

FFI RAPPORT

EN SÅRBAR KRAFTFORSYNING - Sluttrappert etter BAS3

FRIDHEIM Håvard, HAGEN Janne, HENRIKSEN Stein

FFI/RAPPORT-2001/02381

FFISYS/769/204.0 DSB

Godkjent
Kjeller 3 mai 2001

Jan Erik Torp
Forskningsjef

**EN SÅRBAR KRAFTFORSYNING -
Sluttrapport etter BAS3**

FRIDHEIM Håvard, HAGEN Janne, HENRIKSEN Stein

FFI/RAPPORT-2001/02381

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge

P O BOX 25
 NO-2027 KJELLER, NORWAY
REPORT DOCUMENTATION PAGE

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2001/02381	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 29
1a) PROJECT REFERENCE FFISYS/769/204.0 DSB	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE EN SÅRBAR KRAFTFORSYNING - Sluttrapport etter BAS3 A VULNERABLE ELECTRIC POWER SUPPLY - Final report from BAS3		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) FRIDHEIM Håvard, HAGEN Janne, HENRIKSEN Stein		
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)		
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH: IN NORWEGIAN:		
a) <u>Electric Power Supply</u>	a) <u>Kraftforsyning</u>	
b) <u>Vulnerability</u>	b) <u>Sårbarhet</u>	
c) <u>Measures</u>	c) <u>Tiltak</u>	
d) <u>Impacts</u>	d) <u>Konsekvenser</u>	
e) <u>Power Blackout</u>	e) <u>Kraftbrudd</u>	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT This report presents a short overview of the results from the FFI project "Protection of the Society 3/Measures to Reduce Vulnerabilities in the Electric Power Supply" (BAS3). The main goals of the project were to identify critical vulnerabilities in the national electric power system, to clarify impacts of power blackouts, and to evaluate various measures to reduce vulnerabilities and impacts. As a result of the project, FFI recommends various measures to reduce critical vulnerabilities in the present-day and future electric power supply. This is based on cost-efficiency evaluations of several technical and organisational measures. The recommendation is discussed in this report, based on a description of the most important trends towards increasing vulnerability in the power system and greater dependency on uninterrupted power supply.		
9) DATE 3 May 2001	AUTHORIZED BY This page only Jan Erik Torp	POSITION Director of Research

ISBN 82-464-0504-7

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

INNHold

	Side	
1	SAMMENDRAG	7
2	INNLEDNING	7
3	SAMFUNNETS AVHENGIGHET AV ELEKTRISK STRØM	8
3.1	Norges generelle avhengighet av elektrisitet	8
3.2	Erfaringer fra langvarige kraftutfall de siste årene	9
3.2.1	Utkoblinger i inntil én uke	9
3.2.2	Utkoblinger i inntil én måned	11
3.2.3	Utkoblinger i over én måned	11
3.3	Oppsummering	12
4	ET TRUSSELBILDE I UTVIKLING	12
5	SÅRBARHETEN I NORSK KRAFTFORSYNING	13
5.1	Sårbarhet i norsk kraftforsyning	14
5.1.1	Sårbarhet i fysisk infrastruktur	14
5.1.2	Sårbarhet i drifts- og styringssystemer	15
5.1.3	Sårbarhet som følge av handelssystemet	16
5.2	En utvikling mot økt sårbarhet	16
5.2.1	Deregulering, effektiviseringsjag og redusert robusthet	16
5.2.2	Internasjonalisering	17
5.2.3	Mangel på personell og kompetanse	18
5.2.4	IKT-avhengigheten eksploderer	19
5.3	Oppsummering av sårbarheten i norsk kraftforsyning	19
6	HVA BØR SAMFUNNET GJØRE?	19
6.1	Dagens beredskap må få en annen innretning og et løft	20
6.2	Dagens beredskapsregelverk må oppdateres og forenkles	20
6.3	Finansiering av beredskapstiltak	21
7	STRATEGIER FOR REDUSERT SÅRBARHET	21
8	ANBEFALING	23
	LITTERATUR	25
	Fordelingsliste	26

EN SÅRBAR KRAFTFORSYNING - Sluttrapport etter BAS3

1 SAMMENDRAG

Kraftforsyningen er sårbar både overfor fysiske påkjenninger og angrep mot sine informasjonssystemer. Som følge av økende IKT¹-avhengighet, knapphet på personell, effektivisering og internasjonalisering vil denne sårbarheten øke i fremtiden. Samfunnets kritiske avhengighet av stabil kraftforsyning, samt et fremtidig usikkert trusselbilde, tilsier derfor at det bør iverksettes sårbarhetsreduserende tiltak for å snu denne utviklingen. Konsekvensene for samfunnet er store ved langvarig strømbortfall, og selv ved kortvarig svikt stopper mange samfunnsfunksjoner opp.

FFI anbefaler at kraftforsyningen sikres gjennom tiltak som reduserer de mest utpregede sårbarhetene overfor målrettede anslag. Dette inkluderer sikring av IKT-systemer, satsing på personell og kompetanse og bedre reetablerings- og reparasjonsmuligheter. Viktige objekter bør sikres ved overvåking, og en kritisk driftssentral anbefales lagt i fjell. Disse tiltakene er kostnadsberegnet til ca 750 millioner kroner fordelt over 10 år.

Tiltakene som er nevnt her utgjør et viktig løft som dekker noen grunnleggende svakheter i kraftforsyningen, men de sikrer ikke mot større målrettede aksjoner utført av ressurssterke motstandere. De gir heller ingen infrastrukturinvesteringer som øker leveringssikkerheten i hverdagen. På lengre sikt anbefales det derfor å sikre kraftforsyningen utover det anbefalte nivået, gjennom markedsmessige grep som sikrer nyinvesteringer og investeringer i beredskapstiltak.

2 INNLEDNING

De siste tiårene har det skjedd en dyptgripende utvikling av samfunnet. Utviklingen er blant annet et resultat av teknologiske nyvinninger og økt globalisering av økonomien. Resultatene av dette er en utstrakt spesialisering og sentralisering av virksomheter, økende avhengighet av internasjonale markeder og en samfunnsstruktur fundamentert på elektronisk utveksling av informasjon gjennom globale telekommunikasjonssystemer.

Utviklingen har gitt økt materiell velstand, men den har samtidig gjort samfunnet vesentlig mer sårbart. Sentrale funksjoner i samfunnet kan lammes med enkle virkemidler, også uten at landenes fysiske grenser krenkes. Dette representerer en ny type trussel mot vår suverenitet og sikkerhet, og betyr nye utfordringer for vår beredskapsstenkning.

Det sivile beredskap skal bidra til å gjøre samfunnet mindre sårbart overfor ekstraordinære påkjenninger. Direktoratet for sivilt beredskap (DSB) har derfor gitt Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) i oppdrag å forbedre kunnskapen om samfunnets sårbarhet. Målet er å

¹ Informasjons- og kommunikasjonsteknologi

gi sentrale beslutningstakere bedre bevissthet om sårbarheten i samfunnet, og å peke på kosteffektive tiltak som kan redusere sårbarheten. Dette arbeidet har skjedd i de såkalte BAS-prosjektene (Beskyttelse av samfunnet)

FFIs første BAS-prosjekt pekte på generelle trekk ved samfunnets sårbarhet under et vidt spekter av utfordringer (1). Fire sektorer ble fremhevet som kritiske for samfunnet ut fra risiko- og sårbarhetsvurderinger: Telekommunikasjon, kraftforsyning, transport og ledelse/informasjon. Oppfølgingen av dette arbeidet ble prosjektet ”BAS2 – Sårbarhetsreduserende tiltak innen telekommunikasjon”. Prosjektet studerte offentlig telekommunikasjon, og ga en anbefaling om den fremtidige innretningen av teleberedskapen i Norge (2).

I perioden februar 1999 - mars 2001 ble prosjektet "BAS3 – Sårbarhetsreduserende tiltak i kraftforsyningen" gjennomført². Denne rapporten oppsummerer prosjektresultatene fra BAS3. Rapporten retter fokus mot samfunnets avhengighet av elektrisitet og den sårbarheten som utvikles innen kraftforsyningen i takt med den pågående markedsmessige og teknologiske utviklingen. Det pekes på muligheter som finnes for beskyttelse av kraftforsyningen fremover. Rapporten har en enkel teknisk profil, og er rettet mot ledere og saksbehandlere i beredskapsdepartementer, beredskapsaktører i fylker, kommuner og innen kraftforsyningen samt andre som er interessert i denne problematikken. Det er også skrevet en mer omfattende gradert sluttrapport som beskriver prosjektresultatene i detalj (3).

3 SAMFUNNETS AVHENGIGHET AV ELEKTRISK STRØM

Elektrisitet er blitt en nødvendig forutsetning for bortimot enhver aktivitet i samfunnet. Husholdninger, helsesektoren, primærnæringene og viktig infrastruktur som finans, transport og telekommunikasjon avhenger av elektrisitet for å fungere. Dette kapitlet diskuterer konsekvenser av strømbrydd for samfunnet, med bakgrunn i erfaringer fra langvarige kraftutfall de siste årene (4).

