattas de tendenser som ditintills varit kännetecknande för en viss period och hur dessa påverkats av periodens storstörningar. Dessa tillfällen utgör också avslut i examensarbetets två första delar. I examensarbetets tredje och avslutande del återfinns dels en sammanfattande diskussion men också ett par tänkbara utblickar kring hur arbetet med försörjningstrygghet kan komma att se ut framöver.

3. Där försörjningstryggheten tar sin början

I takt med att el används till allt fler samhällsliga funktioner, ställs det också högre krav på att elen inte bara ska kunna levereras i ledningarna, utan att den ska finnas tillgänglig dygnet runt. Säkerställandet av denna tillgänglighet är en grundläggande drivkraft i arbetet med försörjningstryggheten, och elberoende och försörjningstrygghet är på så vis beroende av varandras existens. För att ett elberoende ska kunna kallas för nationellt behövs det dessutom ett samhällstäckande elnät, och detta första kapitel har för avsikt att översiktligt redogöra för hur detta etableras från 1930-talet och framåt.

3.1 1930-talets expansionsår

1930 konstaterade det statliga affärsverket Vattenfall att den gynnsamma utvecklingen inom det svenska näringslivet och den pågående elektrifieringen av industrin gjort att efterfrågan på el för första gången ökat snabbare än beräkningarna. Även om de två påföljande åren avvek från detta mönster, var detta början på en tendens som fick stora följdverkningar för den fortsatta utbyggnaden av det svenska elsystemet. Med hänvisning till den ökade efterfrågan fick Vattenfall tillstånd att bygga tre nya anläggningar och öka effekten i tre redan existerande, en expansion som beräknades täcka konsumtionsökningen fram till 1936. Av beredskapsskäl och med hänsyn till den svenska handelsbalansen valde man att bygga ut vattenkraften, vilket var i enlighet med beslutet att detta kraftslag skulle vara den svenska elproduktionens bas från början av seklet. Med hjälp av kraftigt höjda statsbidrag sköt också landsbygdselektrifieringen fart på nytt, och de nät som i stor utsträckning tillkommit under åren 1915-1922 förstärktes tekniskt för att klara de större lasterna och de omformulerade dimensioneringskriterierna.¹⁰

Den övergripande strategin för dimensioneringen formades utifrån energibehovet. Eftersom den svenska elen till hög grad baserades på vattenkraft var det huvudsakliga problemet att få elen att täcka förbrukningen under vintern. Eventuella lasttoppar var inte lika svåra att hantera eftersom man då kunde tömma mer uppdammt vatten och därmed producera den effekt som behövdes momentant.¹¹ Den huvudsakliga försörjningstrygghetsproblematiken var alltså energirelaterad, inte effektrelaterad. Efterfrågeökningarna och landsbygdselektrifieringen gjorde att utbyggnaden av stamnätet blev påtaglig under trettio-talet. En historisk händelse inträffade i mars 1938 när hela det svenska kraftsystemet för första gången kunde samköras som ett tekniskt system från Porjus i norr till Malmö i söder.¹² Stamnätets utbyggnad kom sig inte enbart av behovet av kraftöverföring från det producerande norr till det konsumerande söder. Den hade även motiverats av den svåra vattenbristen i södra Sverige 1933-1934, då samkörning endast varit möjlig i Mellan- och Sydsverige. Kraftföretagen i södra Sverige hade ditintills byggt ut ångkraft i egen regi eller köpt in reserv- och tillskottskraft för att parera år med vattenbrist.¹³ Stig Göthe, tidigare vice VD på Vattenfall och numera styrelsemedlem i Vindforsk, menar att det första steget mot ett svenskt

¹⁰ Lundgren s.21

¹¹ Intervju Göthe, 2007-10-25

¹² Högselius & Kaijser s.26

¹³ Upmark s.4

försörjningstrygghetstänkande kan härledas till 1917 då ångkraftverket i Västerås stod klart som reservkraftstation för det nyligen byggda vattenkraftverket i Älvkarleby. Ångkraftverket byggdes i Vattenfalls regi och uppfördes för att förstärka det system som fanns kring Mälardalen.¹⁴ Lokala strategier som dessa kompletterades under trettioalet av ett förstärkt stamnät, vilket blev ett kraftfullt verktyg för att hantera krissituationer för driftbyrån på Vattenfall.¹⁵ Den rikstäckande samkörningen innebar att systemet tillfälligt kom ikapp efterfrågan som stigit mellan 1929 och 1937. Därmed kunde kraften i högre utsträckning användas där den behövdes, genom ett bättre tillgodogörande av redan befintliga anläggningar.¹⁶ Enligt Urban Kärrmarck på avdelningen för systemanalys på Energimyndigheten, är det först vid den här tidpunkten som det i Sverige finns anledning att tala om och genomföra försörjningstrygghetsmässiga åtgärder på riksnivå.¹⁷

3.2 Sammanfattning

De försörjningstrygghetsåtgärder som genomfördes under trettioalet var av både robusthets- och resilienskaraktär. Robustheten i systemet stärktes genom utbyggnad av produktionsapparaten. Förutom fler kraftverk innebar detta att dammar byggdes ut för att öka effektuttaget. Detta krävde i sin tur ytterligare förstärkningar i nätet för att hantera de ökade lasterna. Utbyggnaden av nätet var också en strategi för att öka systemets resiliens, såtillvida att möjligheterna till samkörning vid en störningssituation ökade.

Sammantaget innebar denna utveckling fler verktyg för att hantera oväntade situationer samtidigt som nätet också blev stryktåligare. Den rikstäckande sammankopplingen innebar dock att störningar fortplantade sig snabbare och över större områden än tidigare. Oväntade händelser och kriser, såsom vattenbristen 1933-34, orsakade och drev på systemförändringar och sammankoppandet av det nationella systemet.

¹⁴ Intervju Göthe, 2007-10-25

¹⁵ Driftbyrån på vattenfall ansvarade för kraftutbytet mellan storföretagen och bar exempelvis det högsta ansvaret för samkörningen under 1933-34 års vattenbrist så att kraftleveranserna den gången kunde fullföljas intakta med utnyttjande av samtliga befintliga produktionsresurser. (Lund s.37)

¹⁶ Upmark s.9

¹⁷ Intervju Kärrmarck, 2007-10-17

4. Andra världskriget och elförsörjningen

Det rikstäckande systemets möjlighet att låta elen konsumeras där den bäst behövdes var inte nog för att parera den fortsatt ökande efterfrågan och torråren med vattenbrist. Det krävdes alltjämt fortsatta utbyggnader. Vid tiden för andra världskrigets utbrott stod vattenkraften för omkring 95% av den svenska elproduktionen och den blev även fortsättningsvis det huvudsakliga utbyggnadsalternativet. Tillgången på oexploaterade älvar var fortfarande god. Känsligheten för tillgången på vatten avtecknas i att 1934, 1935, 1937, 1941, 1942, 1947, 1948, 1955 och 1959 allesammans var år då det rådde kraftbrist eller knapphet i systemet, trots den mängd vatten- och reservkraft som byggts ut.¹⁸ En anledning till att utbyggnadstakten inte hängde med efterfrågan kom sig av den långa anläggningstiden för vattenkraftsdammar. Detta kom att visa sig än tydligare under krigsåren.

4.1 Under kriget

Utbyggnaden av vattenkraften fortsatte under andra världskriget, särskilt fram till och med 1942. Att utbyggnadstakten inte hade varit tillräcklig insågs 1947, två år efter krigets slut, när kraftsituationens problematik var trefaldigt illa:

- Belastningsökningen var högre än den någonsin varit tidigare.
- Utbyggnadsprogrammet släpade efter både den kort- och långsiktiga planeringen.
- 1947 var ett torrår med exceptionell vattenbrist.¹⁹

Fram till torråret 1947 hade två institutionella förändringar gjorts som påverkade möjligheterna att på nationell nivå reglera landets elförsörjning, den ena var en direkt följd av världskriget.

Det första var att den Centrala driftledningen (CDL) permanentades 1944. CDL hade under trettioalet tillkommit som samarbetsorganisation för de stora kraftföretagen för att säkerställa kraftförsörjningen under krigsförhållanden. CDL hade planerligt tagits i bruk vid krigsutbrottet och visat sig fungera så pass bra att den fick till uppgift att även under fredsforhållanden ”verka för en rationellt ordnad kraftproduktion och kraftdistribution inom landet”.²⁰

Det andra var att Vattenfall via ett riksdagsbeslut 1946 fick ett utvidgat ansvar för landets elförsörjning. Detta innebar att de i praktiken kom att bygga, äga och driva stamlinjer. Från att ha haft till uppgift att bygga ut och förvalta de vattenfall som staten ägde, fick Vattenfall nu även ett övergripande och samordnande ansvar för driften.²¹ CDL:s och Vattenfalls förnyade ansvarsroller medförde förändrade förutsättningar att hantera torrårsproblematiken på nationell nivå i form av sparkampanjer, restriktioner

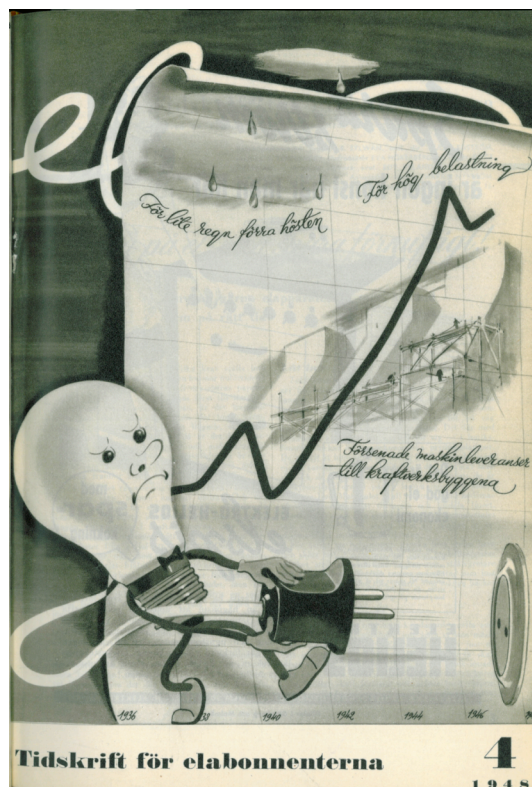
¹⁸ Lund s.46

¹⁹ Lundgren s.30

²⁰ CDL hade också stor betydelse för att föra kraftbranschens gemensamma talan, för att iscensätta utredningar kring tekniska standardiseringar och för de årliga prognoser för kraftbalansläget som de ansvarade för. (CDL årsberättelse 1959/60 s.41)

²¹ Högselius & Kaijser s.29

och ransonering. Dessa verktyg kom väl till pass för att hantera torråret 1947 som kom att kräva elransoneringar i två omgångar; en för industrin med början den 18:e september och en för den samhälleliga förbrukningen två veckor senare.²² Jämfört med 1946 års förbrukning krävde ransoneringarna konsumtionsinskränkningar på omkring 20% av samhällets sammanlagda elförbrukning.²³ Vattenkraftandelen i kraftproduktionen, som mellan 1943-45 legat vid drygt 97%, minskade under 1947 till 88%.²⁴ Detta bortfall ersattes i första hand genom att CDL mobiliserade praktiskt taget allt tillgängligt svenskt värmekraftmaskineri.²⁵



Den tecknade ransoneringshjälpredan Kalle Watt ses här dra ur kontakten på omslaget till tidskriften El 1948 för att uppmuntra till stävjad förbrukning. "För lite regn förra hösten. För hög belastning. Försenade maskinleveranser till kraftverksbyggena." sammanfattar tidens försörjningstrygghetsproblematik väl.

4.2 Efterspel

Såväl politiskt som industriellt söktes syndabockar för hur missbedömningen av vattenkraftsutbyggnaden under kriget hade kunnat vara så grov att man tvingats till en elransonering. Till viss del förklarades felplaneringen av svårigheterna att bedöma den fortsatta elkonsumtionen under pågående krig, inte minst beroende på osäkerheten kring när kriget skulle ta slut. Dessutom visade det sig att lärdomarna från första världskriget som hade åtföljts av en väsentlig nedgång i efterfrågan, inte alls kom att

²² Upmark s.18

²³ Upmark s.20-21

²⁴ Lund s.37

²⁵ CDL årsberättelse 1959/60 s.42

upprepas efter andra världskriget. Istället steg elkraftbehovet i samma accelererade takt som under krigsåren. Att kraftåret 1945/46²⁶ stod för den högsta belastningsökningen någonsin var på alla sätt förvånande.²⁷

Att elsystemet visade sig otillräckligt fick också värre konsekvenser 1947, än tidigare. Detta berodde dels på att den rikstäckande samkörningen hade gjort problemen nationella, dels att näten byggts ut så att 85% av den svenska landsbygden var elektrifierad. Även om detta inte innebar att samhället hunnit bli beroende av el, så drabbade torråren fler konsumenter och ett större område än tidigare.

Försörjningstrygghetsproblematiken hade därmed ändrat skala och lyfts till en annan politisk och organisatorisk nivå. Såväl konsekvenserna av en oförutsedd händelse och möjligheterna att stävja densamma fick nu nationell karaktär. Jämfört med femton-tjugo år tidigare var detta väsensskilt. Nu tvivlade ingen på ambitionerna att Sverige inom ett fåtal år skulle vara helt elektrifierat.²⁸

Vad heller ingen tvivlade på var att vattenkraftresurserna var begränsade. Detta ledde redan under hösten 1945 till tillsättandet av en atomkommitté som under åren därpå lade fram ett ambitiöst program för forsknings- och utvecklingsarbete på atomenergiområdet.²⁹ Atomenergin ansågs vara ett intressant komplement till vattenkraften för att stävja torrårsproblematiken och hantera konsumtionsökningen. Ett elsystem ståendes på fler ben än ett skulle vara betydligt robustare, var ett övergripande försörjningstrygghetsresonemang.

Efter kriget sattes även en omfattande elkraftutredning igång, vars slutliga huvudbetänkande lämnades 1954, och ansåg att andelen oljebaserad värmekraft i systemet borde utökas, bland annat eftersom oljan var billig och gav upphov till substitutionsmöjligheter. Oljan kunde användas både som motorbränsle, som bostadsuppvärmning och för att producera el. Successiva steg in i ett ökat svenskt oljeberoende togs genom att svenska hushåll installerade oljeeldade värmepannor, samtidigt som riksdagen beslutade om att bygga oljekraftverket i Stenungssund.³⁰ Detta ledde sedermera till att oljekrisens omfattande konsekvenser 1973.

I takt med att elen blev en allt mer betydande samhällsfunktion kom kraven på förbättrade leveranser att leda till tekniska förbättringar på distributionssidan. Portabla generatorer, kabelersättning då planerat underhåll genomfördes, ökad robusthet gentemot storm och åska och allt fler reservkraftstationer infördes.³¹

4.4 Sammanfattning

Andra världskriget var en period då förändringar som inverkade på arbetet med försörjningstryggheten genomfördes. Parallellt med att elen gjordes disponibel för hela nationen, kom kraven på dess tillgänglighet och tillförlitlighet successivt att öka, samtidigt som redskapen för reglering också fick en nationell karaktär i och med att CDL och Vattenfalls ansvarsroller förändrades. Drivkraften för försörjningstryggheten

²⁶ Med 1945/46 avses alltså hösten 1945 och våren 1946. Med kalla vintrar och stora delar vattenkraft i elsystemet är det mer naturligt att dela in året på detta sätt än som ett vanligt kalenderår. Detta eftersom vad man gör under hösten (fyller vattenmagasinen) ligger till grund för hur man klarar våren (fram till vårfloeden) och inte tvärtom.

²⁷ Upmärks s.7-9

²⁸ Svenska vattenkraftföreningens trettioåttonde ordinarie årsmöte s. 21, 28 och 37

²⁹ Lundgren s.33-34

³⁰ Lundgren s.31

³¹ Nordel årsberättelse 1967 s.34

under perioden var både att utvidga systemet för att kunna möta den ökade efterfrågan och stärka den torrårsproblematik som denna gav upphov till. De robusthetsåtgärder som infördes (utökad och diversifierad produktionsapparat tillsammans med tekniska förbättringar på distributionssidan) åtföljdes av resiliensåtgärder (möjligheter till nationell ransonering och fler reservkraftstationer).

Andra världskriget fick ett flertal följdverkningar för försörjningstryggheten. Inte bara gjordes elsystemet robustare och byggdes ut, organisationen för att hantera kriser förändrades också för att åstadkomma ett högre resiliens i fredstid, samtidigt som Vattenfall fick ett kraftigt utökat systemansvar.

5. Frivillig sparkampanj 1955/56 och kärvt kraftläge 1959/60

1949 var det första år sedan andra världskrigets utbrott utan restriktioner på vare sig el eller olja. Bedömningen var att det tack vare omfattande produktionstillskott fanns tillräckligt med kapacitet i systemet för att hantera både normalår och mildare torrår. Om den svåra torkan under 1947/48 skulle upprepa sig skulle det dock komma att krävas restriktioner i förbrukningen. Vädret blev under de kommande åren mildare och det dröjde till 1955 innan det inträffade ett torrare år då den mildaste formen av resursförminskande åtgärd; en frivillig sparkampanj, behövde lanseras för att klara det ansträngda kraftläget. Sparkampanjen sattes på CDL:s initiativ igång den sjätte oktober, och pågick fram till den nittonde januari 1956. I huvudsak gick den ut på att CDL vädjade till alla förbrukargrupper att sänka sin elkonsumtion. Kampanjen leddes av överdirektör Bo Rathsman i Vattenfallsstyrelsen i nära samarbete med Riksdriftsbyrån. Fera³² tog på sig aktionerna i pressen samt framställandet av trycksaker. Arbetet drevs parallellt längs ett antal linjer, varav den mest betydande var propaganda³³ till allmänheten och särskilda förbrukarkategorier.

5.1 Den frivilliga sparkampanjens förlopp och effekter

Avsikten med propagandan var att informera om kraftläget och dess orsaker, samtidigt som den uppmanade till undvikande av all onödig förbrukning. Kampanjen förmedlades via dagspressen, radion, flygblad, film, anslag och brevmärken, och lades upp som en kamp mot "eltorkan". Stommen utgjordes av en omfattande riksannonsering i dagspressen vilken inleddes med en stor presskonferens för stockholmstidningarna, för att följas av liknande i mindre skala ute hos elsystemets blockchefer. Feras presstjänst distribuerade också ledarmaterial utformade som direkta sparråd och lät publicera specialartiklar i en rad facktidskrifter och organ. Kampanjen synkroniserades med ett specialutformat radioprogram den 23:e oktober som dessutom innehöll ett experiment från Vattenfalls kontrollrum där lyssnarna uppmanades att koppla ur alla lampor och elapparater som de just då inte behövde. Den bortkopplade effekten blev 75MW vilket uppmärksammades av dagspressen. Radion bidrog dessutom med ett antal korta uppmaningar till sparsamhet, vilka sändes i samband med nyheterna. Två journalfilmer sammanställdes och en kortfilm riktad mot ungdomar kom att köras i åtta veckor vid sammanlagt 8000 biograföreställningar. Såväl denna filmpropaganda som kontakten med CDL och Radiotjänst sköttes av Vattenfalls presstjänst. Fera tryckte därtill upp ett informativt flygblad i 1.8 miljoner exemplar, vilket distribuerades till kunder vid ett stort antal kraftverk.

Genom uppmaningar distribuerade via Elverksföreningen ombads kraftverken att föregå med gott exempel i sparaktionen. CDL gjorde detsamma för att få de stora näringsorganisationerna, Sveriges Industriförbund, Sveriges köpmannaförbund, Lantbrukarförbundet, Kooperativa förbundet med flera att medverka. CDL och Fera utformade sparråd som dessa organisationer spred till sina medlemmar. Särskilda

³² Föreningen för Elektricitetens Rationella Användning som bland annat gav ut tidningen El som vände sig "direkt till allmänheten med sin upplysning eller propaganda för riktig användning men även god hushållning med elektriciteten". (Vattenkraftföreningens trettioåttonde ordinarie årsmöte s.20)

³³ 1956 använder CDL själva ordet propaganda för att beskriva sin informationsspridning, ett begrepp som för dagens läsare har långt mer negativa konnotationer. Propaganda kan här förstås synonymt med information.

sparskyltar utvecklades för en rad ändamål. Statsförvaltningens organ bearbetades och SJ, som var Sveriges största elkonsument, tog åtskilliga egna initiativ till sparåtgärder. Via landets ingenjörsföreningar hölls föredrag i olika branschföreningar.

CDL använde sig av fyra olika index för att följa propagandans inverkan: CDL:s totala belastning, SJ:s uttag från Vattenfalls nät, Elverksföreningens snabbstatistik och en av Elverksföreningen upplagd statistik som använde tio städer och tio landsbygdsföretag som indikatorer. SIFO (Svenska Institutet för Opinionsundersökningar) genomförde på CDL:s uppdrag enkätundersökningar med svenska husmödrar varav 90% kände till "eltorkan" och hade vidtagit sparåtgärder i linje med propagandans anvisningar.

Enligt Riksdriftsbyråns beräkningar lyckades kampanjen fram till den femtonde januari spara 150MWh, vilket motsvarade ungefär 50000 ton olja i ångkraftverken. Under de två och en halv månader som kampanjen pågick motsvarade sparandet produktionskapaciteten hos ett 110MW kraftverk, vilket räckte för att undvika ransonering.³⁴ Elsystemet var alltså tillräckligt robust för att klara av torråret 1955/56 med enbart uppmuntranen till frivilligt sparande.

5.2 Kärvt kraftläge 1959/60

Efter torråret 1955/56 såg utsikterna för återstoden av femtiotalet länge dystra ut, och inte blev det bättre av att Suezkrisen inträffade under hösten 1956, vilket försvårade anskaffningen av bränsle till de svenska värmekraftverken. Den påföljande nederbördsrika vintern räddade situationen tillfälligt, men eftersom utbyggnaden av nya kraftstationer alltjämt släpade efter kvarstod torrårshotet över kraftindustrin. En viss tillfällig belastningsavmattning inträffade under 1957/58 och 1958/59 samtidigt som vintrarna hade god tillrinning, något som gjorde dessa års kraftsituation stabil.

Prognoserna såg även goda ut inför 1959/60. Vid ingången till belastningsåret 1959 var magasinerna fyllda till 86%, vilket var den högsta graden sedan 1953, och bedömningen var att produktionsresurserna var tillräckliga för att täcka den väntade kraftförbrukningen även om det skulle bli ett exceptionellt torrår. Risken för ransonering bedömdes som liten, och därför genomfördes inga förberedande åtgärder.

De därpå följande månaderna kom dock, tvärt emot alla förutsägelser, att bli sällsynt torra och mot slutet av oktober uppgick den totala värmekrafttillsatsen för att kompensera för de låga vattenmagasinstånden till 30% av belastningen. Detta var ett nytt rekord. Vid mitten av november bedömdes risken för kraftbrist vara 50% och CDL beslöt förbereda en kraftransonering. Tillståndet förbättrades dock snabbt till följd av varm väderlek, vilken utan att några vidare åtgärder vidtagits eliminerade kraftbristrisken redan vid årsskiftet. Förbättringen fortskred hela januari och mot slutet av månaden kunde förberedelserna upphöra.

Tillrinningsvärdena försämrades sen återigen under våren vilket ledde till en sen vårflood. Den totala tillrinningen var 27% lägre än under normalårsförhållanden och vattenkraftindex, förhållandet mellan den faktiska och den normala utnyttjningsbara vattentillgången var 79%, det lägsta värde som någonsin noterats. Att systemet klarade av att hantera situationen utan att behöva initiera restriktioner eller en ransonering bevisade dess ökade robusthet. Samtidigt innebar året en insikt i att vattenkrafttillgången kunde sjunka till lägre nivåer än vad man tidigare räknat med.

³⁴ CDL årsberättelse 1955/56 s.44-46

Till följd av det kärva kraftläget uppstod en omfattande diskussion om försörjningstryggheten, vilken resulterade i ambitionen att ytterligare förbättra samkörningen mellan de svenska kraftföretagen och att skärpa kraven på kompletterande värmekrafteffekt.³⁵ Under året hade även mindre ångkraftverk med dålig ekonomi tvingats sätta igång, och som extraordinär åtgärd ordnade man sammanlagt elva chartrade tankbåtar som för full motor fick mata in elkraft på nätet från sina huvudmaskinerier.³⁶ Att man hade tvingats till båda dessa åtgärder för att klara kraftläget medförde insikter i att systemet kunde byggas än mer robust.



På tidskriften Els första nummer från 1960 tackar Kalle Watt för den visade sparviljan som starkt förbättrat kraftläget och gjort att en elransonering kunnat undvikas.

5.3 Sammanfattning

1955 års sparkampanj visar de kommunikationsvägar som kraftbranschen hade tillgång till för att påverka Sveriges elkonsument, och att dessa fungerade tillräckligt väl för att undvika en ransonering. Systemet var försörjningstryggt nog för att klara torråret med hjälp av tre månaders frivilliga sparåtgärder. Händelsen visade hur störningen och de åtgärder som den tvingade fram hade blivit nationella angelägenheter. Det kärva kraftläget 1959/60 visade att systemet blivit mer robust, trots att en del extraordinära åtgärder behövt vidtagas. Det förmådde hantera väderförhållanden som inte stämde överens med de statistiska erfarenheterna, och att värmekraften bidrog med 30% av produktionen var ett styrkebesked. Sparkampanjernas lyckosamma utfall och systemets förmåga att hantera den kritiska situationen, ledde till en ökad tilltro till

³⁵ CDL årsberättelse 1959/60 s.38-41

³⁶ Lund s.41

försörjningstryggheten. Tio år senare inträffade det ditintills otänkbara i form av två torrår i rad vilket Lennart Lundberg, före detta vice VD i Vattenfall, beskriver som något som verkligen lärde branschen en läxa och fick den att tänka om.³⁷

³⁷ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

6. Ransonering 1968/69-69/70

I början av mars 1970 gjorde CDL bedömningen att bestånden i de svenska vattenmagasinen inte skulle räcka fram till vårfloden. Det rädde återigen vattenbrist, vilken hade orsakats av att de två föregående åren varit torrår, något som statistiskt sett skulle inträffa med trettio års intervall. Läget blev så kritiskt att det för första gången sedan 1947 behövdes en ransonering för att hantera kraftsituationen.³⁸ Detta trots att den svenska elkraftförsörjningen i slutet av sextiotalet bestod till 89% av vattenkraft, 7% värmekraft och 4% kraftimport, en mix som var mer diversifierad, robust och bättre försedd med reserver och möjligheter till import än tidigare.

6.1 Före ransoneringen

Den kraftbristsituation som inträffade under våren 1970 hade sin upprinnelse i det extrema torråret 1968/69. Tillrinningen under hösten 1968 var lägre än det dimensionerade gränsvärdet. Trots denna prekära situation och en del svåra haverier i värmekraftaggregat under vintern klarades kraftförsörjningen utan några konsumtionsbegränsande åtgärder, även om vattenkraftens produktionsandel sjönk till 70%. Att systemet klarade av att producera och importera 30% komplementär kraft var ett bevis på dess ökade robusthet. Förutsättningarna att klara ytterligare ett torrår i direkt följd var det dock inte dimensionerat för.

