

# **FFI RAPPORT**

## **SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER AV BORTFALL AV ELEKTRISK KRAFT - Hva skjer med oss når strømmen blir borte?**

HENRIKSEN Stein

**FFI/RAPPORT-2001/01867**



FFISYS/769/204.0 DSB

Godkjent  
Kjeller 8 mai 2001

Jan Erik Torp  
Forskningsjef

**SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER AV  
BORTFALL AV ELEKTRISK KRAFT - Hva skjer  
med oss når strømmen blir borte?**

HENRIKSEN Stein

FFI/RAPPORT-2001/01867

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



1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2001/01867	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 40
1a) PROJECT REFERENCE FFISYS/769/204.0 DSB	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER AV BORTFALL AV ELEKTRISK KRAFT - Hva skjer med oss når strømmen blir borte?  IMPACTS DUE TO POWER BLACKOUTS - What happens when loss of electricity occurs?		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) 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>Emergency preparedness</u>	c) <u>Sivilt beredskap</u>	
c) <u>Societal vulnerability</u>	d) <u>Samfunnssårbarhet</u>	
d) _____	_____	
e) _____	_____	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT This report focuses on the modern society's dependency on electric power and the impacts of power blackouts. This study is an integral part of the Protection of Society 3 (BAS3)-project, which studies the vulnerability of the Norwegian electric power system.  The main conclusions derived from the study is that power blackouts are critical for most activities in a modern society, due to the extensive dependency on electricity. However, impacts will vary due to several factors - the duration of the blackout, geographic and demographic conditions, climate and the level of emergency preparedness. Immediate impacts are often related to economic losses, while health problems emerge in a long-term perspective. But even though the modern society's dependency on a stable supply of electric power is strong, widespread anarchy is unlikely to arise in a well-organised and stable country.		
9) DATE 8 May 2001	AUTHORIZED BY This page only Jan Erik Torp	POSITION Director of Research



**INNHold**

	<b>Side</b>
1	INNLEDNING 7
2	ERFARINGER FRA SITUASJONER MED LANGVARIG KRAFTBORTFALL 7
2.1	Stormen på Nord-Vestlandet 1992, tilfellet Kristiansund 7
2.2	Isstormen i Québec (3) (4). 8
2.3	Kabelbruddene i Auckland, New Zealand 1998 (8) (9) (10) 12
2.4	ConEd, New York 1977 (11) 14
2.5	Frankrike 1999 (12) (13) 14
2.6	Serbia etter Kosovo-krigen (14) (15) (16) 15
2.7	Fellestrekk 17
3	SÅRBARHETEN I NORSK KRAFTFORSYNING 18
4	KONSEKVENSER FOR SAMFUNNET - VERDIER OG VIRKSOMHETER SOM RAMMES HARDEST AV BRUDD I KRAFTFORSYNINGEN 19
4.1	Dominante verdier 19
4.2	Telekommunikasjon og informasjonsteknologi 20
4.3	Husholdningene 20
4.4	Vann og avløp 22
4.5	Heiser og alarmer 22
4.6	Helse- og sosialinstitusjoner, trygd og sosialstønad (24) 22
4.7	Offentlig orden og redningstjeneste 23
4.8	Skoler og barnehager 23
4.9	Miljø 24
4.10	Detaljhandel og servicenæring 24
4.11	Spedisjon og transport (27) 24
4.12	Jordbruk (18) 25
4.13	Industri (ferdigvarer og matvarer) 25
4.14	Olje og gass, drivstoffdistribusjon 26
4.15	Kraftkrevende råvareprosessering 26
4.16	Betalingsformidlingen og finansnæringen (29) (30) 26
4.17	Media 28
4.18	Makroøkonomiske effekter 28
4.19	Forsvaret 29
4.20	Offentlig styringsevne 29
5	FAKTORER SOM PÅVIRKER KONSEKVENSENE AV STRØMBRUDD 29

5.1	Betydningen av strøbruddets varighet	29
5.2	Betydningen av sted og geografisk omfang	30
6	POLITISKE KONSEKVENSER	31
7	MULIGHETER FOR OG EFFEKTER AV TILPASNINGSADFERD	32
7.1	Sparekampanjer	32
7.2	Soneutkoblinger, prioritering og rasjonering	32
7.3	Bruk av nødstrøm	33
7.4	Bygningsmessige endringer	34
7.5	Individuell overlevelse	34
8	OPPSUMMERING	35
	LITTERATUR	37
	Fordelingsliste	39