3.1 Norges generelle avhengighet av elektrisitet

Den generelle velstandsøkningen i Norge har ført til økte krav til komfort, tilgang til teknisk utstyr, større og høyere standard på boliger osv. Dette har resultert i et høyere energiforbruk. Endringer i befolkningssammensetning og familiestørrelser bidrar også til dette. Avhengigheten av en stabil kraftforsyning øker også etterhvert som anvendelsen av informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) tiltar. IKT er i dag tatt i bruk i tilnærmet all næringsvirksomhet, og omfanget vil øke etterhvert som nye tjenester introduseres. Totalt bidrar dette til et raskt voksende forbruk av elektrisk kraft i Norge.

De ulike samfunnssektorene i Norge er gjensidig avhengige av hverandre. Dersom én funksjon svikter, får dette konsekvenser for mange andre. Eksempelvis er både telekommunikasjon og elektronisk betalingsformidling kritisk avhengig av strømforsyning, og i tillegg avhengig av

² Oppdragsgivere var Justisdepartementet, Olje- og energidepartementet, Samferdselsdepartementet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Direktoratet for sivilt beredskap.

hverandre. Dette gjør at utfall av strøm får vidtrekkende konsekvenser, og samfunnet vil i praksis stoppe opp ved omfattende svikt i kraftforsyningen.

I Norge avhenger særlig de store byene av stabil kraftforsyning. Dette skyldes husholdningenes avhengighet av elektrisk oppvarming og liten tilgang til alternative fyringsmuligheter. Innnetemperaturen i dårlig isolerte boliger synker raskt i kuldeperioder, og selv en godt isolert blokkleilighet uten oppvarmingsmuligheter vil være nedkjølt innen to døgn dersom utetemperaturen er nær 20 minusgrader. Akutte krisesituasjoner med fare for liv og helse kan ikke utelukkes under slike situasjoner, selv om befolkningen ofte viser stor tilpasningsadferd når nøden er som størst.

Viktige offentlige funksjoner, som f eks store gods- og personterminaler, er ofte lokalisert i byene og avhenger vanligvis av en stabil kraftforsyning. Samme avhengighet gjelder for t-banesystemer og trafikklys. Tett trafikk i byene gjør at selv små forstyrrelser i trafikkreguleringssystemene får vidtgående konsekvenser, og strømbortfall vil i mange tilfeller sterkt begrense transportevnen. Vannforsyning og kloakkanlegg kan også rammes ved lengre strømbortfall dersom det ikke finnes tilstrekkelig nødstrømkapasitet. Svikt i disse systemene i storbyene kan på sikt gi store helsemessige virkninger.

De samme konsekvensene gjelder ved strømbrudd utenfor storbyene, om enn i mindre målestokk. Befolkningen utenfor tettbygde strøk er ofte mer "hardføre" overfor kraftbrudd på grunn av alternative fyringsmuligheter, tettere sosiale bånd i nærmiljøet osv. Enkelte deler av landet har også erfaring med langvarige kraftbortfall, og befolkningen her er mentalt forberedt på at slike situasjoner kan inntreffe.

3.2 Erfaringer fra langvarige kraftutfall de siste årene

En rekke hendelser i utlandet de siste årene demonstrerer samfunnets avhengighet av uforstyrret tilgang på elektrisk kraft. Noen eksempler på dette gis i det følgende.

3.2.1 Utkoblinger i inntil én uke

I januar 1998 mistet 1,4 millioner kunder i Québec (Canada) strømmen etterhvert som området ble rammet av en kraftig isstorm. Kombinasjonen av underkjølt regn og kraftig vind gjorde at infrastrukturen iset ned, og mange kraftlinjer falt som følge av belastningen, som vist i Figur 3.1. Selv om det lyktes kraftselskapet i området å gjenopprette forsyningen til de største brukergruppene innen én uke, opplevde en del kunder strømbrudd i opptil én måned.

I desember 1999 passerte to orkaner over Frankrike, én i nord og én i sør. Totalt mistet 10 millioner mennesker strømmen. Omlag 1 million kunder fikk strømmen igjen dagen etter uværet, mens over en halv million måtte vente inntil 14 dager før strømmen kom tilbake.



Figur 3.1 Nedising av infrastruktur etter isstormen i Canada vinteren 1998.

Noen av de viktigste erfaringene fra disse hendelsene var:

- Det lyktes å gjenopprette strømleveransene til de største brukergruppene innen én uke. Årsaken til dette var en massiv mobilisering i det utsatte området, hvor såvel nasjonale som internasjonale ressurser bidro til å avhjelpe situasjonen.
- Flere personer omkom under hendelsene, men de fleste dødsfallene var ikke direkte relatert til kraftbruddet. Enkelte omkom som følge av kraftige vindkast eller at hus raste sammen. Flere frøs ihjel eller omkom som følge av kullosforgiftning eller brann etter improviserte løsninger for oppvarming.
- Normalt samfunnsliv gikk midlertidig i stå. Økonomien stoppet opp, og folk kom seg ikke på jobb. Det oppstod problemer med oppbevaring og tilberedning av mat, hygiene og tilgang på kontanter. Omlag 10% av befolkningen, i stor grad eldre og uføre, trengte hjelp som følge av kraftbruddet. Primært gjaldt dette innkvartering og pleie.
- Det oppstod store forstyrrelser i tilgangen på arbeidskraft. En av årsakene var at folk holdt seg hjemme for å ta vare på familien i stedet for å gå på jobb.
- Strømbruddene var kostbare, men det oppstod ingen langsiktige nasjonaløkonomiske skadevirkninger.

Selv om det oppstår en momentan kollaps i samfunnet ved kraftbortfall av denne typen, viser hendelsene som er beskrevet over at konsekvensene ikke er særlig langvarige. Etter at krisefasen legger seg kommer samfunnet relativt raskt til hektene igjen. Dette tilsier at utkoblinger på drøyt én uke i en ellers uforstyrret situasjon vil håndteres greit, dersom ressurser mobiliseres nasjonalt og i enkelte tilfeller også internasjonalt.

3.2.2 Utkoblinger i inntil én måned

I februar 1998 falt strømmen i Auckland sentrum ut p g a branner i flere oljekabler. Brannene oppstod p g a manglende kompetanse hos operatørselskapet på drift av eldre oljekabler. Strømforsyningen ble først normalisert etter drøyt én måned, og det måtte foretas sonevise utkoblinger for å unngå et fullstendig sammenbrudd i forsyningen inn til byen. Det ble forsøkt å avhjelpe problemene gjennom en utstrakt bruk av nødstrømsaggregater. Dette strakk forsyningskapasiteten på drivstoff til bristepunktet. Dieselaggregatene ga også store lokale forurensningsproblemer.

Hendelsen i Auckland skiller seg fra de overnevnte eksemplene ved at de langsiktige konsekvensene ble større. Kraftbruddet rammet blant annet finanssenteret i byen. Resultatet var at de største bedriftene flyttet ut av byen, mens mindre bedrifter gikk konkurs. De samfunnsmessige konsekvensene forøvrig var av samme karakter som i Canada og i Frankrike. Problemene ble også her løst gjennom en storstilt mobilisering av nasjonale og internasjonale ressurser.

3.2.3 Utkoblinger i over én måned

I mai 1999 angrep NATO kraftforsyningen i Serbia, og slo ut 70% av strømforsyningen i landet ved bruk av "myke" bomber³ mot koblingsfelt (Figur 3.2) og bombing av transformatorstasjoner. Ødeleggelsene ble vedlikeholdt gjennom gjentatte angrep.



Figur 3.2 "Myke" bomber under NATO-angrepene mot serbisk kraftforsyning våren 1999.

Den viktigste forskjellen mellom denne og de tidligere nevnte hendelsene er typen av påkjenninger mot kraftforsyningen. Mens eksemplene som er nevnt over oppstod som følge av teknisk svikt eller naturpåkjenninger, ble kraftforsyningen i Serbia utsatt for målrettede angrep av en ressurssterk motstander. Motstanderen gjentok også angrepene for å oppnå ønsket effekt over tid.

En annen viktig forskjell er at det ikke var mulig å mobilisere store ressurser for å få reetablert kraftforsyningen. En blanding av vanstyre og dårlig økonomi bidro til at bare 30% av skadene var reparert høsten 2000. Kraftnettet i Serbia er fremdeles ustabil og preget av hyppige strømbrydd, til tross for stor kreativitet og innsatsvilje blant serbisk driftspersonell.

³ "Myke" bomber sprer elektrisk ledende tråder over et stort område. Tidligere utgaver av disse ble kalt grafittbomber. Bombene som ble benyttet i Serbia inneholdt tråder dekket av aluminium, og førte til kortslutninger i elektriske anlegg.