När även tillrinningen under våren 1969 blev knapp, var magasinsfyllnadsgraden den 1 juli endast 59% mot föregående års 83%, en skillnad som motsvarade 8% av elbehovet för det kommande året. Mot bakgrund av de planerade värmekraftresurser som skulle tas i drift under den kommande vintern, bedömdes läget kunna pareras utan att inskränka konsumtionen. Efter sommaren hade de 8% krympt till 6%, och CDL valde att vänta in höstfloden för att avgöra om några restriktiva åtgärder skulle bli nödvändiga. Höstfloden visade sig vara riklig och förvandlade underskottet till ett överskott, vilket var ett dubbelt gott budskap eftersom rikliga höstfloder av statistisk erfarenhet följdes av hög tillrinning under vintern. Detta blev emellertid inte fallet. Och till råga på allt blev vintern hiskeligt kall vilket åstadkom en elförbrukningsökning, samtidigt som driftstörningar på samkörningsförbindelsen mot Danmark begränsade importmöjligheterna därifrån. Dessutom inträffade ett komprometterande haveri på värmekraftsaggregat i Stenungsund, vilket minskade reservkraftsandelen i systemet avsevärt.³⁹ Vattenfalls före detta vice VD Lennart Lundberg, minns att:

Vi såg framför oss att i och med haveriet i Stenungsund, jag tror att det bara gick att köra ett aggregat [...] där, så skulle inte produktionen räcka till för att klara en sen vårflod, eller kanske till och med en normal vårflod.⁴⁰

En liknande situation med låga tillrinningsvärden och kalla temperaturer förelåg i såväl Norge som Finland, vilket inskränkte möjligheterna till import den vägen. Mot bakgrund

³⁸ CDL årsberättelse 1969/70 s.51

³⁹ Nordel årsberättelse 1970 s.40-41

⁴⁰ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

av detta konstaterade CDL i januari att risken var betydande för att elbehovet fram till vårfloden inte skulle täckas av maximal värmekraftproduktion och import. Bristen bedömdes till 1000 GWh, dvs. 1.6% av årsförbrukningen och 6% av behovet under de aktuella månaderna. Möjligheterna att begränsa förbrukningen med en frivillig sparkampanj bedömdes vara tillräckliga för att undvika ransonering, men CDL beslöt likväl att begära om en snabbt införd ransoneringslag vilket gav dem möjlighet att införa tvångsmässig begränsning av förbrukningen om läget skulle förvärras.⁴¹ Lennart Lundberg erinrar sig händelseförloppet i samband med ransoneringen såhär:

Jag var chef för vad som kallades konsumtionsbyrån i den statliga elransoneringsnämnden, en myndighet som sattes upp i flygande fläng, normalt tar det väl åtminstone ett år att få igenom en lag enligt det svenska sättet att jobba med utredningar, remisser, propositioner etc. Men den där lagen om elransonering drev vi igenom på en månad tror jag och satte dessutom upp en organisation.

Den hastigt införda lagen kom att permanentas efter det att bristsituationen ebbat ut för att vid framtida extrema torrår snabbare kunna sättas i kraft.⁴² Detta var den första av flera bestående åtgärder som torråren 1969-70 förde med sig.

6.2 Ransoneringens förlopp

Den tredje februari 1969 tillsatte CDL en kommitté med uppgift att ansvara för den frivilliga sparkampanjen. Kommittén sammankallades tolv gånger mellan den fjärde februari och tjugofjärde april, och upplöstes inte förrän framemot hösten 1970 då kraftsituationen återigen bedömdes vara under kontroll. Målsättningen var att under våren spara 5-10% av den normala förbrukningen tills mitten av maj, vilket meddelades i en första presskommuniké. Ordförande i kommittén var Vattenfalls driftdirektör Sven Lalander, och i övrigt medverkade cheferna för landets största kraftföretag samt Svenska Kraftverkföreningen och organisationer inom kraftindustrin. Inom kommittén följdes kraftbalansen och sparkampanjens resultat löpande upp, och kom att kompletteras av ett intimt samarbete med Statens Elransoneringsnämnd (SERN), den myndighet som på snabba initiativ inrättades den 11 mars.⁴³ Sparkommittén kompletterades alltså av den nytillsatta nämnd som Lennart Lundberg beskriver i citatet ovan, vilket var en snabbt införd organisatorisk resiliensåtgärd.

Sparkommitténs första åtgärd var, precis som i fallet vid tidigare restriktionssituationer, att skicka ut informationsbrev. 2400 ledande personer inom näringsliv och centrala organ adresserades den sjätte februari och tre dagar därpå gick en försändelse ut till industrin och handelns 150000 företag. Ytterligare tre dagar senare påbörjades utskicken av informationsbrev till samtliga statliga och kommunala företag och förvaltningar. Mellan den 16-18 februari åtföljdes informationsutskicket av ytterligare

⁴¹ Nordel årsberättelse 1970 s.40-41

⁴² Intervju L. Lundberg, 2007-11-26. En ytterligare anledning till att lagen omformulerades och implementerades på så kort varsel var att den befintliga var svårimplementerad och endast fick tillgripas om försörjningssvårigheter inträffade till följd av förhållanden som inte kunnat förutses. Torrår var, och är inte, i denna bemärkelse oförutsedda händelser utan istället gråa svanar baserade på statistiska sannolikheter.

⁴³ Nordel årsberättelse 1970 s.41-42

ett med konkreta sparråd till samtliga ovanstående adressater. Mellan den 23-28 februari spreds informationsmaterial ut i organisationerna i form av affischer och andra trycksaker. Interna brev till de företag som ingick i CDL och Svenska Elverksföreningen (SEF), gjorde att dessa hölls uppdaterade med utvecklingen.

Parallellt satte CDL upp informationsmöten med Industriförbundet, ett flertal branschföreningar och statliga verk på Svenska Teknologföreningen, och informerade om det aktuella kraftläget och ransoneringsshotet. Personliga besök av representanter från CDL-företagen genomfördes hos olika myndigheter, branschorganisationer och företag. Hos dessa var det i allmänhet cheferna som kontaktades, vilka informerades om kraftläget och fick informationsmaterial att distribuera inom sina respektive organisationer.⁴⁴

Ransoneringen gick enligt den snabbt verkställda ransoneringslagen ut på att industrier och trafikföretag fick krav på sig att skicka in de anspråk de hade på förbrukning under de närmaste månaderna. När denna inkommit räknade de ansvariga på SERN ut hur mycket vart och ett skulle spara, och återkom med ett verkställande ransoneringsbeslut. Kontrollen av konsumtionen skedde genom löpande mätaravläsningar hos företagen för att säkerställa att restriktionerna följdes, ett sätt att ransonera som vanligen kallas kvotransonering. Även om de lämpliga förberedelserna hade vidtagits gick det aldrig så långt att någon kvotransonering behövde tillämpas för de svenska hushållen. Däremot infördes restriktioner mot viss elanvändning såsom exempelvis skyltfönster och gatubelysning.⁴⁵

För den breda allmänheten startades en riksomfattande annonskampanj den tionde februari, vilken kom att genomföras i fem omgångar fram till den trettionde april. Huvudtemat var "Spar el nu...! – I väntan på vårfloden", och från omgång till omgång innebar budskapet en successiv upptrappning av allvaret i situationen för att slutligen mynna ut i "Vårfloden är på väg. Nu kan NI tända igen. Tack för hjälpen!"⁴⁶

Ransoneringsbudskapet förmedlades även i TV och radio. Särskilt uppmärksammat blev ett direktsänt sparprogram från Vattenfalls kontrollrum, där Bengt Feldreich på bästa sändningstid uppmanade tittarna att engagera sig i sparandet genom att släcka all onödig belysning i hemmet. Minskningen av effektuttaget kunde utläsas direkt på kontrollpanelerna och uppgick till omkring 100MW, vilket var mindre betydelsefullt i rena besparingstermer men desto mer viktigt för allmänhetens inställning till ransoneringen.⁴⁷ Siffran kan jämföras med det liknande inslag som sänts i radio från Vattenfalls kontrollrum vid torråret 1955/56 då 75MW hade sparats.

CDL producerade även ett 10-tal TV-trailers som sändes upp till fyra gånger vardera. I radions samtliga kanaler lästes CDL:s veckoslogan upp, och ackompanjerades i själva programmen av uppmanande inslag om att spara el. Regionalradion användes flitigt av eldistributörerna med framträdanden av och intervjuer med elverkschefer, och i dagspressen visades ett stort intresse för elsituationen och sparkampanjen vilket bidrog till sparviljan.

Direktupplysningen till hushållen utformades som en fyrsidig folder med en sammanfattning av bakgrunden till elbristen och konkreta sparråd, vilken trycktes och

⁴⁴ Nordel årsberättelse 1970 s.42

⁴⁵ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

⁴⁶ Nordel årsberättelse 1970 s.42-43

⁴⁷ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

distribuerades i 3.3 miljoner exemplar över hela Sverige. Feras konsumenttidsskrift El tog fram ett specialhäfte med sparråd i tidningen, som distribuerades i en upplaga på 700000 exemplar. Kontinuerligt upprepad sparinformation sändes i samtliga större butikskedjor och varuhus, vilket nådde uppskattningsvis 8000 butiker.

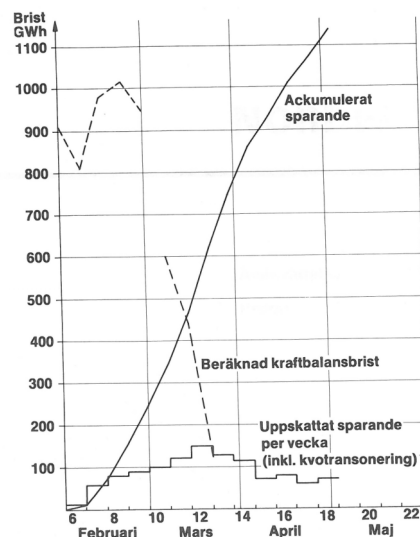
Bland övriga centrala informationsåtgärder utlyste tidningen Ny Teknik en pristävling för elbesparingsförslag som rönt stort intresse. En A3-affisch trycktes på sparkommitténs initiativ i 800000 ex och distribuerades med en frimärkesaffisch för placering intill strömbrytare till cirka 150000 adressater. Svenska elverksföreningen (SEF) utarbetade en branschintern checklista för elverkschefer och SERN sammanställde en stencilerad folder med restriktioner och besparingsråd som gick ut som bilaga till ett SEF-meddelande till deras medlemsföretag som de uppmanades att reproducera och sprida till sina abonnenter.⁴⁸

Internt i kraftbranschen vidtog samtliga elbefälhavare⁴⁹ ett stort antal åtgärder och uppmanade sina kunder och distributörer med egna produktionsanläggningar att öka produktionen. Lokala konferenser där sparaktivitet aktivt uppmuntrades hölls på ett flertal platser med personal från landsting, länsstyrelser, blåljusmyndigheterna, skolor, militära myndigheter, kommuner och förvaltningar samt branschorganisationer.

Vattenfall utlyste en egen besparingstävling om vem som kunde uppnå största möjliga procentuella minskning av energiförbrukning under mars månad, både för de distributörer som fick hela eller delar av sitt kraftbehov försett från Vattenfall.

Såväl elverken som eldistributörerna följde i stort de centralt utformade anvisningarna, trots att sparandet innebar stora kostnader och medförde inkomstbortfall för ett flertal distributionsföretag. De kontakter som på ovanstående sätt utformats för att skapa en kedjereaktion mellan myndigheter, organisationer och konsumenter, innebar en avsevärd aktivitet även hos de sistnämnda.⁵⁰

6.3 Ransoneringens effekter



Figur 1: Kampanjens inverkan på elsparandet våren 1970⁵¹

⁴⁸ Nordel årsberättelse 1970 s.44-45

⁴⁹ Elbefälhavarnas funktion var att samordna elförsörjningen inom en elregion vid en uppkommen krissituation.

⁵⁰ Nordel årsberättelse 1970 s.45-46

⁵¹ Nordel årsberättelse 1970 s.49

Figuren ovan visar sparkampanjens inverkan på kraftförsörjningsläget. Vecka sex stod för en blygsam sparandestart som sedan ökade under vecka sju. De därpå följande veckorna präglades av en ihållande kyla vilket gjorde att det ökade sparandet åts upp av uppvärmning. Spartakten ökade sedan återigen när kylan släppte under vecka elva och då restriktionerna infördes vecka tolv. Därefter mildrades kvotransoneringen successivt vilket ledde till ett gradvis minskat sparande. Vecka sexton upphävdes alla ransoneringspåbud och restriktioner, även om kommunikéer om frivilligt sparande alltjämt spreds av CDL. Det totalt ackumulerade sparandet ledde till att man under vecka sexton täckte den brist som upptäckts i februari, och kraftbalansen övergick åter från underskott till överskott.⁵²

Sveriges radio gjorde fortlöpande intervjuer med allmänheten och publikundersökningar från månadsskiftet januari-februari fram till den 22:a maj. 90% av allmänheten ansåg sig ha sparat el framför allt genom att dra ned på belysningen. Branschorganisationernas reaktion på medverkan i sparkampanjen var som regel positiv även om ett antal företag klagade högljutt över att CDL:s brist på förutseende hade orsakat situationen. I takt med att information om lägets allvar spreds tystnade dessa röster, framför allt tack vare de personliga kontakter som etablerades mellan sparkommittén och ledande personer hos myndigheter, branschorganisationer och företag. De av CDL och SERN anordnade presskonferenserna bevakades med stort intresse av press och media, inte minst eftersom många företagschefer deltog. Kostnaderna för de centrala aktiviteterna i form av affischer, annonser och informationsbrev som direkt hade fakturerats uppgick till 2.2 miljoner kronor. De totala kostnaderna, inklusive de för själva kvotransoneringen, kunde inte anges med tillräcklig säkerhet. Detta beror på de betydande dolda kostnader hos samtliga företag med representanter i sparkommittén och de mantimmar som lades ned av den centrala administrationen. Ett stort antal personer över hela landet lade även ned betydande mängder ideell tid och ansträngning för att bidra till sparkampanjen. CDL:s försök att avhjälpa kraftbristen med enbart frivillig konsumtionsbegränsning hade med andra ord inte varit nog. De av SERN införda restriktionerna mellan den tolfte mars till den fjortonde april klarade upp situationen tillfälligt, och förmådde minska industrins förbrukning till 93% av den totala, men till slut var kvotransonering enda sättet att hantera kraftläget. De sammanlagt sparade 1000GWh bestod av 100GWh vardera från kvotransonering och restriktioner, medan den resterande huvuddelen på 800GWh hänfördes till det frivilliga sparandet. Erfarenheterna som CDL drog av propagandaåtgärderna och den frivilliga sparkampanjen var som helhet mycket goda, även om det inte varit tillräckligt för att hantera den uppkomna situationen.⁵³

6.4 Sammanfattande diskussion, efterspel och dynamik

Elbristsituationen med de dubbla torråren 1968/69 och 1969/70 kom som en chock för de systemansvariga. Det var tio år sedan ett rejält torrår hade drabbat Sverige och en förvisning om att man hade lyckats bygga bort mycket av problematiken med det svenska systemets väderberoende hade spridit sig i organisationerna. Att torråren

⁵² Nordel årsberättelse 1970 s.46-47. Detta motsvarar i figuren av då den streckade linjen korsar x-axeln.

⁵³ Nordel årsberättelse 1970 s.47-48

dessutom kom att bli dubbla hade inte inträffat sedan åren direkt efter andra världskriget, och precis som då ledde detta till ransonering. På tjugo års tid hade inövade rutiner för ransoneringsförfarandet hunnit försvinna ut ur organisationen samtidigt som personalstyrkan till stora delar bytts ut, något som möjligen kan förklara CDL:s förhoppning om att in till sista stund klara situationen utan omfattande åtgärder. En ytterligare försvårande faktor var den nesligt kalla och statistiskt svårförutsägbara vintern som följt på den milda hösten. Dessa faktorer bidrog sammantaget till att försvåra situationen så till den grad att en ransonering var oundviklig.

De dubbla torråren bidrog, förutom de erfarenheter som de gav upphov till, till permanentandet av två åtgärder som skulle visa sig viktiga när oljekrisen sedermera slog till tre år senare. Lennart Lundberg menar att man genom att göra SERN till en skuggorganisation och förenkla ransoneringslagstiftningen förbättrade resiliensen mellan de två tillfällena. Detta eftersom ansvaret snabbare kunde läggas på de kristillsatta organisationerna.⁵⁴ Konkret innebar detta att man vid oljekrisen snabbt kunde vidta åtgärder för att genomföra en ransoneringsplan för hushållen, något man inte varit tvungen att göra 1968/69 och 1969/70. På samma sätt som det tre år korta mellanrummet mellan 1955/56 och 1959/60 varit nyttigt för beredskapen var det återigen positivt att händelserna inträffade så pass tätt inpå varandra. Samtidigt var detta naturligtvis också extra komprometterande. Eftersom kärnkraftsepoken stod för dörren (Oskarshamns reaktor fasades in på kraftnätet 1971 och invigdes året därpå), kom dessa dubbla torrår att utgöra en slutpunkt för den vattenkraftsbaserade utbyggnadsperioden i det svenska elsystemet.

Under de tre år som hann gå mellan de dubbla torråren 1969-70 och oljekrisen 1973, omsattes en del av erfarenheterna från torråret i försörjningstrygghetsåtgärder. När det kom till robustheten var Sverige drivande i arbetet med de gemensamma dimensioneringskriterier som 1972 formulerades för det nordiska systemet inom organisationen Nordel.⁵⁵ Samma år kom CDL med en uppseendeväckande rapport som menade att det för att klara av Sveriges elförsörjning framledes skulle behöva byggas elva kärnkraftsaggregat fram till 1980 och ytterligare tretton under åttiotalet för att säkerställa produktionen och klara framtida torrår. Rapporten kom att väcka stor uppståndelse men ska enligt Stig Göthe, tidigare vice VD på Vattenfall, förstås i relation till den nya lagstiftning om så kallad fysisk riksplanering som tillkommit ungefär samtidigt. Denna nya miljölagstiftning gjorde att CDL hade ett bakomliggande syfte att reservera mark för framtida investeringar, vilket gjorde att man tog fram en maxprognos med avsikt att framöver kunna implementera sina expansionsbehov i markplanet utan nya förhandlingar.⁵⁶

Resiliensmässigt framkom det efter torråren en omfattande kritik mot att man inte lyckats hålla oljekraftverket i Stenungsund i drift, och branschens svar blev att komplettera reservkraften genom att bygga en mängd gasturbinanläggningar som var billiga att uppföra men dyra i drift.⁵⁷

Då riksdagen beslutat att fyra älvar skulle skyddas var vattenkraften i stort sett helt

⁵⁴ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

⁵⁵ Intervju Holmberg, 2008-05-26 För ett mer utvecklat resonemang kring Nordel, se kapitel 8.1.3.

⁵⁶ Intervju Göthe, 2007-10-25 För ett mer utvecklat resonemang kring dynamiken i det svenska elsystemet under perioden se kapitlet 10.2 om elvärmen.

⁵⁷ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

utbyggd. I och med detta framkom åsikter om att effektivisera och diversifiera energianvändningen, och intresset för att tillvarata värme inom industrin tilltog markant.⁵⁸ Ett annat förslag som lades fram var att satsa på naturgas, vilket en utredning som tillsatts 1968 förespråkade i sitt slutbetänkande 1972.⁵⁹ Ett annat initiativ var den programkommitté som tillkallades av industriministern under hösten 1973, med syfte att arbeta fram ett förslag till forsknings- och utvecklingsprogram på energiområdet. Ambitionen bestod i att göra energiförsörjningen effektivare genom att föreslå åtgärder för att säkerställa och öka tillgången på energi men samtidigt minska behovet och kostnaderna för att utnyttja den.⁶⁰

Från Vattenfalls sida fanns det inte något påtagligt intresse av att verka för att minska elförbrukningen. Tvärtom stod man med projekterade kärnkraftsanläggningar redo att tas i drift under de kommande åren och för att kunna garantera driftekonomin i dessa behövdes en ökad konsumtion av kärnkraftsel. Kraftföretagen propagerade därför för en ökad användning av elvärme, och distributörerna införde tariff typer som lämpade sig väl för eluppvärmning i bostadshus. Ur ekonomisk synpunkt var en ökad energiomsättning nödvändig för att kunna bibehålla låga priser. Det fanns med andra ord ett expansionistiskt momentum i utbyggnaden av elsystemet, och som Lennart Lundgren skriver:

En "förväntad" ökning av antalet eluppvärmda bostäder blev därför mer än sannolik, närmast ofrånkomlig, vilket skulle medföra krav på utbyggnad av produktionsapparaten och ett ökat tryck på politikerna att satsa på atomenergi. Det skulle uppstå ett "behov" av atomkraft.⁶¹

Torråren 1969-70 spelade den offensiva strategi som tillämpades inom Vattenfall rätt i händerna. Kärnkraften gick lätt att få att framstå som ett kompletterande ben att stå på, vilket avsevärt skulle förbättra möjligheterna att hantera kommande torrårssituationer. Samtidigt kunde man hänvisa till CDL:s rapport liksom Vattenfalls egna belastningsberäkningar, för att visa på att produktionsapparaten måste byggas ut. Det finns anledning att, som Lars Lundgren, fråga sig:

Kraftproducenternas bedömningar överensstämde med politikernas. Eller var det kraftproducenterna som bestämde energi/elpolitiken?⁶²

⁵⁸ Lundgren s.61,67-68

⁵⁹ Lundgren s.65-66

⁶⁰ Lundgren s.77

⁶¹ Lundgren s.47

⁶² Lundgren s.63 En intressant iakttagelse är dessutom att torrårskriserna därtill tenderar att inträffa lägligt för kraftindustrin, då riksdagen av olika anledningar inte velat ge tillstånd för utbyggnad av vattenkraft respektive kärnkraft. Var medvetna överskattningar av problemen en medveten strategi för att tvinga politikerna till följsamhet?

7. Oljekrisen 1973

Oljekrisen 1973-74 utlöstes av det arabisk-israeliska kriget men hade föregåtts av betydande fluktuationer på marknaden. Samtidigt som oljan som bränsle hade ökat sin andel av världens energiförsörjning markant under de föregående tjugo åren, hade Västeuropa utvecklats från att vara självförsörjande på energi till att vara importberoende till 60%, framför allt av olja. Oljefyndigheterna fanns till största delen i arabvärlden, medan den betydande handeln bedrevs av sju amerikanska, brittiska och nederländska oljebolag. Som motvikt till denna konstellation bildades OPEC, de oljeproducerande ländernas samarbetsorganisation, som blev en maktfaktor med bestämmande över produktionsvolym och priser. OPEC-länderna inledde en blockad. Den åstadkom en rejäl prishöjning på oljan vilket ledde till energiransoneringar på många håll runtom i världen.⁶³

I Sverige gick en uppmaning från CDL ut den 20 november 1973 till den svenska befolkningen om att spara både olja och el. Till följd av denna blev det även nödvändigt att minska produktionen i de oljedrivna kraftstationerna.⁶⁴ En vecka senare visade kraftbalansen att till och med den sämsta tänkbara tillrinningen skulle räcka för att klara förbrukningen fram till vårfloden, förutsatt att oljetillförseln inte förändrades än mer. Samma datum gjordes beräkningar som visade att oljekrisens påverkan skulle motsvara 7% av den totala elförbrukningen fram till vårfloden, en siffra som den tionde december skrevs upp till 10 %. Eftersom vädret varit onormalt kallt under veckorna dessförinnan gjorde CDL i mitten av december bedömningen att begränsningar motsvarandes uppemot 15% av elenergiförbrukningen måste genomföras om det kalla vädret skulle hålla i sig.⁶⁵

7.1 Före oljekrisen

I samband med torråret 1969/70 hade CDL tillsammans med Svenska elverkföreningen utrett hur förfarandet skulle se ut för kvotransonering även av hushåll. Skälet till detta var att man ville kunna sprida konsekvenserna av en ransonering så att smällen inte enbart skulle komma att tas av storförbrukande industrier och organisationer, något som hade fått svåra följder för sysselsättningen tre år tidigare. Liksom då fick CDL 1973 det övergripande ansvaret för planeringen av nödvändiga åtgärder och genomförandet av en eventuell sparkampanj.

De lagliga förutsättningarna var snarlika de vid torråren 1969/70 och precis som då trädde på kort tid en lag i kraft om regleringen av förbrukningen av elektrisk kraft, vilken gav CDL det handlingsutrymme som de behövde.⁶⁶ SERN, som efter torråren 1969/70 fortsatt att existera som skuggorganisation i händelse av liknande situationer, sammankallades med femton ledamöter med särskilt ansvar för att regleringsåtgärderna genomfördes. Till ordförande för SERN utsågs generaldirektören för Vattenfall, Jonas Norrby.⁶⁷ SERN återuppbyggdes som ett centralt kansli och hade till uppgift att formulera bestämmelser och rutiner för vilka tvångsåtgärder som skulle genomföras och

⁶³ Nationalencyklopedin uppslagsord 'Oljekris', <http://www.ne.se/artikel/275497>, 2009-01-19

⁶⁴ Lund s.48

⁶⁵ CDL årsberättelse 1973/74 s.48

⁶⁶ CDL årsberättelse 1973/74 s.49

⁶⁷ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

hur. Parallellt med SERN tillsattes ytterligare ett krisorgan, Statens bränslenämnd, med motsvarande uppgift på bränsleområdet.⁶⁸ Erfarenheterna av de åtgärder som tre år tidigare vidtagits för att begränsa elkonsumtionen genom frivilligt sparande, restriktioner och kvotransonering kom väl till pass.⁶⁹

7.2 Oljekrisens förlopp

Parallellt med att förberedelserna sattes igång under november månad, startades en ny kampanj för frivilligt sparande. CDL tillsatte en ny sparkommitté som i kraftindustrins namn gick ut med en riksomfattande propaganda för ett ökat sparande av el. Kommittén skötte som tidigare kontakterna med enskilda kraftleverantörer såväl som samordnade lokala sparaktiviteter. Kampanjen bestod av följande typer av åtgärder:

- Sammanställandet av utskicksmaterial med sparråd till en stor rad målgrupper.
- En annonskampanj som underströk hur elsparandet var väsentligt för att spara olja.
- Utförlig rådgivande information till press, radio och TV men även sparresultat
- Information till eldistributörerna om sparkampanjen
- Framtagandet av radio- och TV-trailers
- Genomförande av opinionsundersökningar⁷⁰

De goda erfarenheterna från kraftbristen tre år tidigare gjorde att restriktionerna utformades på nästan precis samma sätt som då. Detta innebar olika grad av förbud mot uppvärmning av fritidshus, uppvärmning utomhus, reklam- och fasadbelysning, ångalstring, gatu- och vägbelysning och övrig belysning.