## **SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER AV BORTFALL AV ELEKTRISK KRAFT - Hva skjer med oss når strømmen blir borte?**

### **1 INNLEDNING**

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) har siden 1994 forsket på samfunnets sårbarhet gjennom Beskyttelse av samfunnet (BAS)-prosjektene. Mens det første prosjektet hadde fokus mot samfunnets sårbarhet som helhet, hadde oppfølgingsprosjektet, BAS2, fokus mot sårbarheten i det offentlige telenettet. BAS3 tar for seg sårbarheten i kraftforsyningen. Målsetningen med prosjektet er å komme opp med en anbefaling til fremtidig beskyttelsesstrategi for kraftforsyningen. Denne rapporten inngår i BAS3-prosjektet, og fokuserer på konsekvensene for samfunnet av alvorlige tilfeller av bortfall av kraft. Konsekvensrapporten bygger på andre rapporter i prosjektet som beskriver sårbarheten i kraftforsyningen.

Denne rapporten gir et innblikk i hva som skjer med et moderne samfunn når strømmen blir borte. Rapporten diskuterer ikke sannsynligheten for at dette kan skje, men tar for gitt at slike hendelser før eller siden vil forekomme. De senere år har en sett flere eksempler på dette i utlandet. Etter disse hendelsene har det som regel blitt skrevet erfaringsrapporter. Ofte fokuserer disse primært på tekniske konsekvenser i kraftsystemet, mens samfunnmessige konsekvenser kommer i bisetninger. I Sverige er det imidlertid foretatt utredninger og forskning som har hatt et videre samfunnmessig perspektiv.

De fleste undersøkelser som har sett på konsekvensene for samfunnet av bortfall av elektrisk kraft har forsøkt å beregne det økonomiske tapet som følger av dette. Slike beregninger er ofte beheftet med stor usikkerhet. Det er imidlertid minst like interessant, om ikke mer interessant, å forsøke å finne ut av hva et kraftbortfall vil ha å si for hverdagen til de menneskene som lever i samfunnet. Tilgjengelig informasjon om dette tenderer til å være av anekdotisk karakter, og går sjelden ut over øyevitneskildringens perspektiv. Dette krever en viss innlevelse.

Målgruppen for rapporten er beslutningstagere i Totalforsvaret og andre interesserte som ønsker å få en oppfatning om konsekvensene for det moderne samfunnet av alvorlige og omfattende strømbrudd. Rapporten vil antyde en del konsekvensreducerende tiltak.

### **2 ERFARINGER FRA SITUASJONER MED LANGVARIG KRAFTBORTFALL**

#### **2.1 Stormen på Nord-Vestlandet 1992, tilfellet Kristiansund**

1 januar 1992 ble Nordvestlandet rammet av en orkan. Kl 08.50 brøt strømforsyningen på Nordmøre sammen. Alle fem linjer inn til Kristiansund sviktet, og byen ble uten strøm i nærmere fem døgn (1).

Telenettet og radiosamband i området brøt delvis sammen. Sykehuset, politiet, brannvaktene, flyplassen, vannverket og to sykehjem hadde nødstrømsaggregat, og klarte å opprettholde sin

virksomhet. Kristiansund kommunes sentralbord fungerte, men var hardt belastet. Kristiansund Nærradio var operativ, og var viktig for å formidle informasjon og meldinger. Det ble opprettet samleposter ved sykehuset og et av sykehjemmene for de som ikke kunne klare seg hjemme. Hotellene åpnet dørene sine for de som hadde behov. Det ble opprettet varmestuer ved en skole og en barnehage, som bl a serverte varm mat. De fleste klarte seg imidlertid bra hjemme, og det ble innført tilsyn med eldre mennesker som holdt seg hjemme.