Å identifisere de direkte virkningene av kraftbruddet i Serbia er vanskelig, tatt i betraktning at også andre virksomheter ble rammet. Det har vært spekulert i at Milosevic-regimets fall til en viss grad skyldes den manglende evnen til å få basisfunksjoner som kraftforsyningen på fote igjen. Selv om dette er en påstand med stor grad av usikkerhet, er det liten tvil om at mistilliten vil vokse overfor et politisk regime som ikke er i stand til å sikre befolkningens grunnleggende behov.

3.3 Oppsummering

Norges avhengighet av uforstyrret tilgang på elektrisk kraft øker, som følge av velstandsøkningen og den teknologiske utviklingen. Som følge av dette vil selv kortvarig svikt i kraftforsyningen gi store økonomiske tap, og i et lengre tidsperspektiv øker faren for befolkningens helsetilstand.

Erfaringer viser at fredstidsutfall (som følge av teknisk svikt eller naturhendelser) håndteres tilfredsstillende dersom det er mulig å kraftsamle store ressurser i det utsatte området. I krise- eller krigslignende situasjoner vil dette sannsynligvis ikke være mulig, da påkjenningene mot kraftforsyningen inntreffer over store områder og internasjonale ressurser ikke er tilgjengelig. Vår evne til krisehåndtering vil også reduseres kraftig etterhvert som normal samfunnsvirksomhet stopper opp. Selv om det totale anarki uteblir, vil befolkningen preges av usikkerhet og mistillit til ledere som ikke klarer å dekke deres basisbehov.

4 ET TRUSSELBILDE I UTVIKLING

Norges sikkerhetspolitiske situasjon er i dag overveiende positiv. Forholdene i våre nærområder er stabile, både politisk og militært. Russland er inne i en positiv utvikling, og landet utgjør per i dag ingen umiddelbar militær trussel mot Norge. Selv om dette kan endres raskt, er det lite sannsynlig med et omfattende angrep mot norsk territorium i overskuelig fremtid (5). Innenfor prosjektets tidshorison, de nærmeste 10 årene, er det vanskelig å se for seg en krigstrussel mot landet i form av en invasjon.

Mer begrensede angrepsscenarier kan derimot ikke utelukkes. Selv om den sikkerhetspolitiske situasjonen er overveiende positiv i dag, er Europa likevel preget av et mer sammensatt risikobilde enn under den kalde krigen. I første rekke skyldes dette at motsetningene mellom ulike folkegrupper på Balkan har kommet til overflaten. Disse og andre konflikter kan spre seg, og dermed få indirekte konsekvenser også for land som Norge (5). Dessuten kan Norge også være utsatt på grunn av sin strategiske viktige rolle som leverandør av energi. Forsvarets engasjement i fredsoperasjoner i regi av NATO kan også bidra til å eksponere norsk territorium og norske interesser for hevnaksjoner, f eks i form av terrorhandlinger. Det er dermed mulig at Norge kan bli trukket inn i ulike utradisjonelle typer kriser, og at norsk territorium og norske interesser kan rammes av aksjoner.

Frem til nå har det vært få eksempler på sabotasjeaksjoner mot norsk kraftforsyning. Kraftforsyningen i Norge har stort sett bare blitt utsatt for mindre hærverk, med unntak av miljøaksjoner i forbindelse med utbygging av nye produksjonsanlegg. Også i internasjonal

sammenheng er kraftforsyningen lite utsatt i fredssituasjoner. I krise øker faren for aksjoner mot kraftforsyningen, og i krig er kraftforsyningen et klart utsatt mål (jfr Gulfkrigen og Kosovo-krigen).

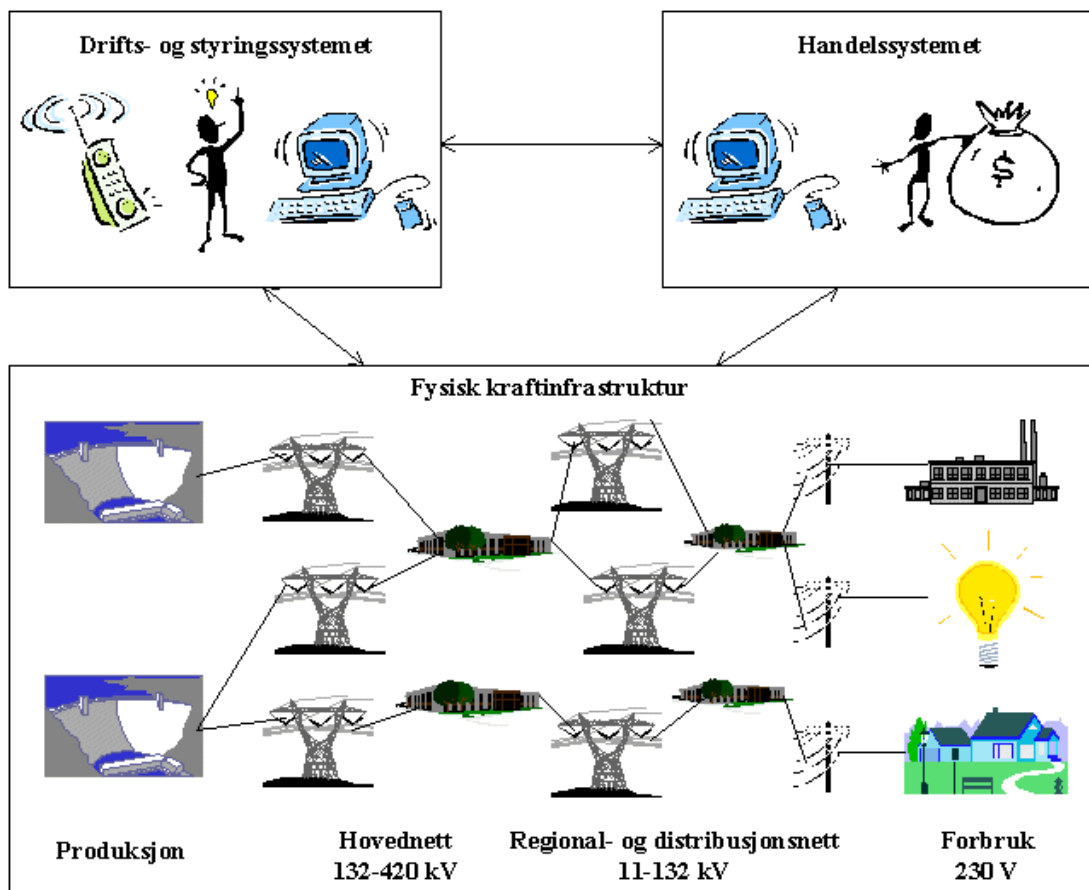
Den vanligste årsaken til omfattende strømbrudd i hverdagen er dårlig vær. Naturhendelser kan typisk gi strømbrudd i inntil én uke. En annen årsak som har meldt seg internasjonalt de seneste årene er utilsiktede bivirkninger av deregulering av kraftmarkeder. Dereguleringsregimer med ensidig fokus på effektiv drift gir som regel ingen motivasjon til vedlikehold og investeringer. Dette fører før eller senere til teknisk sammenbrudd i nedslitt utstyr som over lengre tid er presset hardere enn det er konstruert for.

Selv om kraftforsyningen i dag er lite utsatt for angrep, kan dette bildet endres i fremtiden. Et bekymringsfullt utviklingstrekk i så måte er den økende IKT-avhengigheten i kraftforsyningen. Dette tilsier at sannsynligheten for dataangrep mot kraftforsyningens systemer kan øke. Det finnes eksempler på at kraftforsyningen i andre land har blitt utsatt for hacking, der utenforstående har klart å manipulere prosessstyringen slik at dette har resultert i strømbrudd.

5 SÅRBARHETEN I NORSK KRAFTFORSYNING

I kraftforsyningens begynnelse ble det etablert mange lokale forsyningsområder. Etterhvert ble disse koblet sammen i et stort og komplisert nettverk. De første anleggene var bedriftsinterne, og elektrisitet ble produsert og forbrukt på samme sted. Etterhvert fulgte små fordelingsnett i de største byene. Disse fordelingsnettene måtte forsynes med vannkraft fra anlegg utenfor byene, noe som forutsatte lange kraftoverføringer. I løpet av de siste tiårene har landet blitt integrert i et sammenbundet kraftsystem av regionale og lokale forsyninger. Statnett SF har fått tildelt ansvaret for å sikre den momentane balansen mellom den samlede produksjonen og den samlede bruken av kraft i Norge, og dermed opprettholde en tilfredsstillende leveringskvalitet i hele landet. Utviklingen går nå mot en mer integrert kraftforsyning i Europa. I Norden er dette allerede et faktum, gjennom en felles nordisk kraftbørs som fungerer som markedsadministrator.

Figur 5.1 viser en modell av kraftforsyningen i Norge (6). I modellen inngår *den fysiske infrastrukturen* som produserer og overfører elektrisk kraft, *drifts- og styringssystemer* som sørger for en effektiv drift av kraftforsyningen og *handelssystemet* for kjøp og salg av elektrisk kraft.