Så snart som behovet av tvångsmässiga åtgärder bedömdes troliga, startades förberedelser för kvotransonering för större konsumenter. Det uppskattades att en elransonering för samtliga kunder, även inkluderat hushållen, skulle kunna genomföras omkring februari om nödvändigt. De lokala kraftleverantörerna skulle då ransonera landets detaljkonsumenter, medan SERN:s kansli stod för de konsumenter som hade en årsförbrukning på över 0,5 GWh. En nyhet jämfört med tre år tidigare var att ransoneringen förbereddes i dataprogram, ett framtaget dataregister och beräkningsmetodik understödd av datorkraft. En maskinell utskrift av tilldelningsbesked förbereddes också till varje konsument. De samhällssektorer som bedömdes särskilt svåra att kvotransonera gavs ansvaret att följa de önskvärda konsumtionsbegränsningarna via sina respektive myndigheter, vilket kom att gälla järnvägarna, telekommunikationen och sjukhusen. Nivån för den första ransoneringsperioden låg på 10% men allteftersom kraftförsörjningsläget successivt förbättrades behövdes inga av dessa planer någonsin sättas i verket. Förberedelsearbetet kunde därmed avvecklas den 30:e januari.⁷¹

⁶⁸ CDL årsberättelse 1973/74 s.49

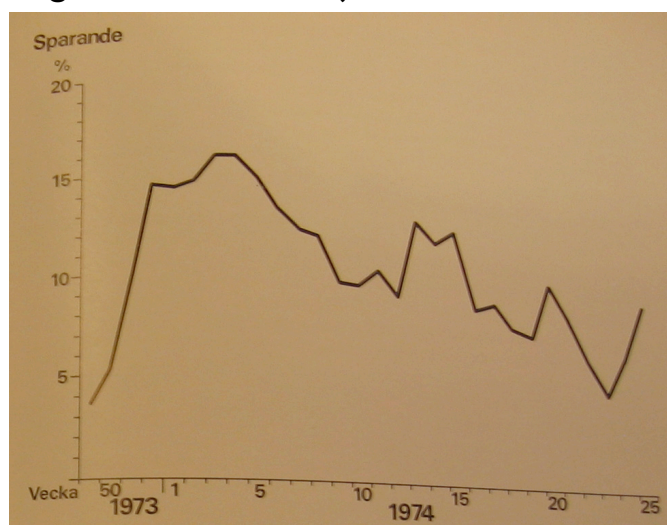
⁶⁹ CDL årsberättelse 1973/74 s.48

⁷⁰ CDL årsberättelse 1973/74 s.49-50

⁷¹ CDL årsberättelse 1973/74 s.51

Planeringen för att ransonera detaljkonsumenternas elektricitetsanvändning hade gått förhållandevis långt när oljekrisen inträffade, vilket var en följd av kraftbristsituationen tre år tidigare. Svårigheterna med ett sådant ingrepp bestod av tre faktorer: genomförandet av extra mätaravläsningar, beräkandet av den tillåtna förbrukningen samt kontrollen av den verkliga förbrukningen för de cirka 4.2 miljoner berörda detaljkonsumenterna. Till att börja med diskuterades roterande bortkoppling, men branschorganisationerna ansåg att en kvotransonering liknande det som införts för industrin för tre år sedan var att föredra, fast administrerad på lokal och regional nivå. Systemet förutsatte att samtliga mätare kunde avläsas varannan till var tredje vecka under en ransoneringsperiod som beräknades pågå under tre månader. För att klara detta ålades det abonnenterna och fastighetsägarna själva att på begäran av sin leverantör läsa av och inrapportera mätarställningarna, förutsatt att leverantören inte självmant valde att ombesörja detta arbete. Leverantörerna skulle på basis av tidigare normalförbrukning för säsongen beräkna en tilldelning för varje abonnent tillsammans med en ransoneringsgrad för de närmaste 100 dagarna, vilket var ransoneringsens uppskattade längd. "De medelst dator beräknade tilldelningarna" skulle därefter tryckas och distribueras tillsammans med ett informationsblad och ett ransoneringsbesked. Efter det att ransoneringen upphävts skulle den verkliga förbrukningen jämföras med den tillskrivna tilldelningen och mellanskillnaden registreras. Distributörerna skulle därefter debitera abonnenter som förbrukat mer än sin tilldelning 1 krona/kWh vilket var omkring tio gånger högre än det normala priset. Om en abonnent inte betalade sin överförbrukning skulle detta rapporteras till SERN, som både ansvarade för att elleveransen till den aktuella abonnenten avbröts för en viss tid, och för att distributörerna genomförde alla de åtgärdsbeslut som fattades centralt. Eftersom tilldelningen beräknades schablonmässigt fanns det ett utrymme för kunden att klaga, och på så sätt skaffa sig större tilldelning om särskilda skäl kunde anföras.⁷² Hela denna rigorösa apparat för kvotransoneringen av detaljhushållen förblev emellertid liggande i byrålådan eftersom kraftsituationen förbättrades tillräckligt snabbt.

7.3 Effekterna av åtgärderna under oljekrisen



Figur 2: Det samlade sparandet per vecka i procent.

⁷² CDL årsberättelse 1973/74 s.52

Den frivilliga sparkampanjen som CDL initierat i november hade som målsättning att åstadkomma en 10-15% sänkning av elförbrukningen och att så länge det gick undvika att införa en kvotransonering. Till följd av en mild vinter nåddes detta resultat med god marginal och ett sparande motsvarade 1 Mm³ olja åstadkoms. Industrins sparande blev förhållandevis lågt, omkring 5-7%, vilket bland annat berodde på att kvarstående sparanden fanns kvar sedan 1970. Inom hushåll och handel var sparandet så högt som 20%, vilket till lika delar bedömdes ha föranletts av den frivilliga sparkampanjen och de införda restriktionerna. Liksom vid 1970 föreföll begränsningen av gatu- och vägbelysningen samt förbudet mot ljusskyltar ha en stark psykologisk effekt.⁷³ De sista restriktionerna på elområdet hävdades den nionde mars 1974, den frivilliga sparkampanjen fortsatte året ut och en eftersläpande spareffekt gick att skönja även under 1975. Inom industrin började man i krisens efterföljd att konsekvent tillämpa alltmer energisnåla processer och dessutom återanvända värme och installera värmepumpar i högre utsträckning.⁷⁴

7.4 Oljekrisens efterspel

Vintern 1973-74 visade vad det svenska oljeimportberoendet kunde få för konsekvenser, och efteråt medförde den naturligt nog ett ökat intresse för alternativa energikällor och krav på ett minskat oljeberoende. Från Vattenfalls håll menade man att oljeimporten borde spridas till fler länder, samtidigt som kol aktualiserades som ett kompletterande importbränsle. Skepsisen inför nya källor som fusions-, sol- och vindkraft delade man med Industridepartementet. Istället förordades framför allt en målmedveten fortsatt satsning på kärnkraften. Vattenfall beviljades året 1974/75 1.5 miljarder kronor för nya utbyggnationer och fortsatt forskning och utveckling kring produktion, distribution och energianvändning. Parallellt anslogs många hundra miljoner till energibesparande åtgärder och då framför allt bostadsisolering. Även om de politiska partierna hade delade meningar om hur beroendesituationen skulle lösas, rådde konsensus kring energisparande. Detta konsensus var emellertid inte så starkt att man nådde ett enhälligt ifrågasättande av kärnkraften, istället inväntade man Energiutredningens prognoser för konsumtionsutvecklingen fram till mitten av 1980-talet och dess översiktliga bedömning fram till 1995-2000.⁷⁵

Energiutredningen, som tillsatts 1972 som reaktion på CDL:s överoptimistiska rapport om kärnkraftsutbyggnaden, konstaterade 1975 att elsystemets expansion som ditintills gjorts helt utan restriktioner inte stimulerat återhållsamhet över huvud taget. Utredningens prognoser förutspådde att förbrukningen skulle öka i långsammare takt än de senaste decennierna men också långsammare än produktionen. Utredningen utgick ifrån att energianspråket inom de närmaste tio, tolv åren rimligen endast kunde baseras på olja, vattenkraft och atomenergi.⁷⁶

Regeringen hade till 1975 års riksdag tagit fram en proposition speciellt inriktad på energipolitiken. Statsminister Olof Palme framhöll att all energiproduktion på något sätt medförde miljöproblem och att såväl produktionen som användningen av energi därför tvunget skulle planeras och styras, utan att för den skulle hindra samhällsbygandet.

⁷³ CDL årsberättelse 1973/74 s.53-54

⁷⁴ Lund s.48

⁷⁵ Lundgren s.70-72

⁷⁶ Lundgren s.74-75

Det var viktigt att slå vakt om sysselsättningen samtidigt som ökningstakten i energianvändningen borde dämpas. För att trygga elanvändningen behövdes emellertid 20 nya TWh/år förutom den kraftverksutbyggnad som redan var beslutad. Lösningen på problemet låg i linje med energiprognosutredningens resultat, och innebar två kärnkraftsreaktorer företrädesvis i Forsmark.⁷⁷ Jämfört med den utbyggnad som CDL föreslagit 1973, med elva aggregat fram till 1980 och ytterligare tretton under 80-talet, var detta en avsevärd nedskrivning.

Det utrikespolitiska energiläget förändrades i och med oljekrisen 1973 framför allt genom att USA, som dessförinnan varit nettoexportör blev nettoimportör. Detta påverkade oljepriserna eftersom det internationellt sett ökade efterfrågetrycket. Parallellt bildades den alltjämt verksamma organisationen International Energy Agency (IEA) med uppgift att fördela OECD-ländernas oljereserver i händelse av en ytterligare kris. Om en sådan skulle inträffa var medlemsländerna i praktiken tvungna att ställa sina reserver till förfogande så att OECD sedan kunde fördela dessa i enlighet med behoven.⁷⁸ Det osäkra läget på oljemarknaden skedde parallellt med en ökad politisk turbulens kring kärnkraftsutbyggnaden. Vattenkraften var i stort sett färdigexploaterad av naturvårdsskäl och oljeberoendet ville man till varje pris minska.

Partierna var ense om att en ökad sparsamhet var önskvärd men oense om hur snabbt denna skulle ske. De var ense om att sprida riskerna genom att importera från fler länder men samtidigt oense om hur beroendet som sådant skulle minskas. Regeringen och de kraftproducerande organen var skeptiska till det som kallades alternativ energiteknologi dvs. sol och vind. Samtidigt var utbyggnadsplaneringen omtvistad såväl på kort, medellång och lång sikt. En djup skiljelinje gick mellan den sittande socialdemokratiska regeringen och oppositionen. Denna förtydligades av kärnkraftsfrågan, där regeringen och moderaterna avvisade alla tankar på ett så kallat lågenergisamhälle och istället förordade en fortsatt kärnkraftsutbyggnad. Centern och VPK stod för kärnkraftsmotståndet medan folkpartiet intog en mellanställning.⁷⁹

Den politiska sfären engagerade sig på ett helt annat sätt i energifrågan än tidigare. Oljekrisen medförde att besparingsproblematiken fick fäste hos de svenska politikerna och de första åren efter energikrisen var de flesta aktiviteter fokuserade kring energisparåtgärder. Dessa innefattade bland annat en lag om kommunal energiplanering och en energisparproposition i vilken regeringen uppmanade kommunerna att genom information, rådgivning och besiktningsservice influera fastighetsägare och hyresgäster till att spara energi. Kommunerna kunde också söka bidrag för att planera energihushållningsåtgärder och upprätta energisparprogram. Till följd av dessa genomförde ett antal kommuner också oljereduktionsplaner och de kommuner som hade värmeverk började planera för att ersätta oljan genom att konvertera till kol och inhemska bränslen.⁸⁰

⁷⁷ Lundgren s.79-82

⁷⁸ Intervju Göthe, 2007-10-25

⁷⁹ Lundgren s.91-93

⁸⁰ Palm s.26

7.5 Sammanfattning

Politiskt orsakade oljekrisen en omfattande diskussion om elsystemets roll i samhället och de utredningar och kommittéer som tillsattes medförde förändringar av organisatorisk karaktär. Rent tekniska åtgärder föreslogs också i form av en än mer diversifierad kraftmix, samtidigt som krisen spelade Vattenfall i händerna eftersom den visade hur viktig kärnkraften skulle kunna komma att bli. Både för att minska oljeberoendet och för att fortsättningsvis undvika sparkampanjer och ransoneringar.

En andra förändring som oljekrisen förde med sig var kraftiga nedskrivningar av de alltför optimistiska prognoser om konsumtionsökningen som publicerats i början av sjuttioalet. Även om en fortsatt utbyggnad blev lösningen, var den långtifrån lika omfattande som tidigare föreslagits, och i takt med att kärnkraften blev en het politisk fråga blev även allmänhetens ifrågasättande allt större. Utbyggnaderna av fler kärnkraftsaggregat resulterade i slutet av sjuttioalet i ett kraftöverskott eftersom ökningen av industrins elkonsumtion kraftigt hade överskattats.

Hantering av oljekrisen visade också på en märklig paradox beträffande oväntade händelser i stora tekniska system. Enligt Allan Lundberg, före detta teknisk direktör på Vattenfall, är det absolut sista man vill ska inträffa inom kort tid efter en oväntad händelse, ytterligare en störning av samma karaktär. Samtidigt är man bättre lämpad att hantera en sådan situation, dels eftersom de personella erfarenheterna från den föregående oväntade händelsen inte hunnit sippra ut ur systemet, och dels eftersom implementerade åtgärder återigen kom väl till pass. Exemplet på det sista är SERN, ransoneringslagen och det nyimplementerade datasystemet.

8. Energiproblematikens kännetecken

Framväxten av en mer aktiv energipolitik efter oljekrisen var ett tydligt trendbrott och sjuttioalet var mer än något tidigare decennium en tid då energin blev en politisk fråga. Kärnkraftsmotståndet växte sig starkt men det momentum och den vilja från branschhåll att skapa nya avsättningsmarknader för kärnkraftselen, gjorde att produktionen av el fortsatte att expandera in på åttiotalet.

Åren fram till oljekrisen kännetecknades ur ett försörjningstrygghetsperspektiv av att belastningsökningen ledde till utbyggnader av elsystemet, som i sin tur ledde till förstärkningar i nätet och överföringen. Ett exempel på denna kedja kan ses i utvecklingen under trettiotalet. För att parera belastningsökningen fick Vattenfall då tillstånd att bygga nya anläggningar och öka effekten i ett par redan existerande, vilket sedan ledde till att det nät som i stora delar tillkommit mellan 1915-1922 förstärktes. Hur såg då robusthet- och resiliensstrategierna ut under denna period då energiproblematiken prioriterades högst? Nedan följer en redogörelse och därefter diskuteras hur och varför produktionsproblematiken sedermera kom att åtföljas av en ny sorts problematik.

8.1 Robusthetsstrategierna

Robustheten var satt i första rummet i arbetet med försörjningstryggheten från 1930- till 1970-talet. Problemen grundade sig i att det svenska elsystemet var baserat på vattenkraft och lösningen blev, inte att acceptera torrår och sparsamhetsåtgärder som oundvikliga, utan att göra kraftproduktionen större, mer utbredd och mer diversifierad. Eller med Lennart Lundbergs ord:

Problemet på den tiden var den enorma ökningen av elkonsumention, det skedde en fördubbling på tio år, det var att hela tiden hinna bygga ut för att möta behovet. [...] Där var den stora osäkerheten: hur ska vi klara torråren.⁸¹

Så långt det var möjligt försökte man att hantera problematiken med mer vattenkraft. Denna kompletterades med utökade andelar oljeeldad värmekraft och sedermera igångsättandet av ett svenskt kärnkraftsprogram. Till dess att kärnkraften blev tillgänglig i det svenska systemet var Sverige beroende av de nederbörds mängder som kunde utnyttjas i de kraftproducerande älvarna. Om torråren var de stora problemen för denna tidsperiod så var lösningen en väldimensionerad kraftproduktion.

8.1.1 Dimensionering

Statistiska uppgifter över tillrinningsförhållandena i de svenska älvarna fanns insamlade alltsedan 1929/30. Dimensioneringen av vattenkraftapparaten planerades utifrån de statistiskt lägst förekommande tillrinningarna och den beräknade konsumtionsökningen. Hur medeltemperaturer hängde samman med nederbörds mängder var en närmast hantverksmässig kunskap hos de systemansvariga.⁸² För att planera utbyggnaden togs det

⁸¹ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

⁸² Nordel årsberättelse 1970 s.40

inom samarbetsorganisationen CDL fram årliga kraftbalanser där tillrinningen sattes i relation till produktionsmöjligheterna i de befintliga kraftverken. Inom CDL diskuterades utbyggnadsplaneringen gemensamt; vilka stationer borde byggas och var skulle dessa lämpligen placeras, för att kraftföretagen i så hög grad som möjligt skulle kunna dela på risktagande och produktion. Denna gemensamma utbyggnadsstrategi var möjlig eftersom marknaden var reglerad.⁸³ CDL:s prognoser för femtioalet, som i efterhand visade sig tillförlitliga, talade om fortsatta fördubblingar av elförbrukningen på tio års sikt.⁸⁴

För att bestämma utbyggnaden av kraftkapaciteten använde man sig av dimensionerande trettioårsserier, vilket betydde att systemet skulle dimensioneras för att klara av ett torrår som inträffade med en sannolikhet av en gång vart trettionde år. Detta kunde jämföras med Norge som med sin än mer vattenbaserade kraftapparat istället räknade med ransoneringar vart tionde år.⁸⁵ För att slippa ransonera, gällde det att producera tillräckligt med energi för att klara vintern, eller rättare: att klara produktionen fram till vårfloden i april/maj då vattenmagasinen på nytt fylldes på. Att bygga ut vattenkraften var fortfarande möjligt och möjligen också det på sikt mest effektiva sättet att hantera torrårsproblematiken även om det tog ett antal år innan alla tillstånd och koncessioner var på plats.⁸⁶ Produktionsutbyggnaden måste därtill tvunget motsvaras av förstärkningar i nätet för att hantera de nya lasterna, något som direkt efter krigsslutet hade blivit ett incitament till världens första 400kV-ledning, som kunde tas i bruk mellan Harsprånget och Hallsberg 1953. Året därpå togs världens första överföring av högspänd likström i drift när undervattenskabeln mellan Gotland och fastlandet togs i bruk.⁸⁷ Förstärkningarna i överföringsnätet låg därmed i linje med ett alltmer enat och välstyrkt svenskt kraftnät och under 1950-talet inleddes utbyggnaden av det nuvarande 400kV stamnätet i fullstor skala.⁸⁸ Den sjätte av de nuvarande sju stycken 400kV-ledningarna som förbinder Norrland med södra Sverige installerades 1969 samtidigt som det redan då fördes planer på en sjunde.⁸⁹ En ändamålsenlig dimensionering var drivande för hur expansionen av elsystemet skulle utformas, och denna påverkade i sin tur också förstärkningen av transmissionen.

För att göra stamnätet mer robust byggdes redundans successivt in för att hantera störningar. Dessa implementerades i enlighet med det så kallade N-1-kriteriet, som fortfarande, om än i något modifierad form, är dimensionerande för det svenska stamnätet. Läget N innebär att nätet helt och hållet fungerar som det ska. Om en komponent faller bort övergår stamnätet till ett N-1-läge, vilket det enligt kriteriet ska finnas redundans för i systemet. Vid bortfall av ytterligare en komponent, N-2, så faller nätet. Eftersom redundans är dyrt och riskerna för samtidiga fel är mycket lägre än för enskilda, beslutades det att N-1 var tillräckligt för det svenska systemet. Ett incitament till kriteriet hade varit den stora stamnätsstörningen i Jämtland 1955 som också varit en orsak till att förbindelsen mellan Jämtland och Norge etablerats.⁹⁰

⁸³ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

⁸⁴ Lund s.41

⁸⁵ Nordel årsberättelse 1967 s.37

⁸⁶ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

⁸⁷ Kaijser s.171

⁸⁸ Barck-Holst s.17

⁸⁹ CDL s.54

⁹⁰ RiskNet/FOI, *Störningar i elförsörjningen*, www.risknet.foi.se/el/fakta.htm, 2009-01-19. N-1-kriteriet var ingen svensk uppfinning

8.1.2 Samkörning

En viktig del beträffande den svenska försörjningstryggheten är och har varit att kunna samköra systemet via sammankopplingar, inte bara mellan delarna i det svenska systemet, utan också med de nordiska grannländerna. Vattenfalls statsenhet för kraftplanering produktion (SKP)⁹¹ var den nämnd som planerade samkörningen och beslutade vad som skulle byggas ut, när och av vem. Det var där som dimensioneringskriterierna och CDL:s prognoser fick sin planerade tillämpning.⁹² Initiativtagare till det successivt alltmer sammankopplade nordiska systemet var Vattenfalls Sven Lalander, som kommit in i organisationen under världskriget och på kort tid blivit chef för planeringen av systemutbyggnaden för såväl produktionssystemet som transmissionssystemet. I egenskap av driftchef var han ytterst ansvarig för den första förbindelse som 1958 togs med Finland. Vid den tiden etablerades ett flertal betydande förbindelser. Sammankopplingen skedde nu i en annan skala än tidigare och de internordiska försörjningstrygghetsmål som tidigare diskuterats utan att leda till några konkreta resultat, omsattes i fungerande ledningar. Inspirationen till samarbetet hämtades från FN-organet "Ekonomisk utveckling för Europa" och dess energibyrå i mitten av femtiotalet. De hade lärt sig fördelen av att knyta ihop det franska systemet med det schweiziska, italienska och västtyska, när dessa skulle byggas upp igen i Europa efter krigsslutet. Likadana fördelar skulle komma väl till pass i de vattenkraftberoende nordiska systemen som på så sätt skulle kunna utnyttja varandra som reserver för att hantera torrårsproblematiken. Ledningen från Sverige till Finland följdes av en 200kV samkörningsförbindelse mellan Jämtland och det norska systemet i Nordtrøndelag, och därefter skedde ytterligare förbindelser mellan Skåne och Själland. Expansionen fortsatte successivt, och Lennart Lundberg menar att detta skedde med den bakomliggande försörjningstrygghetsproblematiken som grund.⁹³ 1963 hade den snabba utvecklingen fått till följd att de landsomfattande samkörningssystemen i Finland och Sverige sammankopplats med det danska ledningsnätet på Själland och likaså med merparten av det norska nätet. Därmed stod ett nordiskt nät med en betydande kraftpotential redo för samkörning.⁹⁴

Eftersom utvecklingen sett likadan ut i resten av Europa fanns det nu förutsättningar att koppla samman ledningsnäten i Norden med dessa, vilket också skedde i två steg: dels via en likströmsförbindelse mellan Göteborg och Ålborg, och därifrån vidare via det jylländska nätets förbindelse med Nordwest-Deutsche Kraftwerke. Med dessa sammankopplingar genomförda kunde torrår även pareras med kraft från Europa.⁹⁵ Investeringskostnaderna för sammankopplingarna betalade sig på ett par månader när det behövdes importera ansevärliga mängder kraft för att klara torråret 1969/70.⁹⁶ I takt med de ökade internationella förbindelserna växte idén om en gemensam nordisk samarbetsorganisation fram. 1963 instiftades därför Nordel med representanter för större kraftföretag i Norden. Riktlinjerna för organisationen hämtades från den kontinentala samkörningsorganisationen UCPTÉ (Union pour la Coordination de la

utan tillämpades redan dessförinnan i ett antal europeiska kraftsystem.

⁹¹ En liknande fanns även på nätsidan, kallad SKN

⁹² Intervju Göthe, 2007-10-25

⁹³ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

⁹⁴ Den sammankopplade maskineffekten uppskattades till 24000MW

⁹⁵ Nordel s.13-15

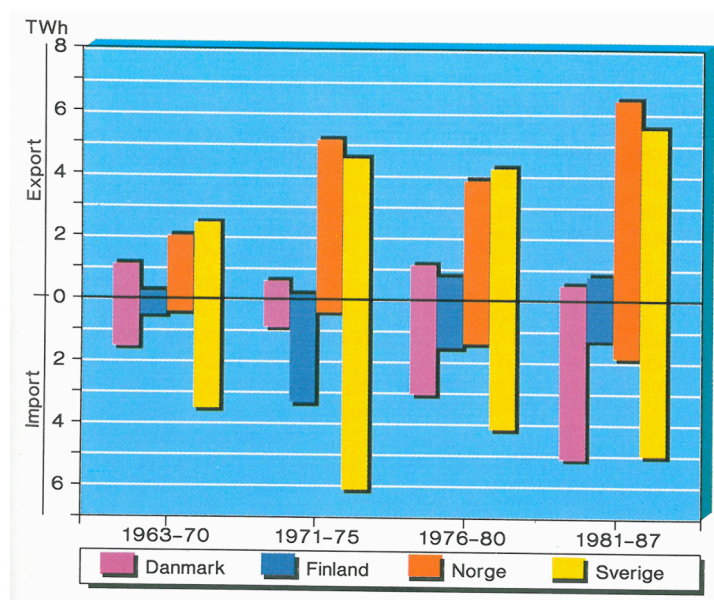
⁹⁶ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

Production et du Transport d'Électricité) och är i princip desamma än idag.⁹⁷

8.1.3 Nordel

Nordels funktion var att följa utvecklingen av elförsörjningen i de nordiska länderna, samt att verka för att ländernas elförsörjningsresurser samordnades och utvecklades på det tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt mest fördelaktiga sättet.⁹⁸ Samma typ av nationella samkörningsmöjligheter som tidigare funnits i de olika nordiska näten var för sig, fördes alltså över i en gemensamt sammanhängande kontext, och den grundläggande ambitionen från alla parter var att stärka försörjningstryggheten genom att dela på riskerna och främja ett utökat samarbete.⁹⁹ Att koppla samman kraftsystem med så pass olika produktionsförutsättningar innebar såväl ekonomiska vinster i och med att det möjliggjorde ett ökat tillgodogörande av den billigaste elen i varje enskilt ögonblick, men också en ökad leveranssäkerhet eftersom torrår, oväder och elavbrott i ett land då enklare kunde pareras med inmatning från grannländerna.¹⁰⁰

En markant drivkraft i det nordiska elsamarbetet var strävan efter en ekonomiskt fördelaktig kraftmix. För de svenska, norska och finska vattenbaserade systemen var det danska värmekraftbaserade systemet en naturlig samarbetspartner och vice versa. Det danska systemet kunde exempelvis använda överflödigt svensk vattenkraft sommartid medan det svenska kompletterades av dansk värmekraft vintertid. Det utökade kraftutbytet underlättade också projektering av nya anläggningar, som exempelvis ledde till att vattenkraft oftast byggdes ut i Norge. När exploatering av älvar inte längre tilläts i Sverige och Finland kompletterades de båda ländernas produktion med värmekraft, vilket ytterligare stimulerade nordisk samverkan inom Nordel.¹⁰¹



Figur 3: Elutbytet mellan de nordiska länderna

⁹⁷ Nordel s.17

⁹⁸ Nordel s.22

⁹⁹ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

¹⁰⁰ Lundberg s.267-268

¹⁰¹ Kaijser s.16-18

(Genomsnitt i TWh per år och tidsperiod)¹⁰²

Nordel införde också gemensamma dimensioneringskriterier för samtliga nordiska länder. Den övergripande tanken var att redundansen och andelen reservkraft i de nationella systemen borde vara likvärdiga så att ansvaret i det nordiska samarbetet kunde fördelas så lika som möjligt. Därför läts dimensioneringskriteriet N-1 gälla både vid utbyggnad av samkörningsförbindelserna mellan länderna och i de egna ledningsnäten. Dessa åtföljdes av gemensamma regler för reservkraftsandelar 1975. Det förbättrade utnyttjandet av produktionskapacitet kunde under Nordels första tjugofem år redovisas som en besparing på flera miljarder svenska kronor, i form av minskat behov av installerad reservkraft och förbättrade möjligheter att hantera driftstörningar.¹⁰³ Importerad kraft fick alltså en allt högre betydelse för den svenska hanteringen av driftstörningar. Samtidigt innebar det alltmer sammankopplade nätet att störningar kunde fortplanta sig över ett än större område än tidigare. Försörjningstrygghet var inte längre bara en nationell angelägenhet utan också en internationell.

8.2 Resiliensstrategierna: restriktioner och ransonering

Den nordiska samkörningen hade en minst lika viktig resiliensfunktion, såtillvida att förbindelserna kunde användas då det rådde brist eller bortfall i det ena landets system. På så vis kunde det svenska nätet importera finsk kärnkraftsel under torrår och normmännen göra detsamma fast från Sverige när deras vattenkraftapparat inte var tillräcklig.

De inträffade torråren berodde på att vare sig konsumtionsprognoserna eller väderförutsägelseerna var tillräckligt precisa. Dimensioneringen var inte tillräcklig och planeringen släpade efter på grund av långa utbyggnadstider samtidigt som vädret ständigt visade sig ifrågasätta tidigare dragna slutsatser. Av dessa anledningar byggdes en organisationsstruktur upp som agerade med hjälp av olika typer av konsumtionsbegränsande åtgärder.