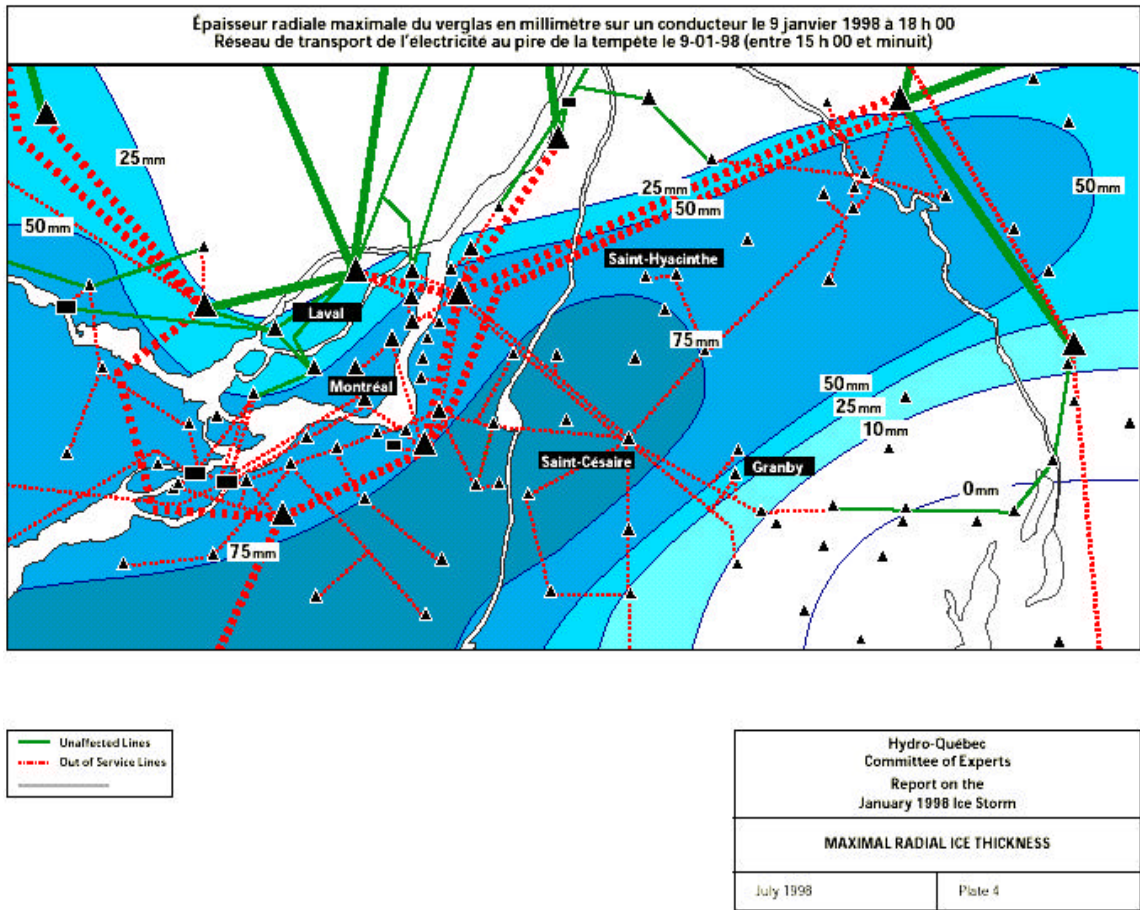
Etterhvert oppstod det mangel på viktige forbruksvarer, som melk, brød, stearinlys, batterier og propan, og det var tendenser til hamstring og profittering. Oppbevaring av matvarer var et problem, og en opplevde enkelte tilfeller av sykdom p g a bedervet mat.

Kostnadene for strømburddet regnet i penger er siden forsøkt kvantifisert (2). Det er beregnet at kundeandelen av de samlede samfunnsmessige kostnadene på grunn av orkanen var mellom 100 og 200 millioner kroner innen Nordmøre Energiverks område, og at skadene på kraftnettet i tillegg lå på ca 99 millioner kroner.