Figur 5.1 Modell av norsk kraftforsyning

5.1 Sårbarhet i norsk kraftforsyning

5.1.1 Sårbarhet i fysisk infrastruktur

Produksjonssystemet i norsk kraftforsyning består av svært mange kraftstasjoner fordelt over hele landet. Strukturen er således robust, og avhengigheten av det enkelte anlegg er liten. Flere anlegg ligger også i fjell og er godt beskyttet mot angrep. De store damanleggene er også dimensjonert på en slik måte at det normalt må en krigstrussel til for å ødelegge disse. Det er også et udiskutabelt gode i sårbarhetssammenheng at norsk kraftforsyning stort sett er basert på vannkraft som er lett regulerbar, og som raskt tilpasser seg endringer i forbruket.

Linjenettet er spesielt utsatt for vær og vind, der f eks ising på linjene kan føre til kortslutninger og i verste fall linjebrydd. Likevel er hovednettet godt dimensjonert mot ekstreme værbelastninger, og det oppstår sjelden situasjoner hvor mange master faller samtidig.

Hovednettet er delvis et maskenett, med varierende antall alternative traséer. Nettet er sterkt inn mot forbrukssentrene på Østlandet, men tilsvarende svakt i områder med liten befolkning (f eks Finnmark). Forbindelsene og transformatorstasjonene rundt byer og tettsteder er særlig kritiske. En fiendtlig aktør kan med enkle midler angripe disse, og ved å ta ut et fåtall objekter ramme kraftforsyningen til en stor befolkningsgruppe i lang tid. Den fysiske sikringen rundt kraftforsyningens kritiske objekter er mangelfull overfor både moderne våpenvirkninger og enkle sabotasjeanslag.

Dersom det oppstår brudd og flere samtidige skader i hovednettet, er konsekvensene mer sammensatte. Dette kan resultere i isolasjon av enkeltområder. Det kan også oppstå ustabiliteter i nettet ved flere samtidige svikt, med sammenbrudd over store områder som følge.

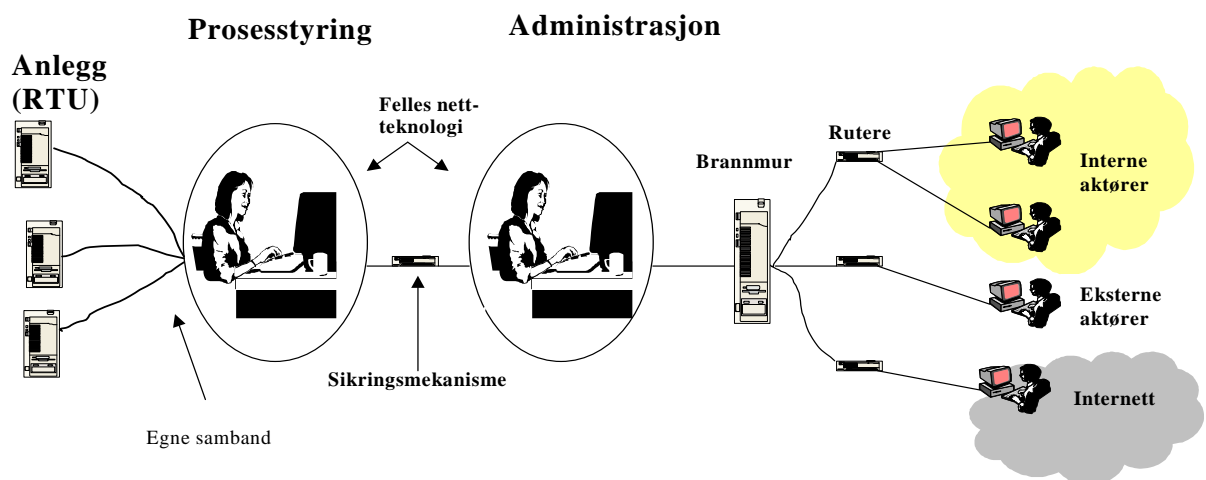
Distribusjonsnettet ut til forbrukerne består ofte av radialforbindelser med én enkelt linje ut til forbruker. Brudd her vil umiddelbart gi strømbrudd hos forbrukerne.

5.1.2 Sårbarhet i drifts- og styringssystemer

De siste årene har moderne informasjons- og kommunikasjonsteknologi blitt tatt i bruk for drift av de ulike delene av kraftforsyningen. Mens det tidligere var ansatte på hvert større kraftforsyningsanlegg som overvåket og betjente installasjonene, fjernstyres nå anleggene fra et fåtall driftssentraler. Dette gjøres ved hjelp av kompliserte IT-systemer og et velfungerende samband.

Kraftforsyning er et "just in time"-system. En endring i strømforbruket må etterfølges av en umiddelbar og tilsvarende endring i produksjonen for at systemet skal være i balanse. Ved større endringer i forbruk eller produksjonsbortfall, for eksempel som følge av svikt, må driftspersonellet snarest sørge for at systemets krav til reserver tilfredsstilles for å unngå at hele systemet bryter sammen. At drifts- og styringssystemene fungerer er derfor svært viktig.

De fleste større aktørene i kraftforsyningen har en todeling av sine lokale datanett, som vist i Figur 5.2. Det vil si at driftssentralens lokale datanettverk kan deles i et driftssentralnett (prosesstyringsnett) og et administrativt datanett, som i utgangspunktet er separate nett. Driftssentralnettet består av datamaskiner og utstyr lokalisert i driftssentralen, med tilhørende nettverk ut mot de ulike understasjonene. Det administrative datanettet (lokalnettet) består av datamaskiner i nettverk med forbindelse mot eventuelle eksterne aktører.



Figur 5.2 Typisk løsning på skille mellom prosessstyring og administrative systemer

For å gi brukerne tilstrekkelig funksjonalitet er det imidlertid ofte opprettet en fysisk forbindelse mellom de to datanettene. Dette skyldes økende behov for utveksling av data mellom nettene. Med dette oppstår muligheten for ekstern tilgang (også fra Internett) inn mot de viktige

styringssystemene i driftssentralene, selv om det i prinsippet bare er den administrative delen som er åpnet ut mot eksterne aktører. Med andre ord gis det åpninger for at datakyndige personer fra et hvilket som helst sted i verden kan trenge inn i og misbruke driftssystemene. Innbrudd i driftssystemer og manipulering med fjernstyrte komponenter kan volde stor skade (7), og denne typen datasystemer utgjør i dag kanskje den største enkeltsårbarheten i kraftforsyningen.

Driften av kraftforsyningen er også avhengig av velfungerende samband, både for dataflyt i styringssystemene og for direkte tale mot personell på reetableringsoppdrag. Tidligere var dette sambandet i stor grad eid av kraftforsyningen selv, men i dag øker avhengigheten av teletjenester fra det offentlige telemarkedet. Sikker kraftforsyning er derfor på mange måter prisgitt godt beredskapsarbeid på telesiden.

5.1.3 Sårbarhet som følge av handelssystemet

Kraftsystemet er tett sammenkoplet med handelssystemet for kjøp og salg av kraft. Det norske kraftmarkedet ble deregulert på starten av 90-tallet, og dette endret i stor grad rammevilkårene for aktørene. Fri konkurranse ble innført på produksjons- og forbrukernivå, mens nettenhetene måtte operere under monopolkontroll for å sikre samfunnsøkonomisk optimal drift.

Aktørene i markedet trenger tilgang på informasjon om tilstanden i kraftsystemet for å kunne operere i markedet. Som nevnt over skjer det en utvikling mot sammenkobling mellom prosesstyringssystemer og administrative datasystemer. Dette er et potensielt sikkerhetsproblem av to grunner. I tillegg til at prosesstyringssystemet med dette åpnes for angrep utenfra, blir det et økende press om at sensitiv driftsinformasjon gjøres offentlig tilgjengelig for aktørene i markedet.

5.2 En utvikling mot økt sårbarhet

Kraftforsyningen i Norge har tradisjonelt vært robust. Selv om enkelte utsatte strøk sliter med bortfall av strøm flere ganger i året, opplever de befolkningstette områdene i Norge en leveringssikkerhet som er svært nær 100 %. I praksis oppstår det aldri strømbortfall av særlig betydning f eks på det sentrale Østlandet, og befolkningens forventninger om stabile kraftleveranser er deretter.