Den övergripande strategin när ett torrår inträffade var att så långt det var möjligt försöka undvika tvångsinförda restriktioner och ransoneringar. Frivilliga sparkampanjer var den mildaste åtgärden och var ofta tillräckliga för att åstadkomma de nödvändiga besparingarna i konsumtionen. Om torråren var så pass allvarliga att frivilliga sparkampanjer inte räckte till, införde man förbrukningsrestriktioner på exempelvis julgransbelysning, skyltfönster och gatubelysning. Dessa hade även en psykologisk effekt, som åstadkoms av att folks sparvilja påverkades av mörklagda stadscentrum och gator. Om inte heller detta var nog krävdes det ransonering, det vill säga regelrätta begränsningar av elkonsumtionen. Kvoter räknades ut och konsumtionen övervakades löpande, något som i första hand drabbade den elintensiva industrin. I absolut värsta fall, något som det emellertid saknades regelverk för och som heller aldrig kom på fråga, var planen att införa roterande bortkoppling. Detta hade inneburit att kontrollrummen växelvis kopplat bort regioners strömförsörjning för att sänka förbrukningen. Så såg strategierna ut när torråret väl var framme.

I den mån man organisatoriskt förbättrade resiliensen i systemet tillkom detta som regel

¹⁰² Nordel s.66

¹⁰³ Nordel s.48

till följd av oväntade händelser som visat på elsystemets sårbarhet, snarare än tack vare förebyggande arbete. De främsta insatserna gjordes för att bygga bort oförutsedda händelser med ökad robusthet snarare än att begränsa konsekvenserna med ökad resiliens när sådana händelser inträffade.

8.3 Varför reglerade man inte efter priset?

Varför såg man inte någon annan utväg än konsumtionsbegränsande åtgärder för att spara in på förbrukningen? Skulle man exempelvis inte, då risk för torrår och medföljande ransonering förelåg, kunnat ha minskat förbrukningen genom att höja priserna? På den frågan svarar Lennart Lundberg, före detta vice VD på Vattenfall, att:

Det fanns helt enkelt inte möjlighet att använda priset som styrmekanism annat än att tarifferna skulle spegla självkostnaden för produktion, överföring och distribution. Under 50- Och 60-talet byggdes de upp utifrån [...] självkostnaden för de vattenkraftstationer som byggdes och planerades under de närmaste tio åren. [...] För Vattenfall som då var ett affärsdrivande verk, en del av statsförvaltningen, var det viktigt att hålla sig till dessa principer. Det gjorde det möjligt för oss att sätta och besluta om prissättningen själva utan att behöva gå till regering och riksdag och få beslut. Avvek vi från den principen skulle förmodligen det aktuella departementet och regeringen ta över det hela. [...]

Det gällde ju att klara sig fram till vårfloden i april/maj/juni och med hänsyn till vår kännedom om den kortsiktiga priselasticiteten så skulle det ha behövts mycket drastiska prishöjningar vilket hade vållat mycket stor skada, stängda industrier, avskedanden osv., vilket inte skulle ha accepterats av vare sig regering eller allmänna opinionen.

Lundberg menar vidare att den socialdemokratiska regeringen ofta var beroende av vänsterpartiet för att få majoritet i riksdagen, vilket gjorde att användandet av priset som styrmedel för att reglera elkonsumtionen inte var politiskt möjligt.¹⁰⁴

Det var lättare att låta torråren ta skulden för att bristsituationer uppkom och tvingade fram ransoneringar, än det var att erkänna att utbyggnadsplaneringen släpade efter genom att höja priserna.

¹⁰⁴ Intervju L. Lundberg, 2008-07-10

9. En doktrin ifrågasätts

Sparåtgärderna i samband med oljekrisen är de sista i sitt slag i Sverige, alltsedan dess har sådana inte varit nödvändiga för att hantera en torrårssituation.¹⁰⁵ Problemet med att få elen att räcka fram tills vårfloden har också förminskats avsevärt, vilket förenklat kan förklaras med att produktionsapparatens kapacitet överstigit konsumtionen. I själva verket uppkom efter oljekrisen en situation där de beräknade konsumtionsökningarna kraftigt överskattades särskilt inom den elintensiva industrin, samtidigt som en helt ny form av kraftproduktion höll på att föras in i systemet, nämligen kärnkraften. Lennart Lundberg beskriver lösningen på energiproblematiken och övergången till en ny övergripande problematik på följande sätt:

*På produktionsnivå har det ju inte varit någon sån där riktig kris alltsedan 1969/70, det har istället funnits i transmissionsystemet.*¹⁰⁶

Torrårsspöket kom med andra ord att förflyttas ut i kulisserna och efter en tioårig övergångsperiod från oljekrisen och till dess att nästa oväntade händelse inträffade, kom den mest framskjutna problematiken istället att finnas i transmissionen. Produktionsapparatens upphörde därefter att vara det mest framskjutna försörjningstrygghetsproblemet, istället kom distributionen att hamna i fokus.

9.1 Kärnkraften som försörjningstrygghetsgarant

Mycket av detta skifte från produktionsproblematik till distributionsproblematik kan förklaras med den omdebatterade kärnkraftens införande i den svenska kraftapparaten. En stagnerad elförbrukning sågs av branschen som ett hot mot de framtida atomkraftverkens ekonomi. Att man uppmuntrade och genomförde åtgärder för att öka andelen hushåll med eluppvärmda bostäder var en aktiv strävan för att skapa avsättningsmarknader för den nya kärnkraftselen.

En annan aspekt var att elen var en naturlig del i utbyggnaden av välfärdssystemet. Det var en framgångsfaktor i folkhemsbygget att landsbygden hade elektrifierats och bundits ihop med det resterande svenska samhället. Samtidigt kopplades elen intimt samman med en högre levnadsstandard. Även om det gjordes utredningar som tog upp och diskuterade problemen med en ständigt ökande förbrukning, så fick dessa endast ljumma genomslag, åtminstone fram till dess att oljekrisen ändrade förutsättningarna. Någon avgörande förändring inträffade dock inte beträffande den väsentliga utbyggnad av kärnkraften som redan var i full gång när oljekrisen drabbade Sverige. Det första aggregatet sattes i kommersiell drift 1972. Under 1974 och 1975 tillkom ytterligare tre kärnkraftblock vilka åtföljdes av varsitt under de två därpå följande åren. Ur ett försörjningstrygghetsperspektiv innebar etablerandet av kärnkraften att expansionen var ikapp och förbi efterfrågeökningen, vilket sedermera ledde till den situation med elöverskott som kännetecknade första halvan av 1980-talet. Urban Kärmarck från avdelningen för systemanalys på Energimyndigheten beskriver

¹⁰⁵ Även om det två gånger under tvåtusenålet varit mycket nära på grund av icke tillförlitlig kärnkraft i utsatta kraftsituationer.

¹⁰⁶ Intervju L. Lundberg, 2007-11-26

försörjningstryggheten i det system som växte fram under sjuttioalet på följande sätt:

Då [...] hade vi det mest flexibla energisystem som vi någonsin haft och någonsin kommer att få. [...] Försörjningstrygghetsmässigt stod vi nog på absoluta toppen 1985. Det fanns enorma oljelager och en enorm redundans i olika produktionsanläggningar.¹⁰⁷

Den utbyggda kärnkraften flyttade fokus i försörjningstrygghetsdebatten från energiproduktionssidan till att istället gälla distribution och sårbarheten i näten. Kärnkraften var ur denna synpunkt en väsentlig robusthetsåtgärd i det svenska kraftsystemet och det var den som löste torrårsproblematiken. Samtidigt förde den in ett kraftslag som ständigt ifrågasatts, med sina alldeles egna försörjningstrygghetsfrågor i form av säkerhetsbrister och slutförvaringsproblematik.

Även om det svenska elsystemet har varit förskonat från faktiska haverier, har detta inte hindrat att oförutsedda händelser utomlands fått följdverkningar även i Sverige. Som exempel på detta har kärnkraftens vara eller icke varit särskilt omdebatterat 1979 i Three Mile Island-olyckans kölvatten, efter Tjernobyl 1986 och i samband med de driftstörningar som inträffade under 1990-talet. Dessutom innebar utgången av den svenska folkomröstningen om kärnkraften 1980 att riksdagen beslutade att kärnkraften skulle avvecklas fram till 2010. Attityden till kärnkraften har alltsedan dess successivt förändrats och det svenska folkets åsikt i frågan har på senare tid skiftat, trots att tekniken långtifrån visat sig tillförlitlig och är bemängd med avsevärd säkerhetsproblematik.

Även om detta examensarbete inte går in på djupet i kärnkraftsfrågan, förtjänar det att påpekas att denna blev brännhet redan 1979, vilket ledde till uppmärksammandet av en rad av de omfattande risker som den statliga offentliga utredningen "Säker kärnkraft?" redogör för. Undersökningen underströk att om Three Mile Island-olyckan enbart berott av tekniska faktorer, så hade den endast gett upphov till ett mindre tillbud. Dock visade närliggande studier på omfattande brister hos operatörerna, företagsledningen och myndigheten med ansvar för säkerhetstillsyn vid kärnkraftverk. En falsk övertygelse som successivt fått fotfäste allteftersom tekniken visat sig tillförlitlig kunde också konstateras, liksom att denna hade gett upphov till att åtgärder som borde ha vidtagits inte gjorde det när olyckan väl var framme. Utredningen beskriver en s.k. "låst inställning" eller mindset som lett till ett alltför stort fokus på rent tekniska fel, och underskattningen av betydelsen av den mänskliga faktorn vid kärnkraftproduktion.¹⁰⁸ Samma typ av resiliensproblem fanns det även anledning att återkomma till i samband med Tjernobyl 1986, och likaså vid de tillbud som inträffade i Sverige under 1990-talet. I den statliga offentliga utredningen "Omställning av energisystemet" från 1995 där det påpekas att olyckor inneburit väsentliga bidrag till upptäckter av brister i säkerhetsrutiner och visat på effekter som tidigare inte varit kända och som inneburit skärpningar av säkerhetsarbetet. En beklämmande incident för den svenska kärnkraftsindustrin var igensättandet av silar som inträffade 1992 i Barsebäck. Detta var

¹⁰⁷ Intervju Kärrmarck, 2007-10-17. Denna flexibilitet åstadkoms via ett kraftigt tilltaget elöverskott vilket var svårt att motivera såväl ekonomiskt som miljömässigt.

¹⁰⁸ Reaktorsäkerhetsutredningen s.234-235

en helt ny typ av säkerhetsproblematik som uppdagades och som hade kunnat få förödande konsekvenser. Den visade inte minst upp omfattande brister i samspelet människa-teknik-organisation, och i den befintliga säkerhetskulturen.¹⁰⁹ Kärnkraften har med andra ord långtifrån varit förskonad från incidenter och dessa skulle i sig vara tillräckliga för ett alldeles eget examensarbete.

Till viss del går vi nu dock händelserna i förväg, och ska istället i en kort sammanfattning återvända till de tio åren då kärnkraften etablerades från oljekrisen fram till 1983. Dessa är intressanta ur försörjningstrygghetsperspektiv eftersom de kastar om orsak-verkan-kedjan. Under perioden dessförinnan hade dynamiken bestått i att:

Konsumtionsökning → utbyggnad → försörjningstrygghetsåtgärder

Nu kom den istället att se ut:

Utbyggnad → konsumtionsökning → försörjningstrygghetsåtgärder

Dessa tio år utgör en övergångsperiod från en försörjningstrygghetsproblematik till en annan. Om tiden innan hade handlat om torrårsspöket och ett energidimensionerat system, kom tiden efter att handla om överföringsspöket och ett effektdimensionerat system. Vad utgjorde då slutet på denna övergångsperiod? Jo, ytterligare en oväntad händelse i form av störningen i Hamra på tredjedag jul 1983. Om denna handlar nästa kapitel.

¹⁰⁹ Energikommissionen s.149-151

10. Hamra 1983

Ett par dagar efter julafton 1983, eller den 27:e december klockan 12.57 för att vara specifik, inträffade ett systemfel som orsakade ett strömavbrott som berörde fler svenskar än något annat elavbrott gjort dessförinnan. Hela Sverige söder om Dalarna-Gästrikland inklusive storstadsregionerna mörklades. Störningen inträffade på stamnätet och dess primära orsak var överhettning och brand i en transformatorstation i Hamra utanför Enköping.¹¹⁰

Stationen i Hamra transformerar el från 400kV-nätet till den del av 220kV-nätet som matar Stockholm och Östra Svealand. Två 400kV-ledningar angör stationen norrifrån och två fortsätter söderut. För nätet som helhet är det viktigt att överföringen genom stationen kan upprätthållas via åtminstone en ledning i båda dessa väderstreck.

Ledningarna är därför anslutna parvis i skilda samlingsskenor, och det var ett jordfel orsakat av en av dessas frånskiljare som sedermera blev primärorsaken till störstörningen.¹¹¹

Storstörningen som Hamra-incidenten orsakade visade tydligt på det svenska elsystemets sårbarhet. Det här kapitlet beskriver händelseförloppet, de konsekvenser och de försörjningstrygghetsåtgärder som störningen gav upphov till. Först ges dock en överblick av hur förutsättningarna i och omkring elsystemet såg ut i början av åttiotalet och hur den övergripande utvecklingen under sjuttioalet sett ut efter oljekrisen 1973.

10.1 Utvecklingen under sjuttioalet

1982, året innan Hamra, var elförsörjningen i fokus i den svenska energidebatten, även om elektricitet bara representerade 24% av Sveriges energiförbrukning. Sedan oljekrisen 1973 hade energianvändningen minskat med en halv procent per år, medan däremot elförbrukningen hade ökat med tre procent per år.¹¹²

Detta innebar i sig inget problem ur försörjningstrygghetssynpunkt, eftersom utbyggnaden av kärnkraften gott och väl täckte förbrukningsökningen. Istället fanns det vid åttiotalets början ett överskott på el, och systemet ansågs vara tillräckligt tilltaget för att även kunna försörja den svenska befolkningen under den resterande delen av decenniet, praktiskt taget uteslutande på kärn- och vattenkraft. Förutom reaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3 som redan var halvvägs färdigbyggda, skulle det inte behövas några fler tillskott i den svenska elproduktionen. Så menade de som var kärnkraftsförespråkare. Från motsatt håll hette det att överskottet var oansvarigt inte bara ekonomiskt, utan även ur miljö- och säkerhetssynpunkt.¹¹³ Riskerna för elbrist hade ersatts av stort samhällsligt elberoende, inte minst orsakat av elvärmen, och försörjningstrygghetsproblematiken hade därmed bytt natur. Numera var den övergripande strategin från branschens sida inte längre att bygga ut produktion i tillräckligt snabb takt för att klara av torra år, utan istället att göra distributionen robustare.

I takt med denna utveckling hade störningsriskerna kommit att uppmärksammas under

¹¹⁰ Vattenfalls störningskommission s.1

¹¹¹ Vattenfalls störningskommission s.17

¹¹² Granström s.7

¹¹³ Granström s.48

sjuttioalet, och ett flertal åtgärder vidtagits som förändrat försörjningstryggheten.¹¹⁴ De genomsnittliga avbrottstiderna hade minskat avsevärt, även om fluktuationerna från ett år till ett annat var betydande. Med en halvtimmes genomsnittlig avbrottstid per år var den svenska försörjningstryggheten hög med internationella mått mätt.¹¹⁵

En betydande förändring som genomförts under sjuttioalet var att reglerutrustning i de flesta vattenkraftsstationer successivt hade tagits bort och att dieselaggregaten för reservkraft ersatts med batterier. Anledningen till detta var kostnadseffektiviseringar, men de hade även den negativa följdverkan att möjligheterna för stationerna att starta mot dött nät och åstadkomma ö-drift vid ett avbrott fasades ut. Folke Pärnerteg, tidigare beredskapschef på Svenska kraftnät, menar att denna utveckling tillkom eftersom stamnätet ansågs vara så säkert att kraftverken kunde regleras direkt via det och därmed producera stumt mot nät. På i princip samma sätt utformades flertalet nya kraftstationer som byggdes under perioden.¹¹⁶ Förutom att man på detta vis sparade in personal, medförde åtgärderna att övervakningen och styrningen av nätet förbättrades och gjorde att systemet kunde köras effektivare.

Förskjutningen beträffande vilken som var den viktigaste problematiken åtföljdes emellertid inte av tillräckliga organisatoriska förändringar, något som Överstyrelsen för Ekonomiskt Försvar påkallade i sin programplan från 1981. Vid en fredskris saknades det anvisningar för ansvarsfördelning, planering och tillräcklig utbildning för handläggare.¹¹⁷ Samtliga dessa förändringar inverkade på olika sätt i samband med störningen i Hamra, det följande kapitlet redogör för hur.

10.2 Avbrottets förlopp

40 minuter innan avbrottet tvingades kärnkraftverket i Oskarshamn att stänga av den ena av sina två reaktorer på grund av ett tekniskt fel. Tio minuter därpå upptäcktes varmgång på ett kopplingsorgan i transformatorstationen i Hamra, vilket bedömdes som tillräckligt allvarligt för att utfärda ett tillstånd till manuell omkoppling. Detta innebar att ställverket som normalt är uppdelat i två halvor sammankopplades av en operatör till ett enda. I slutet av omkopplingsproceduren uppstod ett allvarligt jordfel när frånskiljarmen föll till marken vilket ledde till att Hamra föll bort omedelbart. Därmed kopplades båda de två 400kV-ledningarna från Norrland bort.¹¹⁸

Påfrestningarna i nätet, som enligt N-1-kriteriet var dimensionerat för att klara av en bortkoppling men inte två, blev enorma. Snart kopplades ytterligare en 400kV-ledning bort på grund av överbelastning vilket gjorde att systemet som normalt förde över el från Norrland i sju 400kV-ledningar, nu bara hade fyra tillgängliga. Denna påfrestning ledde omedelbart till att överföringen avbröts helt. Stamnätet delades därmed i en sydlig och en nordlig del, där merparten söder om Indalsälven helt frånkopplades från den norrländska elförsörjningen. Hela Sverige söder om Dalälven-Gästrikland stod därmed utan ström.¹¹⁹

Frekvensen i nätet föll och spänningen sjönk, vilket gjorde det omöjligt för alla svenska

¹¹⁴ Kommissionen om elförsörjningens sårbarhet s.10

¹¹⁵ Granström s.22

¹¹⁶ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

¹¹⁷ Barck-Holst s.21

¹¹⁸ Kommissionen om elförsörjningens sårbarhet s.31

¹¹⁹ Vattenfalls störningskommission, sammanställningen bygger på introduktionskapitlet

kärnkraftverk utom Forsmark 1 att fortsätta i drift och de kopplades därför bort ett efter ett. Forsmark 1 fortsatte att mata till den norra delen av det tudelade nätet.¹²⁰

10.3 Återuppbyggnaden efter Hamra

Allteftersom omskakningen i den nordliga delen av nätet successivt mattades av, stabiliserades även frekvensen, och en gemensam strategi för återuppbyggnad av nätet kunde tillämpas. Denna gick ut på att spänningssätta nätet söderut från den fungerande delen i norr, men även överföringen från Norge och Danmark bidrog till återuppbyggnaden av nätet. 400kV-nätet var spänningssatt femtio minuter efter avbrottet och det mesta av 220kV-nätet ytterligare en halvtimme efter det. Hade något av kärnkraftverken lyckats övergå till husturbindrift¹²¹ hade dessa tider varit kortare. Lasttillkopplingen genomfördes därefter regionsvis, där vissa regioner hade strömmen åter efter en halvtimme medan andra som längst fick vänta i uppemot sju timmar.¹²² Procentuellt innebar störningen att 19% av alla drabbade var utan ström i mindre än en timme och 51% mellan en och tre timmar. 12% hade ett strömavbrott som var längre än fem timmar, vilket var vanligast på landsbygden i sydöstra Götaland. Avbrottet drabbade 65% av de svenska elleveranserna och varade i genomsnitt i 2.4 timmar.¹²³ De samhällliga konsekvenserna av storstörningen i Hamra begränsades tack vare tre faktorer: tre dagar efter julafton körde många elintensiva industrier inte sina anläggningar för fullt, avbrottet skedde under dagtid och vädret var vid tidpunkten mildt för svenska förhållanden. Den existerande reservkraften i systemet var därtill tillgänglig och funktionsduglig på det sätt man räknade med. Telenätet och radioutsändningarna fungerade så gott som helt och hållet tack vare reservkraft, och de nödvändiga reserverna för att kunna hålla sjukhusen operativa säkerhetsställdes också. De spårbundna infrasystemen drabbades hårdare, SJ hade timslånga genomsnittliga avbrott och en storskalig evakuering av Stockholms tunnelbanetåg genomfördes genom tunnarna. Flera viktiga samhällsfunktioner som klarade sig undan direkta negativa konsekvenser hade drabbats i större utsträckning om avbrottstiden varit längre. Detta gällde exempelvis vattenförsörjning/avlopp, uppvärmning och drivmedelsförsörjning.¹²⁴ Den totala kostnaden för det svenska samhället uppskattades till mellan 200-300 miljoner kronor, där ungefär 100 miljoner hamnade på industrisektorns konto.¹²⁵ Storstörningen i Hamra kom som en chock för medborgare, myndigheter och aktörerna i elbranschen, och följdes naturligtvis av mängder av undersökningsarbete som kom att föreslå en rad åtgärder för att förbättra försörjningstryggheten.¹²⁶ Enligt Urban Kärrmarck på avdelningen för systemanalys på Energimyndigheten, blev Hamra en stark påminnelse för de privata aktörerna att inte ha för hög tillit till systemets pålitlighet.¹²⁷

¹²⁰ Kommissionen om elförsörjningens sårbarhet s.31-32

¹²¹ Husturbindrift innebär att en anläggning är självförsörjande utan något yttre nät att producera mot. Kraftverket kan därmed inte fortsätta producera samma mängder el utan försöker, istället för att tvingas till ett dyrt snabbstopp, att gå ned i effekt från 1000MW ut till det starka yttre nätet till omkring 20MW i det svaga inre nätet. Svårigheterna att göra detta i svenska kärnkraftverk kommer sig av att kärnkraften används som baskraft, och att vi vanligtvis frekvensreglerar systemet med vattenkraften.

¹²² Kommissionen om elförsörjningens sårbarhet s.32

¹²³ Beredskapsnämnden för psykologiskt försvar s.42

¹²⁴ Kommissionen om elförsörjningens sårbarhet s.33

¹²⁵ Vattenfalls störningskommission s.2

¹²⁶ Beredskapsnämnden för psykologiskt försvar s.46

¹²⁷ Intervju Kärrmarck, 2007-10-17

10.4 Efterspel Hamra: robusthetsåtgärder

Allan Lundberg, före detta teknisk direktör på Svenska kraftnät, menar att den grundläggande principen i arbetet efter en storstörning av Hamras kaliber, att se till att den inte inträffar igen, särskilt inte inom kort tid. En naturlig teknisk startpunkt är därför att se över primärorsaken, vilket gjorde att samtliga frånskiljare och frånskiljararmar i alla transformatorstationer i hela det svenska elsystemet gick igenom grundligt efter Hamra.¹²⁸ Vid sidan av de rent tekniska förbättringar man fann var genomförbara, sågs rutinerna för inspektion och underhåll av frånskiljarna över, och man fastslog att större vikt skulle fästas vid långsiktiga periodiserade underhållsplaner.¹²⁹

Utöver de förbättringar som specifikt rörde transformatorstationsutrustningen, sågs även dimensioneringskriterierna över. Dessa bedömdes dock vara tillräckliga om inte ytterligare en storstörning inom kort skulle komma att ifrågasätta deras utformning. Utbyggnaden av elnätet mot Östra Svealand och till de kommande reaktorerna Forsmark 3 och Oskarshamn 3 gavs högsta prioritet. Förslag kom också på att bygga så kallade nätvärn för att förhindra att nätet skulle delas i två om en liknande situation skulle inträffa igen. Detta fanns till slut vara omöjligt såväl tekniskt som ekonomiskt, och istället utvecklades ett frekvensregleringssystem för södra Sverige som automatiskt kopplade bort last från nätet om frekvensen understeg 48.5Hz. Ett liknande fanns redan i den vattenkraftbaserade nordliga delen av systemet, men hade hittills inte varit aktuellt i den södra eftersom dess bas i kärnkraft gjorde den svårare att reglera.¹³⁰

Datorbaserade informationssystem fanns redan installerade i en del driftcentraler, vilket avsevärt ökade operatörens möjligheter att hantera störningar i systemet. En fortsatt implementering av sådana system i fler driftcentraler uppmuntrades och omfattande undersökningar gjordes kring varför ett antal av dessa fallerade under storstörningen.¹³¹ Vattenfall lade en hel del av skulden till varför Hamra-olyckan fick så stora konsekvenser på regeringen, och att den inte gett utbyggnadstillstånd för en 800kV-ledning som skulle ha förstärkt nätets robusthet avsevärt. Frågan hade behandlats länge av Fälldin-regeringen i en utdragen process.¹³² I Hamras efterföljd snabbades förhandlingsprocessen upp och inom kort fick Vattenfall koncession för två nya 400kV-ledningar söderut från Forsmark 3. Dessa var direkta konsekvenser av att storstörningen hade ägt rum.¹³³

10.5 Efterspel Hamra: resiliensåtgärder

Att det svenska nätet delats i två delar åstadkom en debatt kring två tekniska resiliensåtgärder nämligen husturbindrift och ö-drift. Ingen av dessa var någon ny teknik. Om kärnkraftverken hade lyckats gå över till husturbindrift hade tiden innan de åter kopplats in mot nätet förkortats rejält. Om ö-drift hade varit möjligt hade lokala delar omkring kraftstationer successivt kunnat strömsättas utan att spänningssättning från den norra halvan av nätet varit nödvändig.

¹²⁸ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

¹²⁹ Vattenfalls störningskommission s.64

¹³⁰ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

¹³¹ Vattenfalls störningskommission s.64

¹³² Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

¹³³ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

Patrik Lundell, på Kärnkraftssäkerhet och Utbildning AB, menar att kärnkraftsindustrin till följd av Hamra förbättrade förutsättningarna för sina kraftverk att gå över till husturbindrift. Dessutom ökade man tillförlitligheten genom en rad tekniska förbättringar såsom snabbare skydd, smartare reglering och införandet av generatorbrytare på de kraftverk som ännu saknade sådana. Syftet med att öka tillförlitligheten var dels att säkra eltillförseln tack vare en höjd reaktorsäkerhet, men också att säkra elleveranser till yttre nät.¹³⁴

I en uppföljningsstudie 1984 uppmärksammade Vattenfall den allvarliga tendensen till att förmågan att starta svenska kraftstationer mot dött nät höll på att uttraderas i Syd- och Mellansverige. Situationen bedömdes som så pass kritisk att Vattenfall begärde statliga beredskapspengar för att kunna förbättra ö-driftsmöjligheterna genom installation av reservkraft och reglerutrustningar.¹³⁵ När ansökan beviljades 1987 var det första gången någonsin som Vattenfall mottagit pengar öronmärkta för beredskapsfrågor¹³⁶, vilket inte varit möjligt om det inte varit för den debatt om elsystemets sårbarhet och ökade betydelse för samhället som följde efter Hamra.¹³⁷ Efter Hamra ville dåvarande energiminister Birgitta Dahl skapa en ny krisberedskapsorganisation speciellt utformad för fredstida kriser. Den befintliga organisationen hade anor från 1930-talet och hade krigsberedskap som högst syfte. Den stora skillnaden i förslaget som Vattenfall fick i uppdrag att driva igenom 1984, var att beredskapsorganisationen skulle utformas för fredstida kriser men också kunna användas i krigstid, istället för tvärtom som ditintills varit fallet.¹³⁸

Det politiska engagemanget i storstörningen bestod inte bara av initiativen till en omformad krisberedskapsorganisation, det tillsattes också utredningar och fattades beslut med avsikt att förbättra försörjningstryggheten. Samtidigt var det inte bara från politiskt håll som intresset för försörjningstryggheten blommade upp. Att mediaintresset var enormt märktes direkt efter det att avbrottet inträffat då Vattenfall och de andra aktörerna i elsektorn överöstes med telefonsamtal från journalister. Detta försvårade informationsspridningen från Vattenfall så att en diskussion tog vid om att sätta upp ett internt system för telekommunikation mellan de allra viktigaste noderna i elsystemet, såväl som till samtliga blåljusmyndigheter. Detta system blev dock aldrig verklighet på grund av ekonomiska övervägningar.¹³⁹

Svårigheten för Vattenfall att lyckas med sin informationsspridning gjorde att det dröjde hela trettio minuter för dem att etablera stabila kontakter med Sveriges Radio och TT. En betydande åtgärd blev efter Hamra därför att permanenta ett kriscenter för att hantera pressinformation.

Storstörningen i Hamra uppstod i och drabbade stamnätet, vilket medförde att de största resurserna till förbättringar och åtgärder gjordes på den nivån. Det tog längre tid innan utredningar tillsattes för att se över lägre nivåer av distributionsnätet. 1985 gavs Statens Energiverk uppdraget att undersöka vad kommunerna och eldistributörerna kunde göra för att förbättra sin försörjningstrygghet och minska effekterna av elavbrott

¹³⁴ Intervju Lundell, 2007-11-26

¹³⁵ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

¹³⁶ Barck-Holst s.22

¹³⁷ Intervju Pärnerteg, 2007-11-28

¹³⁸ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

¹³⁹ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

liknande Hamra. Rapporten färdigställdes 1986 och kom fram till att det svenska elsystemet var tillräckligt robust, och att robustheten höjdes i tillräcklig takt genom de successiva förbättringar och nyinvesteringar som gjordes i distributionsnätet. Resiliensen bedömdes dock som mer akut eftersom det förelåg stora oklarheter i ansvarsfördelningen mellan kommuner, eldistributörer och andra myndigheter. Eftersom det saknades kommunala riktlinjer för hur en kris skulle hanteras, föreslog det dåvarande Energiverket att sådana skulle arbetas fram, och delgav också utförliga synpunkter på hur dessa skulle se ut.¹⁴⁰ Regeringen omsatte förslaget till ett statligt stöd för varje enskild kommun, vilket var avsett för att ta fram ansvarsdokument och handlingsplaner i händelse av störstörningar.

10.6 Sammanfattning

De närmaste åren efter Hamra präglades av en febril aktivitet och genomföranden av åtgärder för att förstärka försörjningstryggheten. Ambitionen var att förminska den sårbarhet som störningen hade uppmärksammat, och åtgärderna var både av robusthets- och resilienskaraktär.

Robusthet	Resiliens
Frånskiljarförbättringar	Förbättrade förutsättningar för ö-drift
Underhållsrutiner	Förbättrade förutsättningar för husturbindrift
Ifrågasättande av dimensioneringskriterier	Förändrad krisberedskapsorganisation
Nätvärnsdiskussion	Diskussion om internt informationsspridningssystem
Frekvensregleringssystem	Permanentat kriscenter
Nya informationssystem	Kommunala riktlinjer för krishantering
Nya stamnätsledningar	

Figur 4: Översikt av försörjningstrygghetsåtgärderna efter Hamra

Störningen var en katalysator för förändringar av försörjningstryggheten. Den skapade ett utrymme på ett par år där en omförhandling av hur arbetet med att förstärka elsystemet ägde rum. Utrymmet förstärktes dessutom av en politisk och medial uppståndelse, som skapade ett förändringstryck och anledning att visa handlingskraft. Flera saker pekar på att robustheten alltså var högre prioriterad än resiliensen vid tidpunkten för störningen i Hamra. Det första är Överstyrelsen för ekonomiskt försvars rapport alldeles innan störningen, som visade på bristerna i anvisningar för krishantering i fredstid. Samma oklarheter poängteras i Hamras efterföljd på regional och kommunal nivå, när de stora oklarheterna i ansvarsfördelningen mellan kommuner, eldistributörer och myndigheter uppmärksammas. Slutligen pekar även de åtgärder som

¹⁴⁰Statens Energiverk s.5-7

successivt införts under sjuttioalet på samma sak, eftersom de minskat systemets förmåga att klara av att starta enskilda kraftstationer mot dött nät, så kallad ö-drift. Det skifte från energi- till transmissionsproblematik som kan skönjas under sjuttioalet innebär alltså inte att prioriteringsordningen mellan robusthet och resiliens omprövas. Istället för att ifrågasätta robusthetens förmåga att göra elsystemet försörjningstryggt och prioritera resiliensen högst, ersätts ett åtgärds paket för ökad robusthet med ett annat. Hamra framstår som en tidpunkt då viljan att göra systemet än mer tillförlitligt byter karaktär, från att fokusera på utbyggnad av produktionen till att fokusera på förstärkningar i överföringen.

Tjugo år efter Hamra, i september 2003, drabbas det svenska elsystemet återigen av stamnätstörning med nationella konsekvenser. Denna gången är det en station i västgötska Horred som fallerar. Examensarbetet gör nu ett hopp i tiden för att i följande kapitel redogöra för detta händelseförlopp, med syfte att jämföra denna med Hamra. Vad som hinner hända med försörjningstryggheten däremellan finns det anledning att återkomma till.

11. Horred 2003

Den 23:e september 2003 kl. 12.36 inträffade en stamnätsstörning som kom att drabba mer än två och en halv miljon människor i södra Sverige. Dessa blev utan ström från en upp till fem timmar och de uteblivna leveranserna uppgick till 10 miljoner kWh.

Störningen liknade på många sätt den i Hamra 1983. Primärorsaken var återigen en frånskiljare, som denna gång kortslöt i ett ställverk i Horred, vilket blev kritiskt med tanke på den aktuella driftsituationen. Detta var den första inherenta storstörningen i stamnätet på tjugo år.

Det som inträffade i Horreds ställverk var ett dubbelfel. Den mekaniska leden i frånskiljaren hade under en tid utvecklat varmgång, vilket gjorde att den föll helt isär när störningen drabbade stationen. Frånskiljaren kollapsade och orsakade inte bara bortfallet av den samlingsskena som den själv var fäst vid utan även, på grund av den ljusbåge som bildades av att frånskiljaren efter att den fallit kom att luta olyckligt, den samlingsskena som förbinder ställverket med kärnkraftverket Ringhals. Att båda dessa två skenor löste ut orsakade en N-2-situation som systemet inte förmådde hantera. Precis som då Hamra kortslöts tjugo år tidigare, kom nätet att delas i en sydlig och en nordlig del.¹⁴¹

Det här kapitlet redogör för storstörningen i Horred enligt samma upplägg som Hamra-incidenten. Händelseförloppet, återuppbyggnaden och erfarenheterna går igenom och följs av en sammanfattande diskussion. Avslutningsvis följer ett komparativt avsnitt där de två händelserna kopplas samman.

11.1 Före Horred

Alltsedan 1983 hade det svenska stamnätet varit tillförlitligt utan att en enda storskalig störning drabbat systemet. Skyddssystemen klarade av att hantera de mindre störningar som i genomsnitt drabbar stamnätet ungefär varannan dag, och av de 150-200 situationer som detta innebär per år hade endast ett fåtal lett till ett visst bortfall och kortsiktiga avbrott som varit lätta att koppla in igen. Förvissningen fanns om att det inte går att bygga ett system som helt eliminerar risken för en storstörning, men de direkta erfarenheterna och uppståndelsen som orsakats av Hamra hade sakta men säkert återgått till det traditionellt vardagliga arbetet igen. Dessutom byttes folk successivt ut ur organisationen så att det 2003 inte var många som hade egna erfarenheter av 1983 och visste vad en sådan situation innebar i termer av återuppbyggnadsarbete, medial uppståndelse och liknande.¹⁴²

Förtroendet för nätet hade ett visst fog för sig. En undersökning som Energimyndigheten lät göra efter Horred-störningen visade att under åren dessförinnan så hade stamnätet endast gett upphov till medelavbrottstider per år motsvarande omkring tretton sekunder, vilket exempelvis kunde jämföras med glesbygdsnätens 203 minuter.¹⁴³ Under perioden mellan 1992-2001 hade stamnätet sammanlagt ansvarat för avbrott i storleksordningen 80MWh/år, vilket motsvarar årsförbrukningen i ett fåtal elvärmda

¹⁴¹ Svenska Kraftnät (1) s.1-2

¹⁴² Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

¹⁴³ Svenska kraftnät (1) s.7

villor.¹⁴⁴

Dessutom fanns det en etablerad organisation för att träna på stamnätsstörningar, som hade etablerats under mitten av nittioalet i samband med att Svenska kraftnät blivit nätansvarig myndighet. Allan Lundberg, dåvarande teknisk direktör på Svenska kraftnät, berättar att kontrollrummet kunde ringa klockan tre mitt i natten och meddela att nu är det störstörning, kom hit medsamma! Denna krishanteringsorganisation hade initierats av en situation där en spänningssatt kraftledning fallit ned och blivit hängande en och en halv meter ovanför marken.¹⁴⁵ Även om en sådan incident inte innebar någon störstörning visar den på en annan typ av kritisk händelse som fungerat som katalysator för förbättringar av försörjningstryggheten.

En annan förändring som Folke Pärnerteg pekar på hade inträffat sedan 1983, var att man vid ett flertal anläggningar övergått från ett periodiserat underhåll till ett behovsrelaterat, eftersom man tidigare "vårdade ihjäl" systemet och hade omotiverat höga underhållskostnader. Möjligen, menar Pärnerteg, hade varmgången i frånskiljaren kunnat upptäckas om denna förändring i underhållsarbetet aldrig hade genomförts.¹⁴⁶

11.2 Förlopp/återuppbyggnad

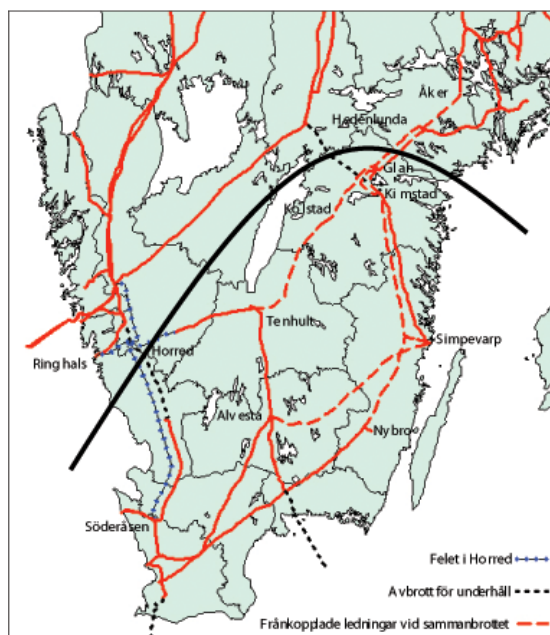
Klockan 12.30 upptäcktes ett internt ventilfel i kärnkraftverket Oskarshamns tredje block, vilket ledde till manuell nedstyrning, följt av ett snabbstopp vilket gjorde att det sammanlagda bortfallet blev 1176MW på ett tjugotal sekunder. Ett produktionsbortfall av den storleksordningen hanteras normalt genom att vattenkraften och en del värmekraft regleras upp automatiskt. Dessa enheter styrs så de ska förmå att leverera tillräckligt med reservkraft för att nätet inom femton minuter åter är robust nog för ytterligare ett fel. 12.35, endast fem minuter efter det att Oskarshamns-blocket snabbstoppat, orsakade den slitna frånskiljaren i nätstationen i Horred en tvåfasig kortslutning i nätstationen som lämnade nätet i ett N-2-läge. Frånskiljaren skapade en ljusbåge som kopplade ur två samlingskenor istället för den enda som skyddssystemet normalt ska tillåta. Detta gjorde att Ringhals tredje och fjärde block, som var anslutna till dessa samlingskenor, kopplades bort. Block fyra lyckades gå över till husturbindrift men inte block tre. Felet i Horred innebar att stamnätet bröts i den västra delen av snitt fyra, Skåne var fortfarande anslutet mot norr via Tenhult och Simpevarp enligt figuren nedan.¹⁴⁷

¹⁴⁴ Svenska kraftnät (3), *Ett robust elförsörjningssystem*, www.svk.se/Global/01_Om_oss/Pdf/Rapporter/Robustel.pdf, 2009-01-19 s.11

¹⁴⁵ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

¹⁴⁶ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

¹⁴⁷ Svenska kraftnät (1) s.12-14



Figur 5: Bilden visar med det tjocka svarta strecket hur 400 kV nätet såg ut efter att skydden agerat och ledningarna frånkopplats. De blå streckade linjerna visar ledningar som frånkopplats i samband med felet i Horred. De svarta streckade ledningarna var ur drift på grund av underhåll.

Eftersom södra Sverige saknar de produktionsmängder som hade behövts för att stötta spänningen i stamnätet, sjönk denna i sydöstra Sverige mycket snabbt. Detta gjorde att stamnätet inte längre kunde föra över önskad effekt till dessa regioner.

Spänningssänkningen, tillsammans med den höga överföringen på de två kvarvarande 400kV-ledningarna, gjorde att effektbrytare i nätet uppfattade situationen som en kortslutning och kopplade bort ledningarna mellan Mellansverige och Sydsverige ungefär samtidigt. Det kvarvarande delsystem som bestod av Sydsverige och även Själland hade inga förutsättningar att klara situationen på egen hand utan bröt samman varpå spänningen föll till noll. Mindre än tio sekunder efter att detta inträffat slog samtliga brytare i Söderåsen ifrån och gjorde att Själland separerades från det svenska nätet. Inga danska värmekraftverk lyckades gå över till husturbindrift. Momentant hade 4700MW förbrukning kopplats bort i södra Sverige.¹⁴⁸

Sammanlagt drabbades cirka 2,6 miljoner människor av elavbrottet, som varade från ett par minuter upp till sex timmar. Till detta kom 2,4 miljoner danskar med avbrott på upp till sju timmar. Den totalt uppskattade kostnaden för det svenska samhället uppgick till 1,5 miljarder kronor.¹⁴⁹

För att återuppbygga det havererade stamnätet använde man, precis som tjugo år tidigare, strategin att spänningssätta nätet norrifrån för att därefter koppla in förbrukningsområden i lämpliga steg och starta den tillgängliga produktionen. För att få igång kärnkraftsblocken i Ringhals respektive Oskarshamn var det angeläget att nätstationerna Horred i väst och Simpevarp i öst prioriterades i återuppbyggnaden.

¹⁴⁸ Svenska kraftnät (1) s.14-19

¹⁴⁹ Energimyndigheten 2004-03-08 s.2 Procentuellt innebar detta att Horred-incidenten fick mer utbredda konsekvenser i Danmark än de fick i Sverige.

Denna produktion var väsentlig för att kunna stabilisera stamnätet.¹⁵⁰

Förutom att endast ett kärnkraftblock lyckades gå över i husturbindrift, gick återuppbyggnaden som planerat så när som på två incidenter. Den ena av dessa var att det tog tid att upptäcka att frånskiljaren gjort så att stationen endast matade ström i två faser. Detta gjorde att tillkopplingen av ledningen mellan Horred och Söderåsen lyckades först vid tredje försöket, vilket var genomfört 18.14, nästan sex timmar efter avbrottet. Den andra var att möjligheterna till att fjärrmanövrera stamnätstationen i Alvestas brytare tappades redan 13.00. Detta innebar att denna behövde manövreras manuellt och att personal tvingades skickas ut till stationen. Dessa krångel gjorde att man lät återuppbyggnaden i den västra stamnätsdelen ske separat. Spänningssättningen startade därför i öst och tog sig successivt västerut i nätet. 13.28 spänningssattes åter Söderåsen och 13.46 togs ledningarna mellan Sverige och Själland i bruk. För att parera produktionsbortfallet togs såväl värmekraftblocket i Karlshamn som de reservkraftmatande gasturbinerna i bruk så snart det omkringliggande nätet var tillräckligt stabilt.¹⁵¹

De regionnäsägare vars kunder påverkats av störningen var Sydkraft och Vattenfall Öst- och Västrät, vilka återfick sin förbrukning olika snabbt under återuppbyggnadsfasen. Samtliga lokalnät hos Vattenfall Öst var åter funktionella vid 13.50, Vattenfall Väst vid 14.13 medan Sydkrafts kunder fick tillbaka strömmen mellan 16.10 och 18.30. De längsta avbrottstiderna blev därmed ganska precis sex timmar. Tack vare det förhållandevis varma vädret förelåg ingen omfattande risk för att folk skulle frysa ihjäl, däremot förekom en mängd andra hinder såsom stannade hissar, felande dörrar och lås samtidigt som kollektivtrafiken heller inte kunde fortsätta fungera som normalt. Industrin drabbades av omfattande störningar i tillverkningsprocesser och leveranser medan handel- och bankväsendet hade svårigheter att säkra ekonomiska transaktioner. Därtill påverkades aktörerna på elmarknaden som inte kunde fullfölja sina affärer.¹⁵²

Informationshanteringen fungerade i huvudsak bra och den strida ström av inkommande samtal och mail kunde hanteras av de ansvariga kraftbolagen utan att någonting kraschade. En alarmerande erfarenhet var dock att viss telekommunikation och vissa lokala TV-stationer slutade fungera redan efter kort tid, vilket kom att försena spridningen av information om avbrottets omfattning både internt och ut till allmänheten.¹⁵³

11.4 Robusthetsåtgärder

Störningen den 23:e september innebar en påfrestning som var tre gånger så stor jämfört med vad systemet var dimensionerat för. Nätstationen i Horred hade byggts någon gång i skarven mellan sjuttio- och åttio-talet med de säkerhetsföreskrifter som gällde då, och var inte den mest moderna i elsystemet. Likväl hade konstruktionen dubbla brytare mot det håll som kärnkraften fanns ansluten, vilket innebar extra redundans som inte var påkallad enligt reglerna.¹⁵⁴ Ändå bröt systemet ihop.

¹⁵⁰ Svenska kraftnät s.21

¹⁵¹ Svenska kraftnät s.21-25

¹⁵² Svenska kraftnät s.39-40

¹⁵³ Energimyndigheten (3) s.2

¹⁵⁴ Intervju Holmberg, 2008-05-26

Storstörningen i Horred ledde till att alla nyckelstationer i nätet skulle byggas om eller ersättas med en ny generations teknik. Moderniseringen pågår fortfarande med ungefär en och en halv station per år till kostnader av uppskattningsvis 75-100 miljoner kronor per styck. Enligt Dag Holmberg, forskningsdirektör på Svenska Kraftnät, ansåg man att problemen med de gamla stationerna framför allt var två. Dels hade de alltför många fränkiljare och dels orsakade konstruktionen att ett ledningsbrott lätt orsakade kortslutningar på grund av att de föll olyckligt. Den teknikutveckling som skedde efter Horred bestod i att fränkiljaren byggdes in i brytaren, vilket medfört att man kan ha två brytare per objekt i stationen istället för en som tidigare. Stationens redundans ökar därmed markant. Enligt Holmberg var de tidigare brytarna komplicerade och dyra, medan de nya i stort sett är underhållsfria och kostar relativt lite. Detta gör det möjligt att fasa ut fränkiljarproblematiken ur systemet, samtidigt som man också kan minska det löpande underhållet avsevärt.¹⁵⁵ Var det då en kostnadsfråga som gjort att nätet var så fullt av fränkiljare? Nej, inte enbart menar Holmberg. På femtiotalet var fränkiljaren ett tekniskt mycket intressant alternativ för att ersätta komplicerade trycklufts-brytare med många små rörliga komponenter. Brytartechniken har med andra ord utvecklats sedan dess och kan uppvisa allt större tillförlitlighet.¹⁵⁶

En annan konkret robusthetsåtgärd som sattes igång efter Horred-störningen var ytterligare förstärkningar av stamnätet för att öka överföringskapaciteten till Sydsverige. Projekteringen för denna utbyggnad av ytterligare en 400kv-ledning startades av Svenska Kraftnät redan samma vår.¹⁵⁷

Efter avbrottet följde en branshdiskussion kring att bygga ut redundansen i det svenska systemet och utöka det nationella dimensioneringskriteriet till N-2. Beräkningarna som genomfördes inom Nordel visade att detta skulle komma att kosta 12 miljarder enbart för Sverige, och bedömningen gjordes att en sån summa pengar hellre skulle investeras i form av isolerade ledningar i trädsäkra ledningsgator, ökad grad av kablfiering, bättre underhåll och en förbättrad driftövervakning.¹⁵⁸ Samtliga dessa robusthetsåtgärder har haft stor inverkan på försörjningstryggheten, såväl positiva som negativa.

En annan intressant robusthetsdiskussion som följde efter Horred rörde själva tekniken och materialen i nätet som ansågs behöva långt större omsorg eftersom de hunnit åldrats avsevärt. Trots att nätet i huvudsak fungerade som beräknat, gjordes bedömningen att det fanns skäl att granska såväl säkerhet som möjligheter att effektivisera och förnya det för att åstadkomma förbättrade möjligheter till övervakning och styrning.¹⁵⁹

11.5 Resiliensåtgärder

Ett antal resiliensåtgärder aktualiserades efter Horred såsom exempelvis utvecklandet av mer lokal reservkraft för att skapa möjligheter till ö-drift och förslag på ett ökat utbyte mellan lokal reservkraftproduktion och de allmänna näten.¹⁶⁰ Precis som vid Hamra kom husturbindriften att bli en diskussionsfråga efter Horred, inte bara beträffande kärnkraften

¹⁵⁵ Intervju Holmberg, 2008-05-26

¹⁵⁶ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

¹⁵⁷ Muld, *Blackout inlaga*,

[http://www.swedishenergyagency.se/web/bibshop.nsf/FilAtkomst/ET32_04.pdf/\\$FILE/ET32_04.pdf?OpenElement](http://www.swedishenergyagency.se/web/bibshop.nsf/FilAtkomst/ET32_04.pdf/$FILE/ET32_04.pdf?OpenElement), s.46 2009-01-19

¹⁵⁸ Energimyndigheten (3) s.3

¹⁵⁹ Energimyndigheten (3) s.3

¹⁶⁰ Energimyndigheten (3) s.3

utan också beträffande de stora värmekraftstationerna i Sverige.¹⁶¹

På Svenska Kraftnäts initiativ genomfördes en genomgång av informationshanteringen under avbrottet. Det sattes samman en arbetsgrupp med representanter från Sveriges Radio, Svensk Energi, Post- och Telestyrelsen, Svenska Kraftnät, TeliaSonera och SOS Alarm för att se över hur informationsflödet till viktiga samhällsfunktioner skulle kunna förbättras vid framtida händelser. För reservkraften i telefonnätet gjordes bedömningen att den borde klara ett dygns drift utan påfyllning av bränsle.¹⁶² Ett gemensamt telesystem med ett informationsnätverk mellan de mest betydande aktörernas kontrollrum diskuterades också. Detta skulle också ha kontakter utåt gentemot Räddningsverket och blåljusmyndigheterna.¹⁶³

Den station i Alvesta där fjärrkontrollen havererat under återuppbyggnadsfasen sågs specifikt över, och ett omfattande arbete sattes igång för att i framtiden förhindra att liknande fel skulle fördröja återuppbyggnaden. Informationshanteringen sågs över och förbättrades genom ökat fokus på strukturering, arbetsfördelning, hjälpmedel samt genom fler övningar.¹⁶⁴

11.6 Sammanfattning

Precis som i fallet med händelsen i Hamra, åtföljs Horred-händelsen av en uppsjö av åtgärder och samma typ av förhandlingsutrymme uppenbarar sig återigen. Följande åtgärder genomförs, och en hel del känns igen från tjugo år tidigare:

Robusthet	Resiliens
Ombygge av nyckelstationer	Förbättrade förutsättningar för ö-drift
Ny brytartyp	Diskussion om informationsspridningssystem
Förstärkning av stamnätet	Förbättrad fjärrkontroll för återuppbyggnad
Diskussion kring dimensioneringskriteriet N-1	Genomgång av informationshanteringen
Ledningsgator och kablifiering	
Bättre underhåll och driftövervakning	
Diskussion kring åldrad systemteknik	

Figur 6. Översikt över försörjningstrygghetsåtgärderna efter Horred

¹⁶¹ Muld, *Blackout inlaga*,

[http://www.swedishenergyagency.se/web/bibshop.nsf/FilAtkomst/ET32_04.pdf/\\$FILE/ET32_04.pdf?OpenElement](http://www.swedishenergyagency.se/web/bibshop.nsf/FilAtkomst/ET32_04.pdf/$FILE/ET32_04.pdf?OpenElement), s.47 2009-01-19

¹⁶² Energimyndigheten (2) s.22

¹⁶³ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

¹⁶⁴ Muld, *Blackout inlaga*,

[http://www.swedishenergyagency.se/web/bibshop.nsf/FilAtkomst/ET32_04.pdf/\\$FILE/ET32_04.pdf?OpenElement](http://www.swedishenergyagency.se/web/bibshop.nsf/FilAtkomst/ET32_04.pdf/$FILE/ET32_04.pdf?OpenElement), s.47-48 2009-01-19

På robusthetssidan är det återigen primärorsaksuppföljning, stamnätsförstärkning och förbättrade underhållsrutiner som är huvudsakliga, för resiliensen ser vi återigen en ö-driftsdiskussion och åtgärder för att förbättra informationshanteringen. Mönstret går igen, och man kan fundera kring varför inte flera av dessa åtgärder hade kunnat implementeras under de tjugo år som hunnit gå. Det enda som inte känns direkt igen från Hamra är förbättrandet av fjärrkontrollen vid återuppbyggnad.¹⁶⁵ Härnäst följer en djupare jämförelse mellan de två störningarna.

11.7 Jämförelse mellan Horred och Hamra

Händelserna i Hamra 1983 och Horred 2003 är på flera sätt väldigt lika. De orsakas båda av fallerande frånskiljare i kritiska lägen då systemet precis förlorat produktionskapacitet i ett kärnkraftsblock. Samtidigt som störningarna i Hamra och Horred har mycket gemensamt, är de inte identiska händelser. En skillnad är exempelvis att Horred inte följdes av någon statlig offentlig utredning men att dimensioneringskriterierna aktivt ifrågasattes, något som inte gjordes tjugo år tidigare. Horred och Hamra är ungefär jämförbara sett till tiden det tar att återuppbygga nätet, och båda leder till att stamnätet förstärks med en 400kV-ledning. Under avbrottsperioden efter båda händelserna uppstår omfattande problem med informationshanteringen och kommunikationsspridningen samtidigt som återuppbyggnaden i huvudsak går enligt planerna. En jämförelse mellan avbrottstiderna är intressant med tanke på att det drabbade området 2003 var avsevärt mindre än det 1983, men att det tog ungefär lika länge att återuppbygga. Detta vittnar om komplexiteten i fallet Horred var större än den från tjugo år tidigare. Sett till avbrottslängden mätt i tid går det alltså inte att tala om någon påtaglig förbättring beträffande resiliensen i systemet, trots det fokus på den problematiken som inträffade efter Hamra-olyckan. Att någon avgörande förbättring inte ägt rum kan ha en mängd orsaker, att det exempelvis hade hunnit gå så lång tid mellan händelserna hade medfört att personalen till stora delar var utbytt. Allan Lundberg, före detta teknisk direktör på Vattenfall, menar att den långa tiden som passerat mellan händelserna gjort att personalen i stort sett var utbytt och att mycket direkt erfarenhet som hade varit användbar, inte längre fanns kvar i organisationen.¹⁶⁶

Här är det värt att göra en snabb inflikning och jämföra den tid som hunnit gå mellan Horred och Hamra, med hur försörjningstryggheten hanterades under oljekrisen, då kraftbranschen var väl förberedd eftersom de alldeles nyligen kunnat öva åtgärder och handlingsmönster under de dubbla torråren när sextiotial blivit sjuttiotial. 1973 hade de ansvariga myndigheterna god framförhållning och var redo att sätta in åtgärder av en helt ny karaktär (exempelvis kvotransoneringen av hushållen), 2003 visar Horred-incidenten på att åtgärderna i efterhand var väldigt lika de som införts för tjugo år sedan i Hamra. Detta pekar på de oväntade händelsernas försörjningstrygghetsmässiga paradox: inträffar händelser med korta mellanrum är den organisatoriska hanteringen av dem bättre. Samtidigt indikerar detta, om störningen är inherent, att något grundläggande systemtekniskt brister. Omvänt visar lång tid mellan inherent störningar

¹⁶⁵ Detta ska förstås som att åtgärderna inte är exakt desamma, snarare förs resonemanget för att peka på de strukturella likheter som de två störningarna efterföljs av. Åtgärdernas karaktär är snarlika för de två fallen.