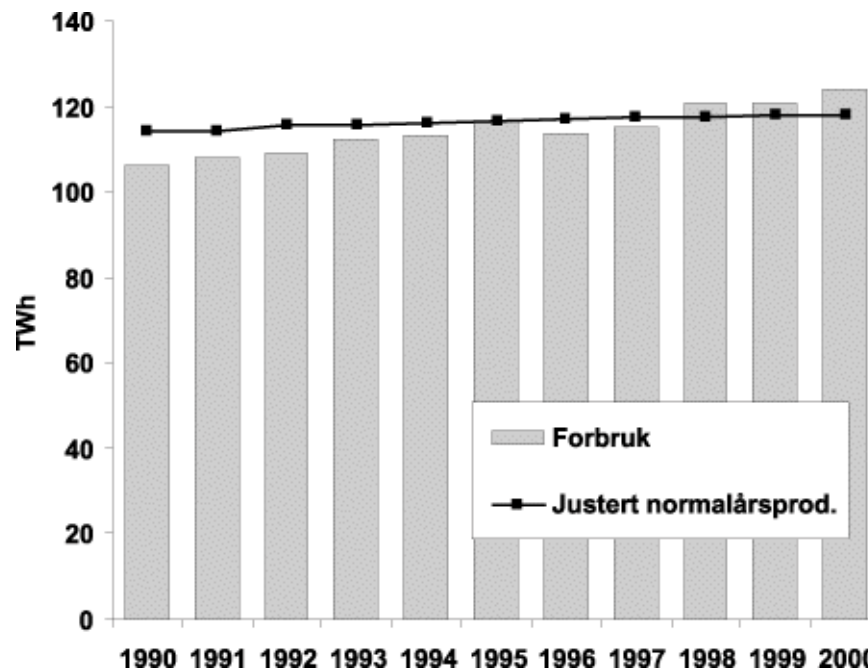
Sårbarhetsutviklingen innen norsk kraftforsyning er imidlertid svært uheldig. Om få år vil ikke situasjonen som er beskrevet over være en realitet lenger, og alvorlige strømbortfall vil opptre hyppigere. Flere årsaker som underbygger denne påstanden er beskrevet under.

5.2.1 Deregulering, effektiviseringsjag og redusert robusthet

Dereguleringen av kraftmarkedet hadde som mål å sikre en effektiv ressursutnyttelse i bransjen. Siden 1990 har kraftbransjen fokusert sterkt på effektivisering av virksomhetene for å være konkurransedyktige. En effekt av dette er at nyinvesteringer har uteblitt p g a at det har vært langt mer lønnsomt å utnytte overkapasitet i systemet.

Som en følge av dette har forbruket av elektrisk kraft tatt igjen innenlands produksjonskapasitet, som angitt i Figur 5.3. Med mindre det skjer kraftige endringer i forbruksmønsteret eller

nyinvesteringer i produksjons- og nettkapasitet⁴, må eksisterende infrastruktur utnyttes enda hardere enn i dag, spesielt i perioder med stort kraftforbruk. Da vil det være nødvendig å gå på akkord med sikkerhetsmarginene for driften av norsk kraftforsyning, og selv enkle tekniske feil kan gi langt alvorligere utfall enn det som tidligere har inntruffet her i landet. Sårbarheten vil også øke dramatisk overfor omfattende påkjenninger mot systemet.



Figur 5.3 Normalårsproduksjon og bruk av elektrisitet 1990-2000 (8)

En annen virkning av effektiviseringsprosessene er at vedlikehold utsettes og levetiden for komponenter tøyres, slik at infrastrukturen blir eldre og mer nedslitt, med redusert leveringssikkerhet som følge. Utviklingen gir også en konsentrasjon av infrastruktur, der f eks flere kraftlinjer bygges langs samme trasé fordi dette er billig og minst kontroversielt miljømessig. Dermed kan enkeltpåkjenninger rammer flere linjer samtidig.

En motvirkende kraft til denne utviklingen er KILE-ordningen⁵, som ble iverksatt 1 januar 2001. KILE gjør nettselskapenes inntekter avhengig av leveringspåliteligheten, og skal gjennom dette motivere til investeringer og tiltak som sikrer leveransene til forbrukerne. Selv om det ikke er særlig erfaringer med ordningen ennå, er det naturlig å forvente at KILE vil gi et positivt bidrag til leveringssikkerheten i hverdagen. KILE-ordningen er likevel ingen garantist for at leveransene kan opprettholdes i større krisesituasjoner, og må ses på som ett av mange nødvendige virkemidler for å redusere sårbarheten i kraftforsyningen.

5.2.2 Internasjonalisering

Samkjøringen med kraftsystemene i nabolandene frigjør produksjonskapasitet i Norden og

⁴ Hvorvidt markedet er i stand til å sørge for nødvendig tilgang på ny produksjons- og nettkapasitet er usikkert. Selv om prisene skulle stige tilstrekkelig til at utbygginger blir attraktive, er produksjons- og nettutbygging strengt regulert p g a politiske vedtak eller føringer. Det er m a o ikke bare rene energimessige betraktninger som styrer utviklingen.

⁵ Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi.

Nord-Europa. Dette gir norsk kraftforsyning en bedre forsyningssikkerhet enn om vi skulle ha kjørt vårt kraftsystem isolert. Frem til nylig har Norge vært selvforsynt med elektrisk energi, men som vist i Figur 5.3 er vi nå avhengige av kraftimport ved normale tilsigsforhold.

Likevel vil sårbarheten i norsk kraftforsyning påvirkes av sårbarheten i samarbeidslandene, spesielt i situasjoner med effektunderskudd⁶ når innenlandsk produksjonskapasitet ikke kan dekke forbrukstoppene. Da kan f.eks. et alvorlig strømutfall i Sverige gi konsekvenser for stabiliteten i det norske nettet. Fortsetter veksten i forbrukstoppene slik at det fremtidige effektunderskuddet blir betydelig, kan det også bli nødvendig med tvungen utkopling av forbruk fordi produksjonsstøtten over mellomriksforbindelsene ikke er stor nok til å dekke innenlandsk underskudd. Ut fra et beredskapssynspunkt er denne avhengigheten av utlandet bekymringsfull.

Denne avhengigheten forsterkes ytterligere gjennom at leverandørindustrien over tid har flagget ut på å gjøre nye investeringer i det norske kraftsystemet. Dette betyr at den nærhet norsk kraftforsyning tidligere hadde til denne industrien og dens kompetanse er svekket, og at beredskapspotensialet som lå i denne nærheten er borte.

Den økte avhengigheten av utlandet tilsier et behov for beredskapsmessig samarbeid med våre naboland. Frem til i dag har det vært ulike uforpliktende samarbeidsformer i det nordiske kraftmarkedet, men det er nå ønske om å etablere et energimyndighetssamarbeid for å samordne og koordinere beredskapsarbeidet. Et prinsipp om ytterligere internasjonalt samarbeid er et ubestridt gode for å bedre beredskapen i de respektive land. For den enkelte nasjon er det likevel viktig at dette ikke blir en "sovepute" på bekostning av nasjonal beredskap.

5.2.3 Mangel på personell og kompetanse

Tilgang på personell og kompetanse blir kritisk i årene fremover. Ansatte rasjonaliseres vekk til fordel for IKT-løsninger, og det er liten nyrekruttering til bransjen siden utbyggingsepoken innen vannkraften er over. Samtidig er gjennomsnittsalderen blant de ansatte i bransjen høy, og bransjen står med dette foran et generasjonsskifte. Undersøkelser har påvist at kraftforsyningens fremtidige personellbehov vil være større enn tilgangen

Parallelt med dette skiftes fokus fra tradisjonell teknisk kompetanse til en mer økonomidrevet industri, der økonomisk tenkning i økende grad tar over. Slik systemet er i dag kan kraftforsyningen driftes manuelt i en mulig krisesituasjon, men dette krever tilgang til arbeidskraft og riktig kompetanse. Det er lite sannsynlig at dette behovet kan dekkes dersom utviklingen fortsetter som i dag, både på mangel på arbeidskraft og økende avhengighet av IKT. Samme forhold vil også påvirke evnen til å reetablere kraftforsyningen etter skader i fremtiden. Dagens ansatte har gjerne "systemet i fingrene", og har gjennom utbygging, prøving og feiling lært seg teknikker for raske improvisasjoner og utbedringer ved svikt. Denne kompetansen vil svekkes dersom fremtidens driftspersonell i kraftforsyningen bygger opp sin systemforståelse kun gjennom å klikke på en dataskjerm.

⁶ Effekt = energi/tidsenhet. Effektunderskudd tilsier at kraftsystemet ikke har nok kapasitet til å dekke den momentane etterspørselen etter kraft.

5.2.4 IKT-avhengigheten eksploderer

Sårbarhetsforholdene i kraftforsyningen vil i større grad enn i dag være relatert til IKT-sårbarhet og sårbarhet i offentlig telekommunikasjon. Selv om kraftforsyningen i dag har dubleret samband en rekke steder, er dette langt fra nok til å dekke hele bransjens kommunikasjonsbehov.

Kraftselskapenes IKT-systemer vil i økende grad baseres på standardiserte systemer med kjente sikkerhetshull, som sammenkoples for å oppnå effektive markedsmekanismer. Avhengigheten av elektronisk kommunikasjon vil øke ytterligere i fremtidens kraftforsyning.

De tekniske løsningene på IKT-siden gir også muligheter for effektive, men sårbare løsninger knyttet til drift av anleggene. Mindre forpliktende vaktordninger og fjernstyring av kraftstasjoner fra datamaskiner hjemme hos driftspersonell er f.eks. en effektiv og billig løsning, men den medfører også økt sårbarhet.