¹⁶⁶ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

att den grundläggande systemtekniken är förhållandevis trygg. Samtidigt kan detta få till följd att organisationen brister på grund av få eller inga tillfällen att öva i skarpt läge. Ett annat fenomen som uppkom i både Horred och Hamra var tendensen att åtgärderna efter stamnätsstörningar sipprar nedåt i systemet. Efter stamnätsstörningen i Horred utreddes först möjligheterna till att förändra dimensioneringskriterierna på stamnätsnivå för att sedan övergå till rekommendationer av åtgärder i region- och distributionsnäten. På samma sätt var de nyformulerade krisberedskapsplanerna efter Hamra från början rikstäckande men fick en uppföljare i liknande planer för enskilda kommuner. Elsystemet tycks ha en sammankopplade struktur som tydliggörs vid störstörningar, nätet på lägre nivå i systemet står i ett försörjningstrygghetsmässigt påverkansförhållande från de ovanför det i systemhierarkin.

Både Horred och Hamra åtföljdes av en mängd aktiviteter som syftade till att förbättra försörjningstryggheten. Det är återigen möjligt att tala om ett handlingsutrymme på ett par år, som för Horred syns i de åtgärds paket och följdverkningar som implementerades fram till vintern 2005.¹⁶⁷ Det kännetecknande draget att det krävs ett eller ett par år för att erfarenheterna från störningen ska kunna byggas in i nätet, är alltså också påtagligt i fallet Horred. Samtidigt visade störningen i Horred att flera av erfarenheterna efter Hamra inte hade implementerats i tillräckligt hög grad, omfattande problem med systemets frånskiljare fanns exempelvis kvar drygt tjugo år senare. Både Hamra och Horred krävdes alltså för att frånskiljare skulle bedömas vara tillräckligt kritiska komponenter för att bytas ut i nätet. Ett par andra gemensamma drag var att de ledde till varsin ny 400kV-ledning samt att informationshanteringen vid båda tillfällena inte fungerade som planerat när störningen väl var framme.

Ovansagda leder till en diskussion om hur teknisk utveckling drivs framåt av de gånger då elsystemet fallerar. Snarare än att skapa tillförsikt inför hur beroende samhället blivit av elen, framstår störningar som ett nödvändigt ont för att blottlägga systemets svagheter och därmed visa vilka förbättringar som är möjliga att göra för att öka robustheten. Den sista delen av detta examensarbete visar på två ytterligare händelser, de blötsnöoväder som omkring millennieskiftet återigen fick upp försörjningstrygghetsproblematiken på dagordningen samt stormen Gudrun 2005.

¹⁶⁷ En omständighet som emellertid gör att Horred-avbrottet särskiljer sig väsentligt från Hamra-störningen, är att den i tid åtföljs av stormen Gudrun bara ett och ett halvt år senare. Detta får till följd att en hel del av åtgärdsarbetet inte hinner mer än starta innan ett nytt prekärt läge drabbar systemet.

12. Avregleringen och dess följder

En stor systemförändring som ägt rum mellan Hamra och Horred var avregleringen av den svenska elmarknaden. Denna kom av naturliga skäl att präglades mycket av nittiotalet, och försörjningstryggheten kom under tiden att hamna i skymundan av marknadsekonomiska frågor.

12.1 Före snöovädren

Avregleringen av det svenska elsystemet genomfördes 1996 och medförde att konkurrens infördes i elhandel och elproduktion. Nätverksamhetens naturliga monopol bibehölls och stamnätet kom att ansvaras för av den nybildade statliga myndigheten Svenska kraftnät. Det övergripande ansvaret för effekt- och energibalanserna hade tidigare legat hos Vattenfall, men sköts nu över på marknaden med avsikten att prismekanismerna skulle stå för balansregleringen. Som planerat minskade mängden reservkraft och reserveffekt i systemet, framför allt genom att fossileldade reservkraftstationer lades i malpåse. Ur driftekonomisk synvinkel var det fördelaktigt att systemet kördes med mindre marginaler, försörjningstrygghetsmässigt minskade i samma utsträckning förmågan att hantera oförutsedda händelser med systemreserver.¹⁶⁸ Enligt Bo Källstrand, vd på Svensk Energi, präglades åren efter avregleringen framför allt av svårigheter kring att veta vilken prisnivå som var rimlig på den nu konkurrensutsatta elen.¹⁶⁹ Ett utslag av att driftekonomin fick en framskjuten position kunde också ses på Vattenfalls FoU-portfölj. Från att före avregleringen ha varit fördelad till 70% på "corporate R&D" (i huvudsak kraftproduktion och anläggningsteknik) och 30% i företagets "business units", lades portföljen om till att bestå av 70% i företagets "business units" och 30% på "corporate R&D".¹⁷⁰ Allan Lundberg, den dåvarande tekniske direktören på Svenska kraftnät, menar att denna fokusering på ekonomi och marknadsfrågor ledde till att teknikfrågorna som tidigare hade dominerat branschen kom på undantag. Denna obalans mellan teknik och ekonomi höll i sig ända fram till millennieskiftet.¹⁷¹ Bo Källstrand beskriver vad som hände därefter:

*Sen började det väl hända saker som verkade positivt på leveranssäkerheten, det kom en del snöoväder omkring jultid 2000, ute i Roslagen och på några andra ställen.*¹⁷²

Dessa stor snöoväder gjorde alltså att försörjningstryggheten återigen dök upp på agendan. Källstrands resonemang om att oväntade händelser leder till förbättringar av försörjningstryggheten känns igen från störningar som tidigare behandlats i detta examensarbete.

¹⁶⁸ AerotechTelub s.13-14

¹⁶⁹ Intervju Källstrand, 2008-05-14

¹⁷⁰ Dooley s.551

¹⁷¹ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

¹⁷² Intervju Källstrand, 2008-05-14

12.2 Snöovädren: förlopp och åtgärder

Omkring jultid 2000 föll stora mängder blötsnö på icke frusen mark vilket gjorde att träd föll över ledningarna i stor utsträckning. Det politiska intresset för försörjningstryggheten vaknade därmed återigen till liv. I februari 2001 tillkallade regeringen en särskild utredare med uppdrag att ta reda på vilka åtgärder som borde vidtas för att minska antalet ovädersberoende avbrott och dessas konsekvenser. Utredningen konstaterade att den mest utsatta delen i systemet var 3-20kV-ledningarna på landsbygden, där oisolerade ledningar var dominerande. Bedömningen var att hälften av de 136000 km ledningar borde bytas ut inom en tioårsperiod. Dessutom ställde utredningen krav på branschen att få till stånd ett utökat störstörningssamarbete mellan nätföretagen och att informationen till kunder, media, kommuner och länsstyrelser skulle förbättras både före och under avbrott. Därtill ville utredningen se ett införande av lagstadgad avbrottsersättning vid avbrott som varade tolv timmar eller längre. Denna stannade dock vid att inte baseras på lagstadgat tvång.¹⁷³

Branschens svar på utredningen och det ökade fokuset på leveranssäkerheten var handlingsprogrammet NätKic – Nätkunden i Centrum. Bo Källstrand beskriver programmet på följande sätt. NätKic skulle förbättra samarbetet mellan de sju elregionerna i landet för att förkorta strömavbrottstiden, man skulle låna folk av varandra och bygga upp en krisorganisation som skulle samöva för att gemensamt kunna agera i händelse av en ny liknande situation. Till detta kom informationssystemet SUSIE (Samverkan Under Störningar Inom Elförsörjningen) och ett utökat samarbete med lokalradion. Att elnätsbolagen lamslogs av alla som ringt för att ta reda på avbrottets orsak var en lärdom som omsattes i en konkret lösning.¹⁷⁴

Folke Pärnerteg menar att en annan pådrivande faktor till detta utökade samarbete var att de stora elföretagens byggorganisationer avvecklats då utbyggnaden av elsystemet i stort var genomförd. Förutom detta hade många företag gått över från periodiskt till behovsstyrt underhåll, vilket var en kostnadsbesparing som påverkade försörjningstryggheten negativt. För att kompensera detta påbörjades arbetet att finna nya former för samarbete mellan elföretagen; och skapandet en samarbetsorganisation för att kunna stödja drabbade elnätföretag med reparationsresurser.¹⁷⁵

Parallellt med NätKic, gjordes det i snöovädrens efterföljd omfattande planer för att träsäkra en större del av nätet. Planerna fick dock skrivas ned till att avverka så kallade "kritiska träd", eftersom avverkningsen annars hade tagit en yta motsvarande Vänern i anspråk. Bo Källstrand menar att man från branschens håll hade ambitionen att bygga bort problemet. Detta skedde genom att byta ut oisolerade luftledningar till så kallade BLX-ledningar, vilka skulle tåla att träd föll över dem. I en proposition så sent som 2004 fick branschen goda vitsord som byggde bort väderproblemen av den nyligen tillträdde miljö- och samhällsbyggnadsministern Mona Sahlin. Ett par månader senare inträffade Gudrun och visade att BLX-ledningarna klarade ett träd men inte flera, vilket gjorde att de fasades ut ur systemet och inte längre ses som lösningen på något problem.¹⁷⁶

¹⁷³ Energimyndigheten, *Uppföljning av elbranschens satsningar för att minska elnätens känslighet för snöoväder och liknande förhållanden*, [http://www.swedishenergyagency.se/infobank/remisser.nsf/0/797F62C8A54C5BE1C1256D2600487CB4/\\$file/00-03-19DD.doc](http://www.swedishenergyagency.se/infobank/remisser.nsf/0/797F62C8A54C5BE1C1256D2600487CB4/$file/00-03-19DD.doc) s.2-3 2009-01-19

¹⁷⁴ Intervju Källstrand, 2008-05-14

¹⁷⁵ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

¹⁷⁶ Intervju Källstrand, 2008-05-14

12.3 Sammanfattning

Snöovädren är ytterligare ett exempel på hur störningar åtföljs av åtgärder såväl från politiskt som branschhåll. De leder dessutom till att försörjningstryggheten hamnar på agendan efter år av fokus på marknadsfrågor. Källstrands citat om att branschen försökte bygga bort problemet visar att robusthetsåtgärder alltså var prioriterade och att robustheten föreslogs skulle förbättras genom förstärkningar av nätet. Resiliensmässigt uppfyllde kraftbranschen via NätKic-programmet önskemålen om ett utökat störningssamarbete och förbättrad informationspridning, och en ny krisorganisation med mer regionalt samarbete etableras.

BLX-ledningarnas fortsatta öde är intressant. Endast fem år efter blötsnöovädren kom de att kraftigt ifrågasättas under efterarbetet med Gudrun, vilket sedermera gjorde dem obsoleta. BLX var därmed ett exempel på att erfarenheter från en störning inte nödvändigtvis kommer till nytta när en ny sådan inträffar inom en snar framtid.

Hur den nyetablerade krishanteringsorganisationen, SUSIE och den frivilliga avbrottsersättningen kom att fungera i samband med Gudrun, förklaras närmre i nästa kapitel som uteslutande handlar om stormen.

13. Gudrun 2005

Ingen naturkatastrof har i modern tid drabbat Sverige lika hårt som stormen Gudrun gjorde under vintern 2005. Med vindhastigheter på upp emot 42 m/s drog stormen fram genom Sydsverige och i de värst drabbade områdena slutade samhället att fungera under ett par dygns tid. Förutom den samhälleliga förödelsen orsakade stormen den värsta störning i infrastrukturen för elförsörjning och telekommunikationer som skådats i Sverige. Förmildrande omständigheter, om det går att tala om sådana i ett sånt här fall, var att stormen inträffade på en lördag efter en längre period av mildare väder. Det kommande kapitlet redogör för stormen genom att gå igenom händelseförloppet, återuppbyggnadsprocessen och slutligen vilka åtgärder som implementerades i efterhand. Redogörelsen avslutas med en diskuterande sammanfattning kring de försörjningstrygghetsfrågor som aktualiserades av stormen.

13.1 Förlopp

Fredagen den sjunde januari 2005 varnade SMHI för att ett djupt lågtryck höll på att skapas utanför Irlands nordvästra kust. Under dagen därpå nådde detta oväder den svenska västkusten och drog i form av Gudrun fram över Sydsverige där elva län kom att drabbas. Miljontals träd fälldes antingen till följd av rotvältor eller för att de knäcktes i blåsten, och kraftledningar skadades i en utsträckning som Sverige inte tidigare varit med om. Vid midnatt den åttonde januari beräknades det totala antalet strömlösa kunder vara 730000, och samtliga eldistributionsföretag i regionen drabbades hårt. Trots att stormen slog till mitt i vintern var väderförhållandena förhållandevis milda, vilket gjorde att uppvärmningsbehoven var mindre än vanligt för perioden. Totalt fälldes 75 miljoner kubikmeter skog vilket motsvarar ett flertal år av normal avverkning. Skadorna på el- och teleledningar liksom även den övriga infrastrukturen var omfattande. Till och med kraftledningar i trädsäkrade ledningsgator föll på grund av omkringflygande träddelar, och den nya tekniken med BLX-isolerade ledningar visade sig inte vara motståndskraftig nog. Master för radiolänkar och mobil kommunikation knäcktes och dessutom orsakade avsaknaden av el stora problem i de IT-baserade kommunikationsvägarna. Problemen att kartlägga omfattningen av skadegörelsen var omfattande under de inledande dagarna, liksom möjligheterna att leda uppröjningsarbetet.

I det drabbade området fanns 100 nätbolag av varierande storlek. E.On och Vattenfall var de två största och fick tillsammans 30000 kilometer ledning förstörda under stormen. Regionnäten drabbades dessa i förhållandevis liten omfattning vilket kan förklaras av att de i stor utsträckning löper genom breda trädsäkra ledningsgator. Värre ställt var det med lokalnäten, där såväl oisolerade, isolerade luftledningar som kablifyerade sträckor under jord drabbades hårt. De nätbolag som hade en hög grad av kablifyering i sina nät klarade sig generellt sett bättre och hade därför kortare återställningstider.¹⁷⁷

Skillnaderna mellan oisolerade och isolerade ledningar var dock mindre, eftersom träden föll i såna mängder att det var stolparna som brast snarare än att ledningarna kortslöts.

¹⁷⁷ Detta berodde snarare på skadornas förhållandevis lindriga omfattning än att kablifyeringen snabbade upp återuppbyggnadsarbetet. Att lokalisera och reparera skadorna på nedgrävd kabel tar som regel längre tid än att göra detsamma i luftburen ledning.

Omkring hälften av alla de 730000 drabbade abonnenterna hade strömmen tillbaka inom ett dygn, 241000 var utan el i upp till en vecka och 68000 längre än så. Eftersom det i högsta grad var lokalnäten som drabbades, blev den avgörande faktorn för hur långt avbrottet var om man bodde på landsbygden eller i städerna. Glesheten i nätet var, och den stora majoriteten av de drabbade återfanns därför på landsbygden snarare än i städerna. Sammanlagt beräknades Gudrun ha orsakat 2,3 miljoner avbrottsdygn. Den totala kostnaden för elbolagen uppskattades till storleksordningen 2,6 miljarder kronor, varav cirka en fjärdedel var avbrottsersättning till kunderna.¹⁷⁸

13.2 Återuppbyggnad

Omedelbart efter SMHI:s varningsmeddelande den sjunde januari, höjde samtliga berörda elbolag sin beredskap, och resurspersoner och storstörningsgrupper sammankallades. Ett stort behov av yrkeskunniga röjare och linjereparatörer kunde snabbt konstateras, eftersom de drabbade elbolagens egna resurser var otillräckliga. För att hantera situationen behövdes 300 montörer lånas in från utlandet. Bristen på framför allt skogsröjare och linjearbetare blev besvärande för många nätbolag, och andra yrkesgrupper som heller inte kunde möta efterfrågan var sotare, elektriker och fastighetsskötare.

Eftersom träd låg omkullvälta i drivor över vägarna var framkomligheten mycket begränsad, vilket medförde avsevärda förseningar i återuppbyggnadsarbetet.

Reparationsarbetet var vidare av en sådan omfattning att samtliga reservdelslager i Sverige tömdes, och material måste importeras från hela Europa. I Holland påbörjades tillverkning av ny kabel för direktleverans till det drabbade området och efter stormen lades kabel ut för att provisoriskt lösa elförsörjningen.

Sammanlagt kunde cirka 2000 reservkraftverk ställas till de drabbade kommunernas förfogande, att lägga till de reserver som kommunerna själva hade att tillgå. I flera fall visade det sig svårt att få de kommunala reservkraftverken att fungera på tillfredsställande sätt, de var inte avsedda för den dygnet runt-drift som de kom att behövas för, och de var i för liten utsträckning av trefastyp, vilka är bättre anpassade för behoven i en situation som den efter Gudrun. På vissa ställen där lokalnäten var intakta kunde reservkraftöar upprättas för att försörja fastigheter och delar av samhällen.

Storleken på skadorna och svårigheten att kommunicera gjorde det svårt att överblicka stormens omfattning under de första timmarna efter stormen. Exempelvis kunde inte reservkraften till en del av GSM-nätets basstationer sättas igång förrän efter en vecka, vilket orsakade många extra mils resor enbart för att kunna beställa mer reservmaterial. Möten fick avtalas om i förväg och folk skickades i många fall ut med arbetsorder som annars hade kunnat verkställas via telefon. E.on och Vattenfalls egna mobilradiosystem fungerade men eftersom detta inte var tillgängligt för de inhyrda entreprenadföretagen, fungerade informationsspridningen långtifrån optimalt. Inte heller nätbolagens kunder kunde få den information de ville ha direkt efter stormen, och det samma gällde för andra nätbolag än de direkt drabbade samt de kommunala myndigheterna.

Sammantaget ledde svårigheten att överblicka situationen och problemen med informationsspridningen till att nätbolagens prognoser för elavbrottets längd var överdrivet optimistiska. Ytterligare ett problem med informationsspridningen var att de

¹⁷⁸ Energimyndigheten, redogörelsen bygger på rapporten *Stormen Gudrun – Vad kan vi lära av naturkatastrofen 2005?*

större bolagens kundcentra var outsourcade till företag i andra delar av landet. Dessa hade i ett flertal fall bristande lokalkännedom och saknade på grund av sin utlokalisering den mest uppdaterade informationen som fanns lokalt. Det datoriserade stödsystemet SUSIE som implementerats till följd av blötsnöövädren, och dit nätbolagen kunde meddela sina behov av stöd samt rapportera vilka resurser de hade tillgängliga, fungerade inte tillfredsställande vid tidpunkten för Gudrun. Detta kom sig bland annat av att ett flertal anställda saknade tillräcklig kunskap för att använda systemet. Nätbolagen var på det stora hela nöjda med den elsamverkansorganisation som bildats i samband med blötsnöövädren 2000.¹⁷⁹ Vattenfall och Fortum klarade sig i huvudsak med egen personal, medan E.On via samarbetet erhöll betydande extern hjälp. Genom ett avtal med Försvarmakten och ett antal frivilligorganisationer kunde Svenska Kraftnät mobilisera fordon och andra resurser som underlättade återuppbyggnadsarbetet. Nätbolagen hade också nytta av samarbetsavtal med enskilda entreprenörer och Lantbrukarnas Riskförbund (LRF) samt enskilda markägare och frivilliga i de utsatta områdena. Försvarmaktens insats kom sammantaget att vara den största som någonsin genomförts i fredstid. Generellt värderades lokalkännedomen mycket högt direkt efter stormen, särskilt eftersom kommunikationsvägarna var kraftigt drabbade.¹⁸⁰

13.3 Efter Gudrun: åtgärder

Energimyndigheten gjorde omfattande analyser efter stormen och tog fram råd, hjälpmedel och faktaskrifter till andra aktörer om hur de själva kunde förbättra sin situation och krisberedskap. Energimarknadsinspektionen fick efter stormen i uppdrag att sammanställa en uppsättning funktionskrav för att säkerställa driftsäkra nät, något som resulterade i ett beslut i riksdagen om ny lag. Lagen fastställde att elabbonenter ska få ersättning av sitt elbolag om ett elavbrott varar längre än 12 timmar, och dessutom ställdes det högre krav på bolagens information till sina kunder. Tydliga krav, som ska vara uppfyllda senast 2011 ställdes också på själva nätet, såsom exempelvis att inget avbrott annat än i undantagsfall ska överstiga 24 timmar. Samtliga avbrott som är längre än tre minuter ska rapporteras och årliga risk- och sårbarhetsanalyser vad gäller elöverföringen i näten måste också genomföras. Bland de åtgärder som genomförts eller initierats märks följande. För att förbättra robustheten:

- Nedgrävandet av kabel i marken (så kallad kablifying) har fått absolut högsta prioritet bland elbolagens investeringar i näten efter Gudrun, BLX-kabel i stolpar har helt fasats ut.
- Omfattande breddningar av ledningsgator har genomförts.

För att förbättra resiliensen:

- Inom E.On har särskilda kontaktpersoner placerats hos kommuner och andra instanser, vars uppgift är att vara en länk mellan kommunens krisledningsnämnd och elbolaget.

¹⁷⁹Se kapitel 13.2

¹⁸⁰Energimyndigheten, redogörelsen bygger på rapporten "Stormen Gudrun – Vad kan vi lära av naturkatastrofen 2005?"

- Elsamverkansorganisationen och stödsystemet SUSIE ska vidareutvecklas vilket bland annat innebär att flera myndigheter får observatörsroller i systemet för att snabbare kunna ta del av information.
- Samarbetet mellan el- och telebranschen har intensifierats för att kunna säkra mobila kommunikationer vid framtida störningar.
- De drabbade kommunerna har efter stormen satsat på en rad åtgärder för att öka sin beredskap inför elavbrott såsom exempelvis översyn och komplettering av reservkraft, beredskapsplaner för evakuering och råd till allmänheten. Erfarenheterna från arbetet med Gudrun överförs till kommunernas risk- och sårbarhetsanalyser och diskussionen med elbolagen om deras investeringar och prioriteringar har intensifierats. I denna process har Energimyndigheten spelat en viktig roll.

13.4 Sammanfattande diskussion

Till att börja med är det viktigt att erinra sig att Gudrun som störning betraktad är av en helt annan storleksordning än exempelvis både Hamra och Horred-avbrotten. Även om dessa innebar strömavbrott för många konsumenter i ett stort område, så var strömmen trots allt åter efter ett antal timmar för de allra flesta. Efterverkningarna av Gudrun, där strax över 300000 abonnenter inte hade strömmen åter förrän inom en vecka och där skog motsvarandes tio årsavverkningar fälldes på en dag, är av en helt annan dignitet. Respondent Bosse Källstrand, VD hos svensk Energi, beskriver trycket på elbranschen efter Gudrun i skenet av tsunamin som inträffade omkring julen 2004, dvs. två veckor innan Gudrun. Han menar att den regering som vid tsunamin anklagats för bristande handlag och kriskompetens nu gjorde allt för att visa sig handlingskraftiga. Såväl från regeringshåll som medialt menar Källstrand att elbolagen utmålades som syndabockar för att stormen hade kunnat få sådana efterverkningar vilket enligt honom syns i den lagstiftning om avbrottsersättning som saknar motstycke i någon annan bransch. Samtidigt innebar lagstiftningen att man tog tag i problematiken på allvar och började investera i omfattande trädsäkringar och omkring sextusen mil ledning som ska kablifieras fram till 2011.¹⁸¹ Man lärde sig med andra ord av läxan. Folke Pärnerteg är inne på samma spår som Källstrand:

*Ärligt talat tror jag att det är ganska nyttigt för Svenska Kraftnät som övriga elföretag att man drabbas av både störningar och massmediala vredesutbrott. Se bara vilken fart det blev på förbättringarna i lokalnäten efter Gudrun.*¹⁸²

Källstrand påpekar att det redan innan Gudrun fanns röster i branschen som förordade en ökad grad av kablifiering och att kritiken mot dessa tystnat efter stormen. Han pekar också på att den ökade kablifieringen inneburit att man kunnat minska på underhållskostnaderna eftersom exempelvis trädröjning inte längre får samma betydelse. Dessutom kan man koncentrera antalet brytare till större stationer så att dessa blir färre

¹⁸¹ Intervju Källstrand, 2008-05-14

¹⁸² Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

vilket minskar risken för komponentfel. Detta har dock medfört att när det väl blir fel så får man lov att slå ifrån ett större område, något som kan motiveras med att det faktiska antalet avbrott minskar.¹⁸³ Samma bakomliggande resonemang som fanns när nätet datoriserades på sjuttioalet¹⁸⁴ återkommer alltså här när robusthetsförbättrande åtgärder motiveras ekonomiskt trots att de har en försämrande inverkan på resiliensen. Samtidigt som det finns en hel del som pekar på hur man efter Gudrun tar tag i åtgärder, sker det även en hel del som pekar på att kunskapsöverföringen hade kunnat vara bättre. På samma sätt som vid Hamra och Horred, visar Gudrun att informationshanteringen under en störning inte fungerar. Detta pekar på branschens svårigheter med att ta itu med denna resiliensproblematik. Det finns anledning att återvända till hur man till följd av torråren 1969/70 lyckades implementera ett datorsystem som underlättade mycket av krisarbetet under oljekrisen 1973. Om vi jämför detta med hur SUSIE infördes 1999 till följd av blötsnöövädren men inte kunde användas under efterarbetet med Gudrun fem år senare på grund av att det inte var helt färdigt och att kunskapen om hur det fungerade var för dålig hos personalen.¹⁸⁵ Hur kommer det sig att förmågan till anpassning tycks ha gått branschen om intet alltsedan dess? Vid sidan av SUSIE och problemen med kommunikationen fungerade den elsamverkansorganisation som initierats i samband med blötsnöövädren väl under återuppbyggnadsarbetet med Gudrun. Det värst drabbade elbolaget E.On ansåg sig nöjda med sättet som de erhållit kompletterande arbetskraft från exempelvis Vattenfall och Fortum. Gudrun innebar en skärpning av lagen om frivillig avbrottsersättning från slutet av nittioalet och kom i stormens efterföljd att gälla från och med tolv timmars elavbrott. Även om det kan diskuteras huruvida avbrottsersättning är rätt typ av drivkraft för att förbättra försörjningstryggheten i näten i och med att den i slutändan innebär avsevärt höjda kostnader för kunden, är den huvudsakligen att betrakta som ett resiliensincitament.