5.3 Oppsummering av sårbarheten i norsk kraftforsyning

Den norske kraftinfrastrukturen er gjennomgående robust mot fysiske påkjenninger og dimensjonert for å tåle naturhendelser. Denne robustheten kan forklares ved en desentralisert produksjonsstruktur og en nettstruktur som delvis er forsterket inn mot befolkningsentrene. Infrastrukturen er imidlertid lett tilgjengelig i terrenget, og vanskelig å overvåke og beskytte. Den vil derfor alltid være sårbar overfor målrettede angrep fra mennesker.

Sårbarhetsutviklingen i bransjen er også svært uheldig. Etter dereguleringen har norsk kraftforsyning stadig måttet fravike tidligere prinsipper knyttet til robusthet. Sårbarheten øker derfor raskt, både overfor målrettede anslag i en krisesituasjon og overfor trivielle feil i hverdagen.

Kraftforsyningen er etterhvert blitt svært avhengig av IKT-baserte prosessstyringssystemer og tilgang til samband med høy kapasitet og tilgjengelighet. En fremtidig utvikling med tettere integrasjon i det europeiske kraftmarkedet, knapphet på spesialkompetanse og økt kommunikasjonsavhengighet vil øke systemets totale sårbarhet.

Disse forholdene peker i en retning: *Sårbarheten til norsk kraftforsyning vil øke i fremtiden. Holdt sammen med samfunnets kritiske avhengighet av stabil kraftforsyning og et usikkert trusselbilde tilsier dette at det bør iverksettes tiltak for å snu utviklingen.*

6 HVA BØR SAMFUNNET GJØRE?

En av grunnforutsetningene for sivilt beredskap er at samfunnet skal organiseres på samme måte i krise-/krigstid som i fredstid, og det forventes at normal samfunnsdrift skal opprettholdes langt inn i en krisesituasjon. Dette er også utgangspunktet for BAS3, og dette legger sterke føringer for hvilket beredskapsarbeid som må gjøres innen kraftforsyningen. Samfunnets økte avhengighet av elektrisitet, kombinert med at kraftforsyningen i seg selv blir mer sårbar både i fredstid og overfor krisesituasjoner, bidrar til at samfunnets totale sårbarhet øker. Dette forholdet gjør at vår evne til å håndtere kriser blir mindre effektiv og kanskje vil svikte helt dersom ikke mottiltak settes inn. Spørsmålene blir da:

- På hvilke måter og i hvilket omfang bør samfunnet gjøre noe for å sikre stabil kraftforsyning i krisesituasjoner?
- Hva er de mest kosteffektive tiltakene?

6.1 Dagens beredskap må få en annen innretning og et løft

Kraftforsyningen har tradisjonelt vært preget av beredskapstenkning. Imidlertid opplever bransjen nå holdningsendringer, der fokuset dreies mot effektivisering og økonomisk tenkning på bekostning av teknisk ekspertise. Det er viktig at generelle beredskapsprinsipper i større grad blir lagt til grunn for videreutviklingen av kraftforsyningen.

Spørsmålet er hvordan dette best kan løses. FFI har identifisert strategier for beskyttelse av norsk kraftforsyning i form av pakker av beredskapstiltak. Strategiene presenteres i kapittel 7. Disse vil imidlertid ikke alene løse sårbarhetsutviklingen i norsk kraftforsyning. Flere viktige forhold kan trekkes frem i tillegg:

- Det er nødvendig med et *løpende arbeid innenfor beredskap*, der særlig IKT-sikring ikke kan gjøres i skippertak, men må følges opp kontinuerlig.
- Det er nødvendig å vurdere *markedsmessige tiltak* som stimulerer til nybygging og beredskapstenkning.
- Det bør settes et *klarere ambisjonsnivå* for kraftberedskap i Norge. Med andre ord må det avklares hva slags utfall som kan tolereres i hverdagen og i krisesituasjoner, slik at beredskapsarbeidet målrettet kan arbeide mot disse kravene.
- Det er behov for *ytterligere internasjonalt samarbeid* når det gjelder kraftberedskap, siden Norge er en del av et integrert europeisk kraftsystem.

FFIs strategier er derfor på ingen måte ment som en fasit som løser alle sårbarhetsforhold i norsk kraftforsyning til evig tid. Strategiene representerer imidlertid viktige "løft" for å redusere sårbarheten på kritiske områder, og signaliserer en ny og nødvendig innretning av kraftberedskapsarbeidet fremover.

6.2 Dagens beredskapsregelverk må oppdateres og forenkles

Kraftforsyningen har et meget omfattende beredskapsregelverk. Myndighetene har opp gjennom årene vært bevisst på sårbarheten i norsk kraftforsyning, og bransjen har blitt pålagt tiltak i den løpende utbyggingen av kraftinfrastrukturen. Denne bevisstheten gjenspeiles i dag i en relativt robust kraftinfrastruktur.

Dagens beredskapsregelverk er imidlertid primært rettet mot tradisjonelle fysiske trusler, og preges mye av holdninger fra den "kalde krigen". Det er derfor behov for å oppdatere regelverket med hensyn til nye trusler, hvor f.eks. IKT-sårbarhet får en mer sentral plass enn i

dag. Et annet område som i dag fremstår som forsømt, er å sikre behovet for kompetanse og tilgjengelig personell.

En oppdatering av regelverket er imidlertid ikke tilstrekkelig alene. For det første trengs det en omfattende forenkling av regelverket, slik at det i større grad enn tidligere peker eksplisitt på de viktigste beredskapstiltakene. Videre trengs det sannsynligvis økte ressurser til å følge opp implementeringen av tiltakene. Sist, men ikke minst må beredskapsmyndigheten være villig til å *bruke* regelverket for å redusere sårbarhet, selv om det er lite populært i et marked som ensidig fokuserer på effektivitet og økonomisk utbytte.

6.3 Finansiering av beredskapstiltak

Innen rammen av dagens lovverk finnes prinsipielt tre alternative finansieringsmodeller for beredskapstiltak:

- Direkte offentlige bevilgninger
- Finansiering gjennom ulike former for særavgifter
- Operatørfinansiering gjennom pålegg til bransjen (egenfinansiering)

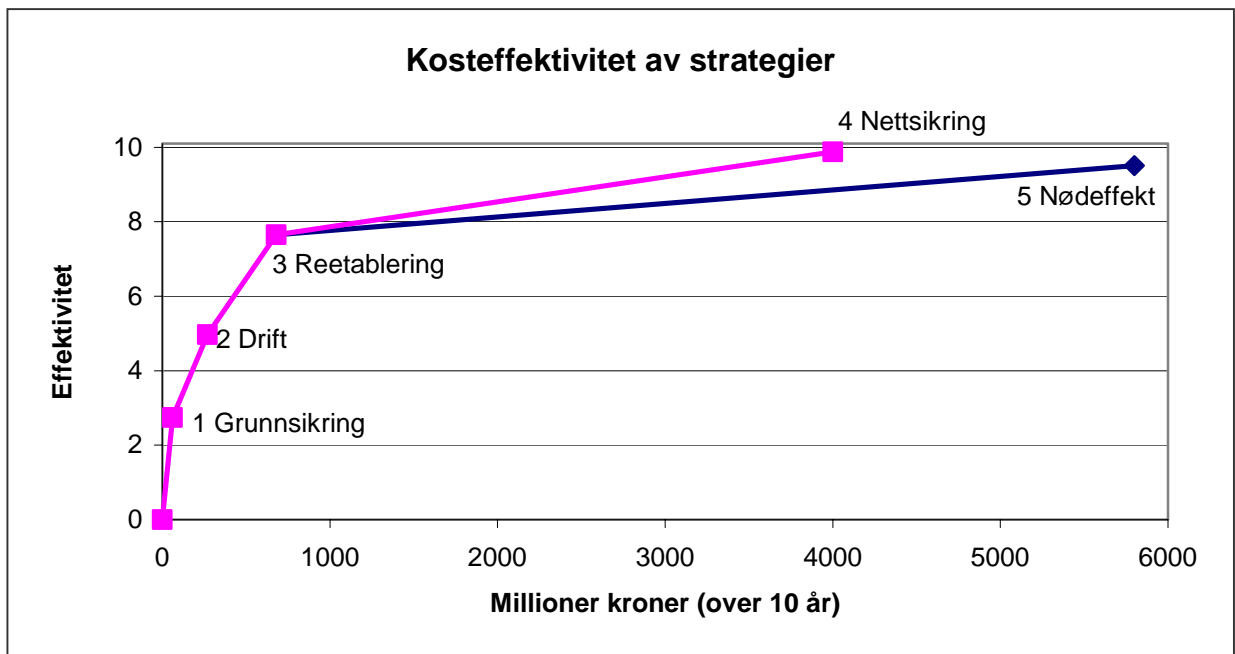
I en stadig mer dynamisk kraftforsyning er sannsynligvis en kombinasjon av de tre finansieringsformene er den beste løsningen. Dette skyldes at tiltakene som vurderes i BAS3 er svært ulike av natur, og har store variasjoner i kostnadsnivå. Det er imidlertid klart at det er nødvendig med større offentlige bevilgninger for å redusere sårbarheten overfor ekstremsituasjoner. Dette bør være lite problematisk for en nasjon som håver inn store beløp hvert år i forbruksavgift på elektrisk kraft.