Ett annat exempel på bristande informationshantering i samband med Gudrun hittar man enligt Stig Göthe i Danmark. Där kom Gudrun som en lika stor överraskning oavsett var i elsystemet man befann sig. Kommunikationen mellan systemdelarna var bristfällig vilket förvärrade stormens åverkan. Gudrun kom in från en speciell vinkel som inte överensstämde med de danska vindkraftverken som stod placerade i sydväst, vilket är den förhärskande vindriktningen såväl i Danmark som i Sverige. När Gudrun kom stängde alla de danska vindkraftverken på Jylland samtidigt eftersom vindstyrkorna översteg vad de klarade av. Under de två timmar det sedan tog för stormen att nå Själland, rapporterades inte detta produktionsbortfall på motsvarande 7-8000MW som orsakat att det västra nätet kollapsat. I en svensk produktionspark med alltmer vindkraft i systemet, menar Stig Göthe att detta är en försörjningstrygghetsåtgärd som man redan nu kan ta hänsyn till i krishanteringen. I Danmark ledde det inträffade dessutom till en återigen aktualiserad ödriftsdiskussion som vi i Sverige, om vi inte uppmärksammar vindriktningsproblematiken på förhand, också kan räkna med framledes.¹⁸⁶ En annan aspekt av ö-drift finns det som kortast anledning att peka på i och med att Gudrun åtföljdes av ett antal regioner där öar kunde köras på reservkraft efter stormen. Även om

¹⁸³ Intervju Källstrand, 2008-05-14

¹⁸⁴ Se kapitel 11.1

¹⁸⁵ SUSIE var dock fullt användbart och i bruk vid stormen Per ett par år senare.

¹⁸⁶ Intervju Göthe, 2007-10-25

ö-drift är olika saker vid en reservkraftstation och ett fullskaligt kraftverk, är denna resiliensfrågas aktualiserande i samband med många störningar värd att lägga märke till.

Ytterligare en faktor som är värd att ta upp i samband med Gudrun är den samlade expertis som är eniga om att vi står inför omfattande klimatförändringar. Enligt Folke Pärnerteg kommer dessa inte bara att medföra helt annorlunda och nya krav på exempelvis vattenkraften, utan också att stormar av Gudruns karaktär kommer att bli vardagsmat på ett annat sätt än vad som varit fallet tidigare. Tänkbart är också, resonerar han vidare, att kombinationen av underkylda regn och höga vindhastigheter skulle bli vanligare, något som vare sig stam- eller regionnät är byggda för att klara av. Samtidigt som det finns de som menar att sannolikheterna för en sådan kombination av dubbelt kärva fenomen är obefintlig, behöver man inte gå längre tillbaka än till 1921 för ett uppseendeväckande exempel. Då drabbades Sverige av en isbarksstorm som skulle ha ställt till en fruktansvärd förödelse om den skulle ha inträffat i dagens samhälle. Med tanke på att det skulle ta lång tid att förändra stryktåligheten i elsystemet, menar Pärnerteg vidare att det är oroväckande att man inte i högre utsträckning diskuterar dessa risker vare sig i elbranschen eller i samhället i övrigt. Pärnerteg förklarar:

Jag har vid ett stort antal tillfällen spelat upp ett scenario som innebär en spegling av händelsen 1921. De som har deltagit i mina seminarier: politiker, höga chefer inom statsförvaltning, kommun- och länsförvaltning och näringsliv har tyckt att det är intressanta resonemang – men - - . GOD JUL och ha det så bra!!¹⁸⁷

Trots den drastiska formuleringen är den hållning som Pärnerteg skisserar upp olycklig, särskilt med tanke på branschens val att främst fokusera på robusthetsåtgärder för att öka försörjningstryggheten. Dessa byggs in i systemet för att förhindra vissa typer av störningar från att hända igen, inte för att de ska klara av nya typer av oförutsedda störningar vilka kan förväntas bli vanligare. Ur detta perspektiv är det också problematiskt att implementerade robusthetsåtgärder leder till ett än mer markant färre-men-värre-scenario. Det finns ytterligare faktorer som pekar på hur systemets resiliens inte är lika högt prioriterad som robustheten, vilket vi kommer att återkomma till i kapitel 17. Härnäst tecknas emellertid en karaktäristik för den transmissionsproblematik som varit förhärskande alltsedan sjuttioalet.

¹⁸⁷ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

14. Transmissionsproblematikens kännetecken

Den mest påtagliga tekniska åtgärden hos elnätsbolagen efter Gudrun var de omfattande investeringarna i kablifiering, en åtgärd för att förhindra att en storm av Gudruns storlek skulle få lika stora konsekvenser om den inträffade igen. Enligt Folke Pärnerteg är detta symptomatiskt för arbetet efter kriser i elsystemet. Att vidta åtgärder för att begränsa risken för en upprepning var påtagligt vid såväl Hamra som Horred, och Pärnerteg tycker sig heller inte se att störningarna har inneburit några avgörande förändringar av riskanalysarbetet.¹⁸⁸ Samtidigt skedde det vid sidan av kablifieringen även en hel del andra, mjukare organisatoriska åtgärder i branschen, och ett fokus på elavbrottsshantering etablerades hos kommuner och elanvändare.¹⁸⁹ Hos elnätsbolagen visar den omfattande kablifieringen efter Gudrun att transmissionsspöket fortfarande var närvarande i allra högsta grad, och detta kapitel sammanfattar vilka strategier som använts för att hantera detta alltsedan utvecklingen under sjuttioalet och Hamra-incidenten.

14.1 Robusthetsstrategierna: dimensioneringskriterier och förstärkningar

De omfattande konsekvenserna efter Hamra blev ett bevis för hur elsystemets utveckling under sjuttioalet hade lyckas öka systemets robusthet men samtidigt minskat resiliensen i systemet. I takt med den ökade systemövervakningen hade man kunnat minska personalstyrkan ute längs med ledningarna, vilket gjorde att förmågan att hantera störningar när dessa väl inträffade också minskade. Systemets förmåga att klara av ö-drift hade också fasats ut ur systemet och båda dessa faktorer uppmärksammades efter Hamra. Det hade funnits väl motiverade anledningar att göra dessa förändringar och de innebar att det svenska elsystemet under sjuttioalet hade få och korta elavbrott jämfört med exempelvis övriga europeiska länder. Hamra visade baksidan av dessa robusthetsfokuserade strategier.

Sjuttioalet var något av en övergångsperiod mellan två olika försörjningstrygghetsparadigm. Produktionsspöket var äntligen besegrat och utbyggnaden ikapp och förbi efterfrågeutvecklingen med hjälp av kärnkraften. Därmed fanns det utrymme för ett nytt fokusområde för försörjningstrygghetsarbetet. Urban Kärrmarck understryker att Hamra sedermera blev ett tillfälle då tillförlitligheten i själva nätet ifrågasattes vilket också ledde till ett skifte bort från torrårsproblematiken och till en transmissionsproblematik. Också Lennart Lundberg beskriver hur transmissionsystemet varit den största oroshärden alltsedan 1969/70.

Sjuttioalet var en period som efter oljekrisen var befriad från störningar. Eftersom resiliensåtgärder tenderar att genomföras i samband med störningar, var incitamenten till att öka resiliensen små. Istället kom fler robusthetsåtgärder att successivt implementeras i systemet, vilket fram till Hamra också visade sig fungera. Den ökade robustheten hade i form av utökad produktion visat sig bemästra torrårsspöket, och samma robusthetsstrategi fortsatte att tillämpas efter Hamra då stamnätet förstärktes, fränkiljare bytes ut och ett nytt frekvensregleringssystem infördes.

¹⁸⁸ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

¹⁸⁹ Och kom att testas i skarpt läge under stormen Per 2007. För ett mer utvecklat resonemang kring åtgärderna efter Per, hänvisas till Energimyndighetens rapport *Stormen Per – lärdomar för en tryggare energiförsörjning efter tvåtusenålets andra storm* ET2007:34

Nya 400kV-ledningar byggdes efter såväl Hamra som Horred, och efter Gudrun pågår arbetet alltså med uppgraderingar av stamnätet omkring Jönköpingstrakten från 200kV till 400kV för att förstärka nätet i öst-västlig riktning.¹⁹⁰ Dessa stamnätsförstärkningar visar hur robusthetsåtgärder fortfarande var högt prioriterade för att åtgärda transmissionsproblematik. Dessa och andra förstärkningar gör att Dag Holmberg på Svenska Kraftnät menar att:

*Systemet är sådant att vi tål N-1, men ofta också N-2 och även i vissa fall N-3. [...] stora städer som Stockholm, Göteborg och Malmö, bör klara N-2.*¹⁹¹

Robustheten är med andra ord större än vad kriterierna föreskriver på vissa ställen. Eftersom dimensioneringskriteriet N-1 har legat fast sedan det initierades, är stadsregionernas större tålighet än N-1 ett utslag av hur fokus på ökad robusthet fått genomslag i det byggda systemet. Att N-2 och N-3 är realiteter i delar av systemet visar hur förstärkningar av nätet spelat en betydande roll.

De återkommande incidenter som tagits upp i detta arbete visar emellertid hur satsningarna på robustheten inte helt lyckats förhindra att systemet utsätts för störningar. Störningarna tycks därtill få större verkningar än tidigare, vilket exempelvis syns i jämförelsen mellan Hamra och Horred som hade samma felutlösande komponent. Att det mindre avbrottsområde som åstadkoms av störningen i Horred tog lika lång tid att återställa som det större avbrottsområdet som blev följderna efter Hamra indikerar, även om det skulle behöva undersökas i mer detalj, att resiliensen inte följt med robustheten under den tid som gått mellan de två händelserna. Orsakerna till detta kan ha varit flera. Den vertikala integration som skapats av allt högre IT-användning och centralstyrning hade gjort systemet komplexare och därmed svårare att återställa efter en störning. Horred och sedermera också Gudrun visade hur nya komplexa beroenden hade vuxit fram mellan elsystemet och exempelvis telesystemet, vilket också hade en negativ inverkan på resiliensen såtillvida att konsekvenserna av störningarna förvärrades. Samtidigt har resiliensfrågorna inte prioriterats under den period som präglas av transmissionsproblematik. Informationshanteringen och kommunikationerna under avbrottstiden dras med likartade problem vid både Hamra och Horred, trots, eller kanske just därför, att tjugo år har gått mellan störningarna. En oönskad konsekvens av systemets förstärkta robusthet, har alltså varit en försämrad resiliens. Eller om man hellre vill det: resiliensåtgärderna i det svenska elsystemet har inte i tillräcklig grad motsvarat de förvärrade konsekvenser som det robustare systemet lett till. Det tycks som att ju bättre systemet fungerat, desto sämre har det förmått hantera störningar när dessa väl är framme.

14.2 Resiliensstrategierna

Samtidigt som kablifiering minskar distributionsnätets sårbarhet för exempelvis en storm, är det problematiskt såtillvida att fel i kabel tar längre tid att åtgärda eftersom den är nedgrävd. Den bakomliggande logiken är att det man vinner i ökad robusthet är tillräckligt för att kompensera för denna minskade resiliens. Samtidigt är detta en

¹⁹⁰ Intervju Källstrand, 2008-05-14

¹⁹¹ Intervju Holmberg, 2008-05-26

prioriteringsfråga, vilket syns om man jämför Horred med Hamra där ett antal problem som hade kunnat hanterats med resiliensåtgärder, dök upp igen. Det gällde exempelvis ö-drift, informations- och kommunikationshanteringen, samt verktyg för att genomföra roterande bortkoppling. Med ett bättre förankrande och regelbunden uppföljning av dessa hade händelseförloppet kunnat se annorlunda ut efter Horred. En oroväckande tendens var dessutom hur förmågan att omsätta erfarenheterna till förbättrad resiliens tycks ha försämrats. Samtidigt ska det poängteras att det i Gudruns efterföljd sattes ett större fokus på organisation, samverkan och krishantering, som förhoppningsvis kommer att leda till en mer beständig organisering av resiliensen i elsystemet.

Datasystemet SUSIE som infördes efter blötsnöövädren var färdiginstallerat 2005, och därmed heller inte lika användbart under Gudrun som det datasystem som infördes efter de dubbla torråren 1969/70 som kommit väl till pass under oljekrisen.¹⁹²

Vad har det då funnits för exempel på verkningsfulla resiliensåtgärder? En sådan var de handlingsplaner för fredstida beredskap som utarbetades efter Hamra-störningen, och som också visade på hur åtgärder sipprar nedåt i systemet. En annan liknande tendens var hur resiliensen åtgärdades lokalt, såsom när informationshanteringen decentraliserades i Gudruns efterföljd. Att detta gjordes var ett underkännande av att man tidigare nedprioriterat resiliensen för att uppnå kostnadseffektiviseringar.

Den svenska avbrottsstatistiken kan anföras till robusthetsstrategiernas försvar. Denna visade sedan sextioalet en tydlig nedgång i avbrottstid per år och att den därefter stabiliserat sig på en med internationella mått mätt mycket låg nivå. Detta har lett till en hög tillit men också ett stort samhällsligt beroende av el. Detta sistnämnda är något som ofta poängteras i rapporterna efter storstörningar. Att branschen i allra högsta grad varit delaktig till detta beroende är emellertid långt ifrån alltid lika tydligt redovisat, snarare återkommer en slags aningslöshet inför detta faktum:

*När Sveriges nuvarande elnät planerades och byggdes fanns det sannolikt inte någon som kunde föreställa sig hur elberoende samhället skulle bli inom några decennier.*¹⁹³

Medan Folke Pärnerteg minns efterspelet till Hamra såhär:

*Jag tror inte att Hamra-störningen innebar något större mentalt skifte inom kraftbranschen. [...] Däremot åstadkom störningen en hälsobringande sårbarhetsdebatt inom den nationella beredskaps- och säkerhetsplaneringen. Man hade fått upp ögonen för samhällets beroende av el.*¹⁹⁴

Dessa citat rymmer antydningar till en ovilja från branschen att ta på sig en större delaktighet i samhällets allt större beroende av el. Att problemet uppmärksammas och åtgärder genomförs i samband med storstörningar är en sak. Att ett flertal av dessa ytterligare bidrar till detta beroende genom att öka systemets robusthet, och att förankringen av mjuka resilienta strategier tillåts att sippra ut ur systemet över tid, är en

¹⁹² För en mer utförlig analys av hur SUSIE fungerade under stormen Per, hänvisas till Energimyndighetens rapport *Stormen Per – lärdomar för en tryggare energiförsörjning efter tvåtusenålets andra storm*, ET2007:34

¹⁹³ Energimyndigheten (4) s.55

¹⁹⁴ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

annan.

Det är intressant att ställa Folke Pärnertegs citat mot elsystemets utveckling under slutet av sjuttioalet och början av åttiotalet. Att den bransch som aktivt försökte öka samhällets konsumtion för att motivera kärnkraftsinvesteringarna ekonomiskt, får upp ögonen för samhällets beroende av el 1983, rimmar förhållandevis illa. Hade man tagit samhällsberoendet på större allvar hade de faktiska antalet åtgärder för att försöka minska beroendet och konsumtionen varit fler.

En ytterligare faktor som förstärkt spiralen mot ett ökat samhälleligt elberoende har varit politikernas inställning till störstörningar. Dessa har ofta gått ut på att störstörningar är oacceptabla och borde byggas bort ur systemet. Tillsammans har dessa bidragit till ett allt större samhällsberoende av el via förbättrad robusthet.

En intressant ljusning kan dock anas i den lag om avbrottsersättning efter tolv timmar som genomförs efter Gudrun. Denna tycks uppmuntra en förbättrad resiliens såtillvida att den är tydligt fokuserad på systemets förmåga att återgå till normalt driftläge. Kan detta möjligen vara ett tecken på att en ny tid med en ny problematik står för dörren? Är det tänkbart att systemet nått så långt det kan när det gäller robusthet att andra strategier istället borde vara aktuella och ha större chans att bli beständiga över tid? Med detta som utgångspunkt kommer nästkommande kapitel att peka på en problematik som likt energin och transmissionen varit hittills, skulle kunna komma att bli rådande härnäst.

15. Diskussion: vad härnäst?

Den omfattande kablifiering som ägt rum efter Gudrun är inte någon slutgiltig lösning på elsystemets överföringsproblem. Samtidigt kan en robustare överföring än den i kabel aldrig komma att bli tillräckligt billig. Kablar är långt mer robusta än luftburna ledningar vilket gör att elsystemet inte skulle påverkas i lika hög utsträckning om ytterligare en Gudrun drabbade Sverige. Kablifiering innebär dock även försämrad resiliens eftersom det tar längre tid än att kartlägga var en ledning har brustit och att lokalisera och gräva fram ett kabelbrott. Detta samband är ett exempel på hur arbetet med att förebygga störningar i elsystemet gjort att dessa blivit färre men samtidigt också värre. Implicerar detta möjligen en ny fas i arbetet med försörjningstryggheten i det svenska elsystemet? På samma sätt som det under tidigare perioder har gått att tala om ett torrårspöke och ett transmissionsspöke, är det möjligen effektspöket som tydligast kommer att präglade försörjningstrygghetsarbetet framöver?

15.1 Den nuvarande effektproblematiken

På frågan om vilken försörjningstrygghetsproblematik som är mest akut i dagsläget svarar svensk Energis VD Bo Källstrand:

*[Det som i första hand] inte har någon lösning är effektproblematiken. [...] Där ser jag det som störst sannolikt att vi får de största problemen, det är vid en effektkris vid en kall vinter.*¹⁹⁵

Effektproblematik är något som det svenska systemet varit förskonat ifrån tidigare, vilket berott på att systemet baserades på vattenkraft, kördes med stora marginaler och ett stort elöverskott. Detta var en robust lösning men samtidigt ekonomiskt möjlig endast så länge som marknaden var reglerad. Effektproblematiken som Källstrand talar om hänger samman med att det efter avregleringen saknas en tydlig ansvarsroll för vem som ska garantera effektreserven i systemet. För närvarande gör en tillfällig lag gällande att Svenska kraftnät, som är ansvarig myndighet för stamnätet, upphandlar effektreserv till dess att en modell för att hantera effektreservansvaret har arbetats fram.¹⁹⁶ Effektproblematiken är förvisso inte ny, den har varit mycket närvarande de senaste fem till sju åren. Att effektfrågor skulle få ett större fokus till följd av avregleringen torde heller inte ha kommit som någon överraskning. En väsentlig del av poängen med den var ju att systemet skulle kunna köras effektivare med mindre säkerhetsmarginaler och överproduktion. Ett antal kritiska händelser på senare tid gjort att effektfrågorna dykt upp på försörjningstrygghetens dagordning. Exempelvis var detta fallet på nordisk nivå när Finland drabbades av en effekttopp den artonde januari 2007 som helt slog ut det finska stamnätet under en dag och vissa delar av det än längre. Läget kunde åtgärdas tack vare att det i Sverige och Norge vid samma tidpunkt var en förhållandevis normal vinterdag vilket gjorde att samkörningen kunde användas som planerat.

¹⁹⁵ Intervju Källstrand, 2008-05-14

¹⁹⁶ Intervju Källstrand, 2008-05-14

Även för Sveriges del har problemet med effektbrist aktualiserats såtillvida att det under de kalla dagarna under julhelgen 2005 sattes ett nytt svenskt effektrekord. Detta fick Svenska kraftnät att varna allmänheten för att en alltför hög förbrukning kunde innebära ett verkställande av roterande bortkoppling. Eftersom denna topp inträffade under en helgdag när industrin inte gick för maxkapacitet kunde situationen klaras av, men likväl lyfte rekordet fram problemet på dagordningen. Trots att faran kunde avblåsas utan vidtagna åtgärder var det tjugofem år sedan en nätansvarig svensk myndighet hade varit tvungen att rekommendera allmänheten att spara el. Dessa effektbristsituationer har föranlett ytterligare förstärkningar av de nordiska stamnäten för att hantera snedbelastningar i öst-västlig riktning.¹⁹⁷ Dessa planeras stå klara 2012 och bekostas av de så kallade flaskhalsintäkterna.¹⁹⁸

Även om elsystemet efter avregleringen hitintills visat sig vara tillräckligt robust för att möta de effekttoppar som inträffat på senare tid, har säkerhetsmarginalerna blivit mindre. Samtidigt som detta var en medveten effekt av avregleringen, är det oroande att effektproblematiken än så länge inte fått någon långvarig lösning. Detta pekar tillsammans med ovanstående faktorer på att effektproblematiken är ett tänkbart framtida fokusområde för försörjningstrygghetsarbetet.

15.2 Reflektioner kring kapacitetsutnyttjandet

Efter Horred-störningen uppkom en diskussion om nätets förhållandevis höga medelålder. En mängd komponenter hade funnits installerade sedan lång tid tillbaka och det fanns till följd av detta anledning att utföra utökat underhåll. En ytterligare faktor som påverkat nätets åldrande är storleken på belastningen, som successivt har ökat när ambitionen varit att köra nätet så effektivt som möjligt.

Under 2003 inträffade en rad omfattande elavbrott i Europa som uppmärksammades och ledde till rapporter även av ansvariga svenska myndigheter. Enligt Urban Kärrmarck, som skrivit en utredning om avbrotten ur ett försörjningstrygghetsperspektiv, orsakades de inte av felaktiga dimensioneringskriterier, utan av belastningen i systemet. När kriterierna kom till utnyttjades nätet inte med mer än femtio procent av sin förmåga. Vad som hänt sedan dess är att mängderna el och längderna som denna transporteras ökat flerfald, till följd av det alltmer avreglerade och internationaliserade systemet. Detta får konsekvenser på N-1-kriteriet såtillvida att livslängderna på de ingående komponenterna drastiskt förkortats när de körts hårdare än de byggts för. En iakttagelse som Kärrmarck menar styrker denna iakttagelse är att de stora summor för löpande underhåll som investerats för att förnya nätet faktiskt har fått stora positiva följdverkningar för antalet avbrott och avbrottstiderna.¹⁹⁹

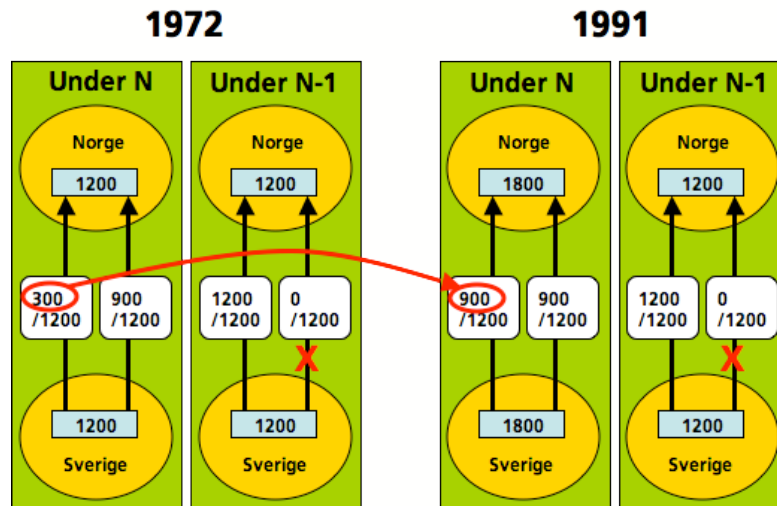
Ett exempel på en förändring som har medverkat till en allt högre belastning, är den revidering av de nordiska dimensioneringsregler som skedde i skarven mellan åttio- och nittioalet. Till viss del tillkom denna revidering till följd av Hamra, men framför allt berodde den på att internationella samarbeten gjort det möjligt att tekniskt åstadkomma ett bättre kapacitetsutnyttjande av näten. Med ett nytänkande inom

¹⁹⁷ Intervju Källstrand, 2008-05-14

¹⁹⁸ Flaskhalsintäkter uppkommer till följd av skiftningar i pris mellan prisområdena i Norden, vilka uppkommer på grund av kapacitetsvariationer. De överföringar som görs i sådana situationer innebär omfattande vinster = flaskhalsintäkter. (Intervju Källstrand, 2008-05-14)

¹⁹⁹ Intervju Kärrmarck, 2007-10-27

systemskyddsområdet var syftet att man skulle kunna använda stamnätet på ett mer effektivt sätt och köra det närmare sina gränser. Efter revideringen gav N-1-kriteriet fortsatt upphov till samma redundans. Men de nya reglerna medgav ett större kapacitetsutnyttjande och därmed större slitage under körning. Strategin gick ut på att lokalt koppla bort last om en komponent skulle falla bort (siffror i MW):



Figur 7: jämförelse mellan de nordiska dimensioneringsreglerna 1972 och 1991

I exemplet tillåter varje förbindelse en maximal överföring på 1200MW, vilket enligt 1972 års kriterier medger ett femtioprocentigt utnyttjande ($300+900 = 1200 =$ hälften av 2400). Den vänstra förbindelsen ska klara av bådass last när den högra löser ut. Enligt 1991 års regler går den vänstra förbindelsen att köra med trefaldigt stor last tack vare ett signalsystem som informerar den svenska noden att den lokalt måste koppla bort 600MW när och utifall N-1 inträffar.²⁰⁰ Systemet körs närmare sin gräns och är mer kritiskt än vad N-1 tillåter ($900+900 = 1800 = 3/4$ av 2400) jämfört med ($1200 = 1/2$ av 2400). Fördelarna är uppenbara då de möjliggör högre laster, samtidigt som detta leder till ökat slitage och förkortade livstider på de ingående komponenterna.

En anledning till att det ökade slitaget är problematiskt är enligt Stig Göthe att det är svårt att bygga nya nät i Sverige. Detta får till följd att tiden det tar att ersätta alltmer slitna ledningar kommer att bli längre än vad man tänkt sig. Det är länge sedan som nätexpansionseran var till ända, och det är därför ett problem att planeringen fortfarande lever i tron att det går att bygga kraftledningar på fem år. Sedan dess det begav sig har därtill nya miljöregler tillkommit samtidigt som kraftledningar fortfarande medför stora ingrepp i naturen. Detta är enligt Göthe en allvarlig fråga som borde ägnas mer uppmärksamhet i arbetet med försörjningstryggheten idag.²⁰¹

Den ännu olösta effektproblematiken och det ökade kapacitetsutnyttjandet är två faktorer som tecknar en bild av hur arbetet med försörjningstryggheten leder till en situation där "färre men värre"-scenariot utsätts för hårdare prövningar. Alla de satsningar som gjorts på robustheten motverkas av de mindre säkerhetsmarginalerna. När risken för störningar blir troligare på grund av systemförändringar som motverkar de investeringar som gjorts i ökad robusthet, blir behovet av hög resiliens nödvändigt.

²⁰⁰ Intervju Holmberg, 2008-05-26

²⁰¹ Intervju Göthe, 2007-10-25

16. Diskussion: ökat resiliensfokus?

Vid sidan av effektproblematiken och det ökade kapacitetsutnyttjandet finns det åtminstone en faktor till som bidrar till "färre men värre"-scenariot, nämligen den ökade systemkomplexiteten. Detta kapitel börjar med en beskrivning av denna, för att sedan gå vidare till ett argumenterat stycke om att det möjligen finns anledning att öka fokuset på resiliensen i arbetet med försörjningstryggheten, och att se till att vunna erfarenheter på resiliensområdet görs beständiga i organisationen.