7 STRATEGIER FOR REDUSERT SÅRBARHET

Med utgangspunkt i analysearbeidet i BAS3 er det utarbeidet fem hovedstrategier for beredskap innen kraftforsyningen, og gitt anslag på hvilke kostnader som vil være forbundet med disse over en 10-årsperiode⁷. Disse strategiene er satt sammen av ulike tekniske og organisatoriske tiltak. Med basis i en grunnstruktur er det utarbeidet fire strategier med høyere ambisjoner. Strategiene med høyere ambisjoner bygger på de med lavere ambisjoner. Unntaket fra dette er strategi 4 og 5, som utgjør alternative veier videre fra strategi 3. Effektiviteten av strategiene er vurdert opp mot en krisesituasjon, med mange samtidige anslag mot kraftforsyningens svake punkter.

Figur 7.1 viser forholdet mellom effektivitet og kostnad for de fem strategiene.

⁷ Kostnadene er angitt som 90%-estimer. Med andre ord er sannsynligheten 90% for at reell kostnad vil være mindre enn eller lik estimatet.



Figur 7.1 Kostnad og effektivitet av strategiene

Strategi 1, ”Grunnsikring”, er innrettet mot sikring av driftsfunksjonen og IT-systemene. Bransjens generelle avhengighet av disse funksjonene og en hittil for lav satsing på dette området tilsier at dette bør være et absolutt minimum i en fremtidig beredskap. I strategien inngår tiltak som samøvelser mellom ulike aktører i bransjen og overvåkning av viktige driftssentraler. Det viktigste enkelttiltaket er et eget kompetansesenter for informasjonssikkerhet som kan bistå bransjen i spørsmål relatert til informasjonssikkerhet og informasjonssystemenes sårbarhet. Strategi 1 koster 70 millioner kroner over 10 år. *Den er billig, men på langt nær tilstrekkelig mot store hendelser.*

Strategi 2, ”Drift”, legger større vekt på fysiske trusler og trusler mot bransjens datasystemer. Distribuerte driftssentralløsninger og økt satsing på opplæring og kompetanse til beredskapspersonell inngår som viktige tiltak. Det fokuseres også på bransjens evne til feiloppretting og reetablering, bl a gjennom innkjøp av et fåtall reservetransformatorer. Total kostnad er 300 millioner kroner over 10 år. *Gjennom dette doubles nesten effekten. Strategien er likevel på ingen måte tilstrekkelig mot store hendelser.*

Strategi 3, ”Reetablering”, setter fokus på å forebygge fysiske anslag mot kritiske punkter og forbedre mulighetene til reetablering etter skade. Dette oppnås gjennom økt satsing på opplæring av beredskapspersonell, et utvidet overvåkningskonsept og anskaffelse av mer reparasjonsmateriell (transformatorer og beredskapsmaster). Et sentralt tiltak er å lokalisere en viktig driftssentral i fjellanlegg. Strategien koster totalt 750 millioner kroner over 10 år. *Her oppnås det en betydelig økning i effektiviteten uten at kostnadene skyter i været. Disse tiltakene dekker grunnleggende svakheter i kraftforsyningen. En mangel med denne strategien er at den ikke inkluderer noen form for nybygging av infrastruktur.*

Strategi 4, ”Nettsikring”, forebygger anslag mot kritiske punkter gjennom økt redundans i nettet, flere driftssentraler i fjell og ytterligere innkjøp av reservetransformatorer. Infrastrukturinvesteringene er en sterk bidragsyter til at denne strategien blir dyr, 4.200 millioner kroner over 10 år. *Kostnadene øker med andre ord betydelig, mens effekten ikke øker*

tilsvarende. Strategien er kostbar i forhold til effektivitetsøkningen, men bidrar samtidig til å gjøre kraftforsyningen mer robust overfor menneskapede trusler i krise og i krig

Strategi 5, "Nødeffekt", er et alternativ til strategi 4, men erstatter enkelte nettførsterkninger med store produksjonsanlegg for bruk i beredskapssituasjoner. Total kostnad er 5.350 millioner kroner over 10 år. *Kostnadene øker dramatisk, og effekten går ned sammenlignet med strategi 4.*

Ut fra kosteffektivitetskurven i Figur 7.1 utgjør strategi 3 et knekkpunkt, i og med at ytterligere sikring blir svært kostbar. Strategien håndterer de mest kritiske sårbarhetsforholdene i en situasjon med menneskeskapede anslag mot systemet, og utgjør et betydelig skift i beredskapstenkningen innen kraftbransjen. Samtidig har strategien en klar fredstidsnytte, og a sitt fokus på driftsfunksjonen og økt reetableringsevne. *FFI anbefaler derfor at strategi 3 implementeres i løpet av de kommende 10 årene.*

8 ANBEFALING

De siste årene har sårbarheten i norsk kraftforsyning økt dramatisk. Etter at tidligere overkapasitet nå er rasjonalisert vekk, begynner systemet å nærme seg smertegrensen. Fortsetter utviklingen som i dag, vil fremtidens kraftforsyning oppleve hyppigere feilsituasjoner i hverdagen og være meget sårbar overfor situasjoner med mange samtidige feil. Dette kan ikke aksepteres, da uforstyrret kraftforsyning er en forutsetning for moderne samfunnsdrift.

I et kraftmarked hvor fokus ensidig rettes mot effektivisering og økonomisk utbytte er det liten vilje til å iverksette beredskapstiltak. Med andre ord hviler det et tungt ansvar på myndighetene for å snu denne utviklingen, og offentlige ressurser til kraftberedskap bør økes betydelig. Hvis det ikke gjøres grunnleggende håndgrep som snur utviklingen i dag, kan det bli uforholdsmessig tungt å gjøre nødvendige tiltak senere.

Med dette utgangspunktet anbefaler FFI at kraftforsyningen som et absolutt minimum sikres i henhold til strategi 3, "Reetablering". Dette representerer en kostnad på 750 millioner kroner over 10 år. Strategien representerer ingen infrastrukturinvesteringer, men utgjør et nødvendig løft for å redusere kritiske sårbarheter knyttet til IT-systemer, tilgangen på personell og reetableringsmuligheter. Parallelt med dette anbefales en oppdatering av regelverket for beredskap innen kraftforsyningen mot moderne trusler. Nødvendige ressurser må også stilles til rådighet for en kontinuerlig oppfølging av regelverket - pålegg om tiltak er lite effektive dersom det ikke også kan kontrolleres at tiltakene gjennomføres.

Selv om strategi 3 utgjør et betydelig løft for å redusere sårbarheten i norsk kraftforsyning, anbefales det på lengre sikt å sikre kraftforsyningen ytterligere. Dette gjelder særlig investeringer i produksjons- og nettkapasitet. *I stor grad må dette sikres gjennom politiske valg og markedsmessige grep som stimulerer til nyinvesteringer i sektoren.*

Til tross for at myndighetene har et overordnet ansvar for at landet sikres en mest mulig robust kraftforsyning, har den enkelte forbruker muligheter til å redusere sin egen sårbarhet. Dette kan eksemplifiseres gjennom alternative oppvarmingssystemer og tilgang til nødstrøm for viktige

funksjoner. Det er viktig at samfunnskritiske funksjoner er bevisst sin avhengighet av stabil strømforsyning, og iverksetter tiltak deretter. Det er imidlertid en fare for at konsekvensreducerende tiltak kan bli brukt som en sovepute som hindrer innsats for å redusere kraftsystemets sårbarhet, og at for mye ansvar dyttes over på brukerne. *FFls oppfatning er derfor at disse tiltakene er viktige supplement til, men ingen erstatning for tiltak som reduserer sårbarhetene i kraftforsyningen.*

Litteratur

- (1) Hæskén O M et al (1997): Beskyttelse av samfunnet (BAS) - Sluttrapport, FFI/RAPPORT-97/01459, Offentlig.
- (2) Hagen J M, Nystuen K O (1999): Beskyttelse av samfunnet med vekt på offentlig telekommunikasjon, FFI-RAPPORT-99/00240. Offentlig.
- (3) Fridheim H et al (2001): Sårbarhetsreducerende tiltak innen kraftforsyningen - Gradert sluttrapport etter BAS3, FFI/RAPPORT-2001/02383, Begrenset.
- (4) Henriksen S (2001): Samfunnsmessige konsekvenser av bortfall av elektrisk kraft - Hva skjer med oss når strømmen blir borte?, FFI/RAPPORT-2001/01867, Offentlig.
- (5) Forsvarsdepartementet (2001): Stortingsproposisjon nr 45 2000/01, Omleggingen av Forsvaret i perioden 2002-2005.
- (6) Hagen J M et al (2000): Norsk kraftforsyning - Dagens system og fremtidig utvikling, FFI-RAPPORT-2000/04450, Offentlig.
- (7) Rodal et al (2001): Sårbarhet i kraftforsyningens informasjonssystemer, FFI/RAPPORT-2001/01868, Begrenset.
- (8) Olje- og energidepartementet (2001): Om vasskrafta og kraftbalansen, Stortingsmelding nr 37 (2000-2001).

FORDELINGSLISTE

FFISYS
Dato: 3 mai 2001

RAPPORTTYPE (KRYSS AV)			RAPPORT NR.	REFERANSE	RAPPORTENS DATO			
<input checked="" type="checkbox"/>	RAPP	<input type="checkbox"/>	NOTAT	<input type="checkbox"/>	RR	2001/02381	FFISYS/769/204.0 DSB	3 mai 2001
RAPPORTENS BESKYTTELSESGRAD				ANTALL EKS UTSTEDT	ANTALL SIDER			
UGRADERT				440	29			
RAPPORTENS TITTEL				FORFATTER(E)				
EN SÅRBAR KRAFTFORSYNING - Sluttrapport etter BAS3				FRIDHEIM Håvard, HAGEN Janne, HENRIKSEN Stein				
FORDELING GODKJENT AV FORSKNINGSSJEF:				FORDELING GODKJENT AV AVDELINGSSJEF:				

EKSTERN FORDELING
INTERN FORDELING

ANTALL	EKS NR	TIL	ANTALL	EKS NR	TIL
5		Justisdepartementet	14		FFI-Bibl
1		v/Karen Melander	1		Adm direktør/stabssjef
1		v/May Kristin Ensrud	1		FFIE
			1		FFISYS
5		Olje- og energidepartementet	1		FFIBM
1		v/Per Høisveen	1		FFIN
1		v/Kåre Rudsar	1		Ragnvald Solstrand, FFISYS
			1		Bent Erik Bakken, FFISYS
5		Samferdselsdepartementet	1		Jan Erik Torp, FFISYS
1		v/Kjell Skar	1		Håvard Fridheim, FFISYS
1		v/Kariann Skar Sjørdahl	1		Frode Rutledal, FFISYS
			1		Gry Hege Rodal, FFISYS
30		Direktoratet for sivilt beredskap	1		Siv Kjersti Rodal, FFISYS
1		v/Arthur Gjengstø	1		Janne Hagen, FFISYS
1		v/Eirik Eide	1		Stian Betten, FFISYS
1		v/Stein Henriksen	1		Brynjar Lia, FFISYS
			1		Kjell Olav Nystuen, FFIE
5		Norges vassdrags- og energidirektorat	209		Avd ktr, FFISYS
3		Informasjon og samfunnskontakt			FFI-veven
30		Avdeling for konsesjon og tilsyn			
1		v/Trond Ljøgdø			
1		v/Tor Langrud			
1		v/Sjur Bjerkli			
1		v/Bjarne Larsen			
1		v/Truls Sønsteby			
2		Statsministerens kontor			
1		Arbeids- og administrasjonsdept			
1		Barne- og familiedepartementet			
1		Finansdepartementet			

FFI-K1

Retningslinjer for fordeling og forsendelse er gitt i Oraklet, Bind I, Bestemmelser om publikasjoner for Forsvarets forskningsinstitutt, pkt 2 og 5. Benytt ny side om nødvendig.

EKSTERN FORDELING

INTERN FORDELING

ANTALL	EKS NR	TIL	ANTALL	EKS NR	TIL
1		Fiskeridepartementet			
1		Forsvarsdepartementet			
1		Kirke-, utdannings- og forskningsdept			
1		Kommunal- og regionaldepartementet			
1		Kulturdepartementet			
1		Landbruksdepartementet			
1		Miljøverndepartementet			
1		Nærings- og handelsdepartementet			
1		Sosial- og helsedepartementet			
1		Utenriksdepartementet			
5		FO			
		FO/Sikkerhetsstaben			
1		v/Truls Gussgard			
		FSES			
1		v/Benedicte Gude			
3		Forsvarskommando Sør-Norge			
3		Forsvarskommando Nord-Norge			
3		Forsvarets høyskole			
3		Forsvarets stabsskole			
1		Forsvarets tele- og datatjeneste			
		DKSV			
1		v/Trond Berntsen			
2		Energibedriftenes landsforening Postboks 7123 Majorstua, 0307 OSLO			
1		Fylkesmannen i Aust-Agder			
1		v/Beredskapsavdelingen Ragnar Blakstadsv 1, 4838 Arendal			
1		Fylkesmannen i Buskerud			
1		v/Beredskapsavdelingen Postboks 1604, 3007 Drammen			
1		Fylkesmannen i Finnmark			
1		v/Beredskapsavdelingen Damsveien 1, 9800 Vadsø			
1		Fylkesmannen i Hedmark			
1		v/Beredskapsavdelingen Parkkgata 64, 2300 Hamar			

EKSTERN FORDELING

INTERN FORDELING

ANTALL	EKS NR	TIL	ANTALL	EKS NR	TIL
1		Fylkesmannen i Hordaland			
1		v/Beredskapsavdelingen Postboks 106, 5001 Bergen			
1		Fylkesmannen i Møre og Romsdal			
1		v/Beredskapsavdelingen Julsundveien 9, 6412 Molde			
1		Fylkesmannen i Nord-Trøndelag			
1		v/Beredskapsavdelingen Strandveien 38, 7700 Steinkjer			
1		Fylkesmannen i Nordland			
1		v/Beredskapsavdelingen Moloveien 10, 8002 Bodø			
1		Fylkesmannen i Oppland			
1		v/Beredskapsavdelingen Storgt 170, 2600 Lillehammer			
1		Fylkesmannen i Oslo og Akershus			
1		v/Beredskapsavdelingen Postboks 8111 Dep, 0032 Oslo			
1		Fylkesmannen i Rogaland			
1		v/Beredskapsavdelingen Postboks 59, 4001 Stavanger			
1		Fylkesmannen i Sogn og Fjordane			
1		v/Beredskapsavdelingen 5842 Leikanger			
1		Fylkesmannen i Sør-Trøndelag			
1		v/Beredskapsavdelingen Klæbuveien 194, 7005 Trondheim			
1		Fylkesmannen i Telemark			
1		v/Beredskapsavdelingen Gjerpensgt 14-20, 3708 Skien			
1		Fylkesmannen i Troms			
1		v/Beredskapsavdelingen Strandveien 13, 9005 Tromsø			
1		Fylkesmannen i Vest-Agder			
1		v/Beredskapsavdelingen Tordenskjoldsgt 65, 4605 Kristiansand			
1		Fylkesmannen i Vestfold			
1		v/Beredskapsavdelingen Anton Jenssens gt 6, 3125 Tønsberg			
1		Fylkesmannen i Østfold			
1		v/Beredskapsavdelingen Vogtsgt 17, 1532 Moss			
1		Nord Pool ASA Postboks 373 1326 Lysaker			
1		Norges bank Postboks 1179 Sentrum, 0107 Oslo			

EKSTERN FORDELING

INTERN FORDELING

ANTALL	EKS NR	TIL	ANTALL	EKS NR	TIL
1		Norges forskningsråd Postboks 2700 St Hanshaugen 0131 Oslo			
2		Norsk Elektroteknisk Forening Postboks 100 1333 Kolsås			
1		Politiets overvåkningstjeneste v/Einar Einarsen			
1		Enhet for strategisk analyse Grønlandsleiret 44, 0190 Oslo			
1		Post- og teletilsynet v/Torgeir Alvestad			
1		Postboks 447 Sentrum, 0104 Oslo			
3		Statkraft SF			
1		v/Jon Ingvaldsen			
1		v/Tor Lund Postboks 494, 1322 Høvik			
3		Statnett SF			
1		v/Leif Vikane			
1		v/Kjell Sand Postboks 5192 Majorstua, 0302 Oslo			
1		Telenor A/S Konsernstab Sikkerhet og Miljø			
1		v/Fritz Ødegaard Postboks 6701 St Olavs Plass 0130 Oslo			
1		Viken Energinett AS v/Vidar Solheim Postboks 2468 Solli, 0202 Oslo			
1		Beredskabsstyrelsen Datavej 16, DK 3460 Birkerød Danmark			
1		Energimyndigheten Box 310, 631 04 Eskilstuna, Sverige			
1		FOI			
1		System- och funktionsvärdering 172 90 Stockholm, Sverige			
1		Svenska Kraftnät			
1		v/Folke Pärnerteg Box 526, 162 15 Vällingby, Sverige			
1		Överstyrelsen för Civilt Beredskap Planeringsenheten Box 47333, 100 74 Stochholm Sverige			
1		www.ffi.no			