16.1 Robusthetsfokuset och den ökade komplexiteten

De störstörningar som drabbat det svenska elsystemet har fått sina största försörjningstrygghetskonsekvenser i form av olika åtgärder för att öka systemets robusthet. Under den tid då produktionsproblematiken var som mest betydande, tog sig detta uttryck i fler och större kraftverk följt av fler och säkrare ledningar. När sedan tiden av utbyggnad var till ända, ökade fokuset på åtgärder för att förstärka överföringarna i takt med att transmissionsproblematiken blev den mest betydande. Gemensamt för dessa två perioder har varit strategin att förhindra liknande störstörningar från att inträffa igen, vilket har lett till allehanda robusthetsåtgärder. Sett till elavbrottsstatistiken har denna strategi varit lyckosam. Samtidigt är faktumet att Horred-incidenten kunde inträffa trots erfarenheterna från Hamra är ett exempel på motsatsen.

Ett robust system har av naturliga skäl mindre erfarenhet av att hantera störstörningar eftersom dessa inträffar mer sällan. Omvänt så medför ett mindre robust system att förmågan att hantera störningar blir större. Ett tydligt exempel på detta omvänt proportionella förhållande mellan robusthet och resiliens är hur de så pass liknande händelserna som störningarna i Hamra och Horred fick likartade konsekvenser trots att det hunnit gå tjugo år mellan tillfällena. Det finns också exempel på det omvända, såsom exempelvis hur organisationsförändringen och datasystemet från torråren 1969/70 används förtjänstfullt under oljekrisen tre år senare.

Samtidigt finns det på senare tid en tendens till att resiliensen inte ökar trots att händelser inträffar med korta mellanrum. Ta exemplet med datasystemet SUSIE som infördes i samband med blötsnöövädren kring millennieskiftet men som inte hinner implementeras och förankras i organisationen på de tre år som hinner gå till dess att Horred inträffar. På liknande sätt fungerar inte de lokala ö-driftsstrategier som diskuteras efter Horred i samband med Gudrun två år senare. Att fler svanar på kort tid leder till snabbt implementerade lärdomar och erfarenheter och därmed också en ökad resiliens, är därmed inte alltid sant. Det är värt att fundera över vad den ökade komplexiteten gör med elsystemets förmåga att få försörjningstrygghetsåtgärder att fungera på kort tid. Skapar denna ökade komplexitet hinder för överföringen av erfarenheter från en störning till en annan? Är det den ökade komplexiteten som gör att SUSIE tre år efter det implementerades inte fungerade lika tillfredsställande som det datasystem som installerades 1969/70? Om dessa frågor går att svara ja på, är det ett argument för ett ökat fokus på resiliensfrågor.

Naturligtvis är själva komplexiteten i sig också en bidragande orsak till att konsekvenserna av en störning blir större än de var i ett enklare system. Ett exempel

är den ökade övervakningen och fjärrkontrollen av systemet som inte fungerar som den ska under återuppbyggnaden i fallet Horred. Dessutom tar det lika lång tid att återställa driften som det gjorde för tjugo år sen i samband med Hamra, trots att det drabbade området nu är mindre. Denna ökade komplexitet har förts in i systemet parallellt med att den övergripande strategin varit att hela tiden öka robustheten. Samtidigt som detta har förbättrat försörjningstryggheten på många sätt har det också förändrat förutsättningarna för arbetet med störningar.

Den ökade komplexiteten (som gör återuppbyggnadsarbetet mer tidskrävande och skapar svårigheter att implementera nyvunna erfarenheter), den ökade robustheten (som i många fall påverkar resiliensen negativt), de minskade säkerhetsmarginalerna (i form av minskad effektreserv) och det ökade kapacitetsutnyttjandet (som leder till att systemet körs hårdare), är betydande faktorer i *ett skifte bort från ett mönster där kriser leder till förändringar i systemet, till ett där förändringar i systemet leder till kriser*. Vi är alltså själva i allt högre grad orsaken till att störningar inträffar (även om de är färre) och att de får större konsekvenser. Den ständigt förbättrade robustheten tycks ha fått till följd att resiliensen minskat eftersom tiden att återställa drift har ökat när avbrottet väl varit framme. Utifrån denna insikt torde en förändrad prioriteringsordning i arbetet med försörjningstrygghet kunna formuleras.

Om det allt komplexare elsystemet ska köras avreglerat, närmare sin kapacitet och sina säkerhetsmarginaler, behövs det ett kompletterande och ökat resiliensfokus.

16.2 En strategi för kriser skapade av förändringar i systemet

Hur mycket man än försöker går det inte att bygga bort problemet med oförutsedda händelser i ett elsystem. Ett 100% tillförlitligt nät är inte uppnåeligt och 100% robusthet är en omöjlighet. Eftersom störningar är en del av elsystemets inneboende natur vore det bättre att använda resurserna till att förbättra förmågan att hantera kriser, snarare än att försöka bygga bort dessa med förstärkningar och utbyggnader. Så går argumentationen som Åsa Fritzon, Kristin Ljungkvist, Arjen Boin och Mark Rhinard för i sitt paper "Protecting Europe's Critical Infrastructures: Problems and Prospects". Där har de noterat att man på EU-nivå tillämpar samma strategier som i Sverige, vilket riskerar att få ödesdigra konsekvenser:

*"Today's vital systems are too complex, and too vulnerable to a wide array of threats, to build absolute robustness with any confidence. Another approach suggests a complementing focus on resilience, ensuring that inevitable breakdowns will be as shortlived as possible."*²⁰²

Med ett tydligare fokus på resiliens skulle "färre men värre"-mönstret kunna kompletteras och utvecklas mot ett "färre och smärre"-scenario.

I arbetet med den svenska försörjningstryggheten tyder de ständiga problemen med informationshanteringen och kommunikationerna vid störningar på att resiliensen inte har tillmätts samma betydelse som robustheten. Problem finns där under de tidiga torråren och oljekrisen (1969-73), de finns såväl vid Hamra (1983), som

²⁰²Fritzon, Ljungkvist, Boin & Rhinard s.39

blötsnöovädren (2000) och vid Horred (2003), och de finns där absolut i samband med Gudrun (2005). Dessutom sker löpande förändringar mellan storstörningarna som försämrar resiliensen, vilket gäller för exempelvis de regler tekniska åtgärder som ledde till besparingar i värdefull personal under sjuttioalet och de utlokaliserade kundcentra som saknade lokal information i samband med Gudrun. På samma sätt kan vi se hur husturbindrift och ödrift återigen blir aktualiserade frågor i samband med Horred. Trots att de uppmärksammades för tjugo år efter Hamra, har problemen inte åtgärdats sedan dess. Dessa exempel tycks ge den omprioritering som Fritzon, Ljungkvist, Boin och Rhinard förespråkar rätt.

Ett indicium till att arbetet med resiliensen i elsystemet inte har prioriterats är att den övergripande strategin för återuppbyggnad efter storstörningar inte har förändrats. Denna har alltid börjat med att fastställa den primära felorsaken för att därefter sträva efter att minska sannolikheterna för att denna ska upprepa sig. Att fokus legat på att öka robustheten är med detta i åtanke föga underligt, samtidigt som det bäddar för att lämpliga resiliensåtgärder prioriteras ned. När arbetet efter Horred ser likadant ut som det gjorde i Hamra-fallet, så är chanserna att morgondagens motsvarighet till dessa två frånskiljarutlösta storstörningar kommer att förebyggas inte tillräckliga. Detta talar för ett utökat resiliensfokus.

En ytterligare aspekt som kommer att inverka på morgondagens elsystem är de klimatförändringar som kommer att sätta elsystemet på större och mer varierande prov. Det är inte alls säkert att den robusthet som byggts in i nätet är den bästa för att motverka dessa nya typer av oväntade händelser. I detta sammanhang är det värt att dra sig till minnes att Sverige drabbades av en isstorm så sent som 1921. Om denna inträffat idag skulle den åstadkommit en avsevärt värre förödelse än vad Gudrun mäktade med 2005. Möjligheterna finns att extrem väderlek i klass med Gudrun blir vanligare framöver och att sannolikheterna för exempelvis en isbarkstorm därmed inte längre är försumbara. Istället kommer både det väntat oväntades (de grå svanarna) som de oväntat oväntades (de svarta svanarna) domäner att därmed bli allt större, och med dom också svårigheterna att skapa ett tillförlitligt system. Att därför istället ägna ökad uppmärksamhet åt scenarieträning, krishanteringsövningar och en organisation och systemkontroll som fokuserar på systemets resiliens, framstår som ett rimligt alternativ. Om det därtill vore möjligt att nå en utbredd acceptans kring att storstörningar är oundvikliga och att det därför är värt att satsa mer på resiliens snarare än robusthet, vore det en framgång. Särskilt som detta troligtvis är ett scenario vi måste lära oss att leva med om vi dessutom ska kunna gå över till en kraftproduktion med allt mindre av fossila bränslen.

Ett system som genom systemförändringar medverkar till att skapa sina egna kriser, borde rimligen satsa mer på resiliensåtgärder för att kunna möta de klimatförändringar och den omställning till förnybar el som kommer att ställa allt högre krav på försörjningstryggheten.

17. Diskussion: formativa moment och deras betydelse?

Vi återvänder härmed till en av examensarbetets huvudsakliga frågeställningar och ambitionen att ge en generaliserad bild av det handlingsutrymme som skapas till följd av att systemet sätts ur spel och visar sig opålitligt. Ett par generella beskrivningar kan hämtas från några av examensarbetets respondenter:

Samtidigt initierar sådana här händelser också en mängd teknisk utveckling.²⁰³

Ärligt talat tror jag att det är ganska nyttigt för såväl Svenska Kraftnät som övriga elföretag att man drabbas av både störningar och massmediala vredesutbrott. Se bara vilken fart det blev på förbättringarna i lokalnäten efter Gudrun.²⁰⁴

Enligt min uppfattning får en storstörning konsekvenser ett eller två år framåt i tiden men sen är man tillbaka till det traditionella arbetet igen. Den finns i bakhuvudet naturligtvis, om man vet konsekvensen av en störning tänker man efter en gång extra.²⁰⁵

Dessa citat understryker de exempel som tagits upp i examensarbetet och beskriver ett utrymme som liknar det som statsvetaren Bo Rothstein kallar formativa moment, och som han använder för att beskriva politiska systems utveckling. När ett tillräckligt antal osäkra parametrar infinner sig vid samma tidpunkt, öppnar sig möjligheterna till att omförhandla och förändra ett systems struktur, värderingar och arbetssätt.²⁰⁶ Överfört till elsystemet innebär en storstörning i det närmaste en garant för att ett formativt moment, uppenbarar sig. De formativa momenten i elsystemen medger tillfällena att omsätta de lösningar som identifieras av den löpande tekniska utvecklingen och kunskapsuppbyggandet i konkreta åtgärder för att förbättra systemets försörjningstrygghet. Storstörningarna utgör med andra ord en betydande del i utvecklingen av försörjningstryggheten.

Vilka typer av åtgärder är det då som har implementerats till följd av de storstörningar som tas upp i detta examensarbete? Nedan kategoriseras dessa i tekniska, organisatoriska samt politiska åtgärder.

17.1 Teknisk utveckling

De storstörningar som beskrivits i detta examensarbete ger upphov till en mängd tekniska förbättringar i systemet. Även om en del av dem är av resilienskaraktär, såsom exempelvis SUSIE och de datasystem som infördes efter de dubbla torråren samt samkörningsutbyggnaderna, så överväger de som ökar systemets robusthet. Till dessa kan räknas högspänningsledning, kabelfieringen, utvecklingen av fränkiljare och

²⁰³ Intervju Källstrand, 2008-05-14

²⁰⁴ Intervju Pärnerteg, 2007-11-27

²⁰⁵ Intervju A. Lundberg, 2007-11-22

²⁰⁶ Rothstein s.17ff

hängkablar, förbättrade brytare, effektökningar, förbättrade möjligheter till husturbindrift och utökad produktion. Storstörningarna tycks alltså vara en katalysator för teknisk utveckling i elsystemet.

Det problematiska med detta har behandlats tidigare, robusthetsåtgärder som införs i form av förbättrad teknik är förknippade med ett ökat elberoende i samhället. Dessutom står en del robusthetsåtgärder i omvänt proportionellt förhållande till resiliensen i systemet, vilket leder till det "färre men värre"-scenario som beskrivit i kapitel 16. Annan teknisk utveckling har möjliggjort den hårdare körning av nätet och de tajtare säkerhetsmarginaler som uppkommer till följd av ett ökat kapacitetsutnyttjande. På detta sätt har de tekniska åtgärder som implementerats varit delaktiga till skiftet bort från det mönster där kriser leder till förändringar i systemet, till ett där förändringar i systemet leder till en ökad sårbarhet och risk för kriser.

17.2 Organisatoriska förändringar

Ett par exempel på att störstörningar är en katalysator för organisatoriska förändringar är att SERN var en konsekvens av torråren 1969/70, att de pengar som öronmärktes till omläggningen till fredskrisplaner kom till som följd av Hamra och att IEA som organisation härstammade ur oljekrisen.

En komprometterande iakttagelse är att kostnadseffektiviseringar under perioderna mellan störstörningar gör att organisationen som ansvarar för resiliensen får problem när dessa väl inträffar. Nära nog samtliga störstörningar följs av bristande organisatorisk uppbackning för att hantera de ökade mängderna information och kommunikation som uppkommer i en krissituation. Problemen är därtill flerfacetterade. Kommunikationerna brister inte bara gentemot media, nyhetsbyråer och allmänheten, utan också internt. Här finns ett tydligt prioriteringsproblem som borde ägnas mer uppmärksamhet. Samtidigt har ett flertal tekniska åtgärder haft omfattande följdverkningar för hur organisationen av elsystemet har utvecklats. Detta gäller till exempel kablifyningen som minskar nödvändigheten av löpande underhåll, men också de system som under sjuttioalet byggdes in i för att hantera det expanderande systemet och som fasade ut möjligheten till ödrift och driftpersonal ur systemet. Här anas ett förhållande mellan tekniska åtgärder och organisatoriska förändringar, där tekniska robusthetsåtgärder får konsekvenser för hur resiliensen organiseras.

17.3 Politiskt engagemang och lagstiftning

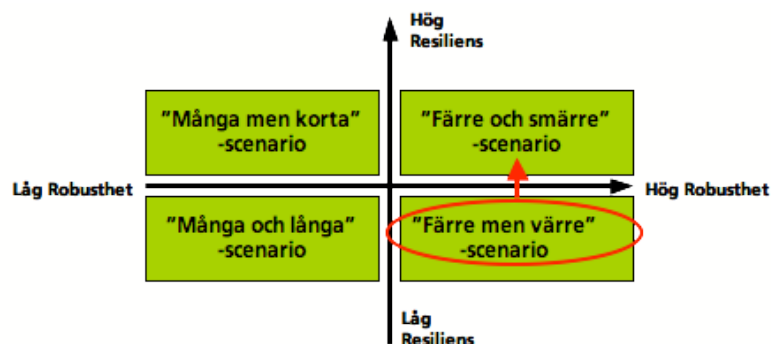
Ett ytterligare kännetecken för de formativa momenten i störstörningarnas kölvatten är hur den politiska sfären engagerar sig i elsystemet. Vanligtvis är intresset ljust, men när en störstörning väl inträffar ökar det politiska trycket samtidigt som en omfattande omförhandling äger rum. Traditionellt sett har detta utrymme gynnat initiativ från branschen. Vid torråren 1969/70 drevs lagförändringar igenom på ett sätt som stärkte branschens befogenheter att reglera förbrukningen. Hamra innebar att den segdragna processen kring den nya 800kv-ledningen löste upp sig och att denna slutligen byggdes. Branschen fick efter Hamra öronmärkta pengar till beredskapsändamål för första gången. Det politiska engagemanget i samband störstörningar har underlättat för investeringar i försörjningstrygghetsåtgärder. Den vanligt förekommande inställningen att störstörningar är oacceptabla har bidragit till att investeringar i ökad robusthet blivit

en framgångsrik strategi.

Efter Gudrun instiftas lagen om avbrottsersättning efter tolv timmar som tar resiliensen som utgångspunkt. Här utgår man inte från någon nollvision beträffande antalet avbrott utan istället från att de avbrott som inträffar ska få begränsade konsekvenser. Detta kan ses som ett uttryck för ett politiskt nytänkande och ett tänkbart styrmedel för att åstadkomma det skifte mot förbättrad resiliens som förespråkas i kapitel 16. Att den stora branschinsatsen efter Gudrun varit omfattande kablifiering för att förbättra robustheten, kan därmed komma att visa sig vara en ekonomisk felsatsning eftersom den förlänger avbrottstiderna.

17.4 Hur skulle ett ökat resiliensfokus påverka dessa formativa moment?

Ett framgångsrikt resiliensfokus skulle kunna komplettera de strategier som lett till ett "färre men värre"-scenario och åstadkomma incitament till en "färre och smärre"-strategi.

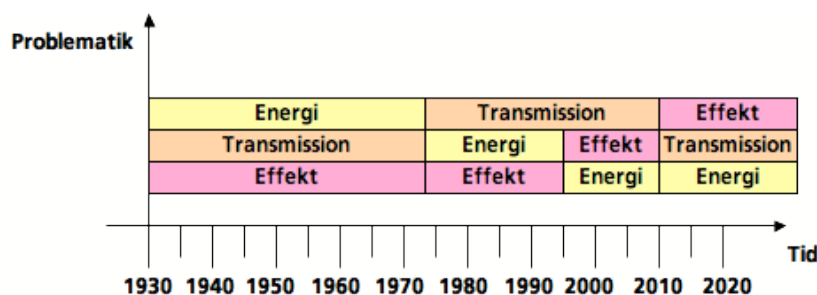


Figur 8: Principskiss över hur robusthet och resiliens samverkar och leder till olika scenarier

Ekonomiskt skulle en sån strategi kunna motiveras av de allt osäkrare förutsättningar som vi står inför med klimatförändringar och alltmer extrema väderlekar. Bortsett från isbarkstormen 1921 har det svenska elsystemet varit förskonat från faktiska störningar under extremt kalla vinterdagar. Drar vi oss till minnes hur vintrarna sett ut och att Hamra och Horred inträffade vid fördelaktiga tidpunkter sett till exempelvis industrins förbrukning, så har systemet under omständigheterna haft turen med sig hitintills. Att erkänna den tekniska utvecklingens begränsningar att garantera försörjningstrygghet är något som de flesta av respondenterna i detta arbete går med på. Men att lägga större vikt vid att hantera storstörningar när de väl inträffar istället för att primärt försöka motverka att de över huvudtaget inträffar, tycks vara en helt annan sak. De händelseförlopp som beskrivits i detta examensarbete baseras på störningar med stora och vittgående konsekvenser. Om dessa konsekvenser minskade tack vare en systemorganisation med väl fungerande resiliens skulle inte handlingsutrymmet i störningarnas efterföljd bli lika stort. Acceptansen inför att elavbrott inträffar skulle då kompenseras av att dessa i högre utsträckning vore kortare.

18. Faserna i arbetet med försörjningstryggheten

Avslutningsvis ska så frågan om vilka faser som går att härleda i arbetet med försörjningstryggheten i det svenska elsystemet få ett svar. I arbetet har tre övergripande problematiker härletts vilka var och en för sig gett upphov till en viss sorts åtgärder för att förbättra systemets robusthet och resiliens. Avsikten med tidslinjen nedan är att skissera prioriteringsordningen mellan olika sorters problematik.



Figur 9: Tänkbar översikt över försörjningstrygghetsarbetets övergripande faser

Ett elsystem kan ur försörjningstrygghetssynpunkt delas in i tre huvudsakliga problemområden: klarar systemet att generera tillräckligt mycket energi under hela året (finns det tillräckligt med kraft i vattenmagasinen för att klara oss till vårfloden och/eller körtillstånd för kärnkraftverken), är transmissionen tillräckligt stabil (är näten tillräckligt robusta/redundanta/resilienta för att hantera inre och yttre störningar) samt effektgenerering (klarar systemet av att hantera topplasten/peak load en ovanligt kall vintermorgon). Översiktligt kan arbetet med försörjningstryggheten delas in i faser enligt figuren ovan, då olika åtgärder har prioriterats olika mycket. De som prioriterats högst vid de olika tidpunkterna representeras överst i grafen.

Under den expansiva vattenkraftsepoken var energibristen det övergripande problemet på grund av de torrår som var vanligt förekommande under perioden. Transmissionen prioriterades då högre än effekten eftersom denna aktualiserades av en mängd oväder under perioden. I och med kärnkraftsutbyggnaden avtar energiproblematikens betydelse och försörjningstrygghetsarbetet gick in i en mer vårdande fas av ökad robusthet i nätet, med större kontroll och fokus på transmissionen. Problemen med denna aktualiserades med jämna mellanrum i form av Hamra, blötsnöväderna, Horred och Gudrun. Den effektproblematik som respondent Bo Källstrand sedan talar om ses i diagrammet vara under uppsegling alltsedan dess att avregleringen genomfördes 1996. Tar man fasta på Källstrands ord hamnar effekten i centrum framöver beroende på de effektrekord som nyligen slagits och ovissheten om ansvaret för effektreserven.

I det svenska systemet är numera energiproblematiken enklare att hantera än effektproblematiken, eftersom den fortfarande kan hanteras med hjälp av reglerande vattenkraften och goda samkörningsförbindelser. Effektproblemen är å andra sidan momentana och uppkommer då konsumtionen ökar en kall vintervardag. I tider av alltmer oförutsägbart väder och med ett system som körs närmare sina gränser och saknar marknadsmekanism för långsiktig hantering av elbristproblematiken, kommer effekt och transmission att vara knepigare frågor att hantera än energin. Där är också utsattheten för oförutsedda händelser som mest betydande.

19. Referenser

19.1 Litteratur, artiklar och rapporter

- AerotechTelub, *Möjligheter att hantera elenergibrist*, Eskilstuna 2005
- Barck-Holst, Svante, *Nationellt säkerhetsarbete inom samhällsviktig infrastruktur*, Stockholm 2005
- Beredskapsnämnden för psykologiskt försvar, *Informationen vid det stora strömavbrottet – en studie av nyhetsutbredning i en krissituation*, Stockholm 1984
- CDL, *Elförsörjningen under 1970-talet*, Stockholm 1967
- Dooley, J J, "Unintended consequences: energy R&D in a deregulated market" i *Energy Policy* 1998:7
- Energikommissionen, *Omställning av energisystemet SOU1995:139*, Stockholm 1995
- Energimyndigheten (1), *Hur trygg är vår energiförsörjning?*, Eskilstuna 2007
- Energimyndigheten (2), *Konsekvenser av elavbrottet i Sydsverige den 23 september 2003*, Eskilstuna 2004
- Energimyndigheten (3), *Slutsatser av elavbrotten 2003 samt redovisning av pågående arbete för ökad säkerhet och beredskap inom elförsörjningen*, Eskilstuna 2004
- Energimyndigheten (4), *Stormen Gudrun – vad kan vi lära av naturkatastrofen 2005?*, Eskilstuna 2006
- Fritzon, Åsa, Ljungkvist, Kristin, Boin, Arjen och Rhinard, Mark, "Protecting Europe's Critical Infrastructures: Problems and Prospects", i *Journal of Contingencies and Crisis Management* 2007:1
- Granström, Torbjörn, *Elförsörjningen – i energidebattens centrum*, Stockholm 1982
- Högselius, Per & Kaijser, Arne, *När folkhemselen blev internationell*, Stockholm 2007
- Kaijser, Arne, *I fädrens spår*, Stockholm 1994
- Kaijser, Arne, "Trans-border integration of electricity and gas in the Nordic countries, 1915-1992", i *Polhem – tidskrift för teknikhistoria* 1997:1
- Kommissionen om elförsörjningens sårbarhet, *Säker elförsörjning*, Stockholm 1984
- Kärrmarck, Urban (1), *Individens överlevnad och samhällets fortbestånd under kriser och i krig*, Eskilstuna
- Kärrmarck, Urban (2), *Läget på den Nordeuropeiska elmarknaden – ett försök till en problemorienterad analys*, Eskilstuna 2001
- Ljungdahl, K-G., *Bränsle och kraft – orientering rörande Sveriges energiförsörjning*, Stockholm 1951
- Lund, Robert, *Svensk elhistoria*, Stockholm 1988
- Lundberg, Lennart, "Den nordiska elmarknaden – ett exempel på praktiskt fungerande nordiskt samarbete", i *Nordisk tidskrift* 1991:4
- Lundgren, Lars, *Energipolitik i Sverige 1890-1975*, Stockholm 1978
- Nordel, *Nordel 25år 1963-1988*, Oslo 1988
- Palm, Jenny, *Makten över energin – policyprocesser i två kommuner 1977-2001*, Linköping 2004
- Reaktorsäkerhetsutredningen, *Säker kärnkraft? SOU 1979:86*, Stockholm 1979
- Rothstein, Bo, *Den korporativa staten*, Stockholm 1992
- Statens energiverk, *Elavbrott: åtgärder för att förebygga elavbrott i fred och begränsa dess*

konsekvenser, Stockholm 1986

- Svenska kraftnät (1), *Elavbrottet 23 september 2003 – händelser och åtgärder*, Vällingby 2003
- Svenska kraftnät (2), *Risk och sårbarhetsanalyser inom Svenska kraftnät*, Vällingby 2006
- Taleb, Nicholas, *The Black Swan – The impact of the highly improbable*, New York 2007
- Upmark, Erik, "Kraftsituationen" i *Svenska vattenkraftföreningens publikationer* 1947:8
- Vattenfalls störningskommission, *Elavbrottet den 27 december 1983*, Stockholm 1984

19.2 Tryckta källor

- CDL årsberättelse, 1955/56
- CDL årsberättelse, 1959/60
- CDL årsberättelse, 1969/70
- CDL årsberättelse, 1973/74
- Nordel årsberättelse, 1967
- Nordel årsberättelse, 1970
- Svenska vattenkraftföreningens trettioåttende ordinarie årsmöte, 1948
- Tidningen el 1948:4
- Tidningen el 1960:1

19.3 Internet

- Energimyndigheten (5), *Uppföljning av elbranschens satsningar för att minska elnätens känslighet för snöoväder och liknande förhållanden*,
[http://www.swedishenergyagency.se/infobank/remisser.nsf/0/797F62C8A54C5BE1C1256D2600487CB4/\\$file/00-03-19DD.doc](http://www.swedishenergyagency.se/infobank/remisser.nsf/0/797F62C8A54C5BE1C1256D2600487CB4/$file/00-03-19DD.doc) 2009-01-19
- Mathé, *Snart kommer något oförutsägbart att inträffa*,
http://www.svd.se/kulturnoje/understrecket/artikel_1337033.svd, 2009-01-21
- Muld, Andres, *Blackout inlaga*,
[http://www.swedishenergyagency.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET32_04.pdf/\\$FILE/ET32_04.pdf?OpenElement](http://www.swedishenergyagency.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ET32_04.pdf/$FILE/ET32_04.pdf?OpenElement), 2009-01-19
- Nationalencyklopedin 'Oljekris', <http://www.ne.se/artikel/275497>, 2009-01-19
- RiskNet/FOI, *Störningar i elförsörjningen*, www.risknet.foi.se/el/fakta.htm, 2009-01-19
- Svenska kraftnät (3), *Ett robust elförsörjningssystem*,
www.svk.se/Global/01_Om_oss/Pdf/Rapporter/Robustel.pdf, 2009-01-19

19.4 Intervjuer

- Göthe, Stig, 2007-10-25
- Holmberg, Dag, 2008-05-26
- Källstrand, Bo, 2008-05-14
- Kärrmarck, Urban, 2007-10-17
- Lundberg, Allan, 2007-11-22
- Lundberg, Lennart, 2007-11-26
- Lundberg, Lennart, 2008-07-10 (email-intervju)
- Lundell, Patrik, 2007-11-28 (email-intervju)
- Pärnerteg, Folke, 2007-11-27 (email-intervju)
- Pärnerteg, Folke, 2007-11-28 (email-intervju)