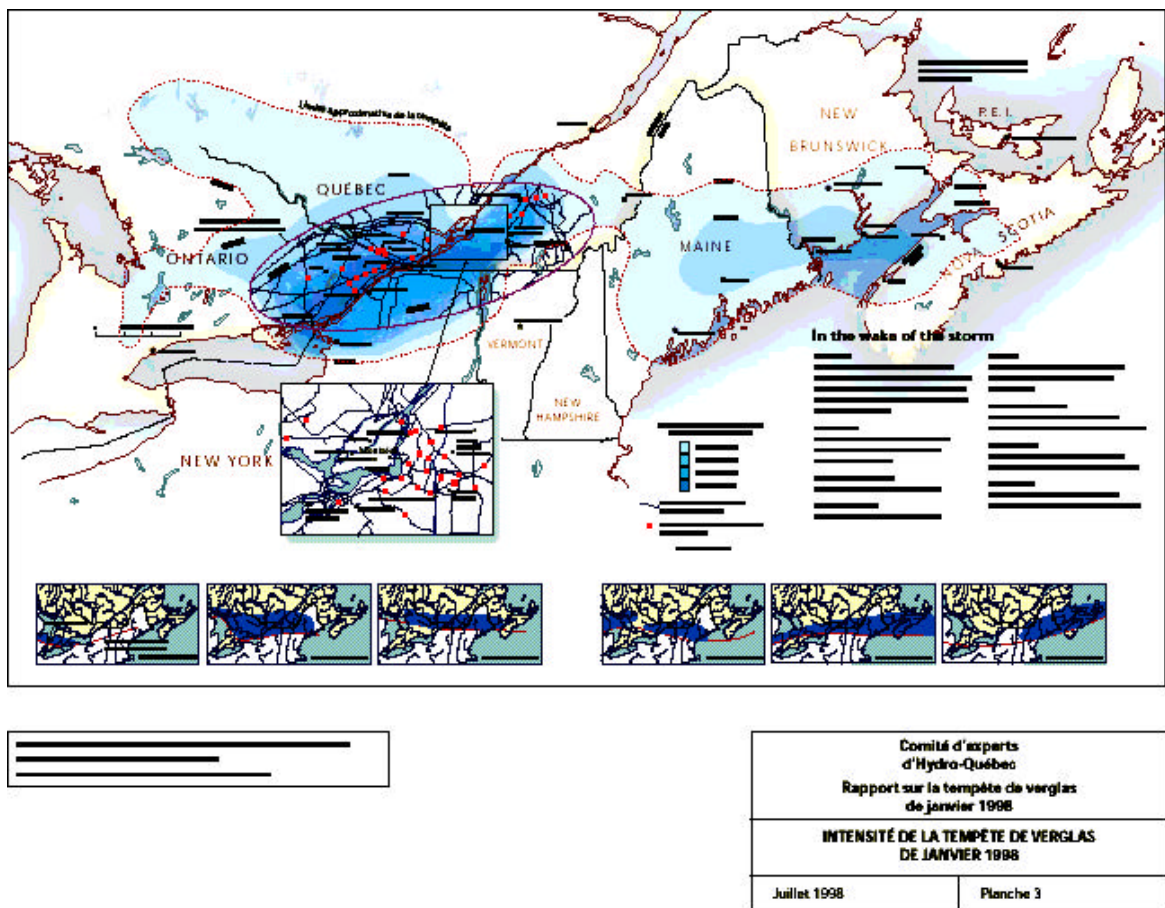
## **2.2 Isstormen i Québec (3) (4).**

6 januar 1998 ble provinsen Québec i Canada og tilstøtende områder rammet av en såkalt isstorm. Temperaturen på bakkenivå var ca - 20°C, samtidig som det kom inn milde luftlag med høy luftfuktighet sørfra. Dette førte til store mengder underkjølt regn over området, med kraftig nedising som følge. I de verst rammede områdene i Québec og Ontario bodde det ca 5,5 millioner mennesker. Kraftforsyningens distribusjonsnett ble særlig rammet i sentrale deler av Québec, med ising på over 75 millimeter på master og ledninger på det meste.

Islaget førte til at master og ledninger brakk sammen over et stort område. Prikkede røde linjer innenfor det sjatterte området i Figur 2.1 viser hvilke kraftlinjer som var nede. Figur 2.2 viser det totale geografiske omfanget av denne hendelsen, der de røde firkantene viser de mest alvorlige ledningsbruddene i Canada:



Figur 2.1 Figur over istykkelse og linjebrudd etter isstormen i 1998 (3)

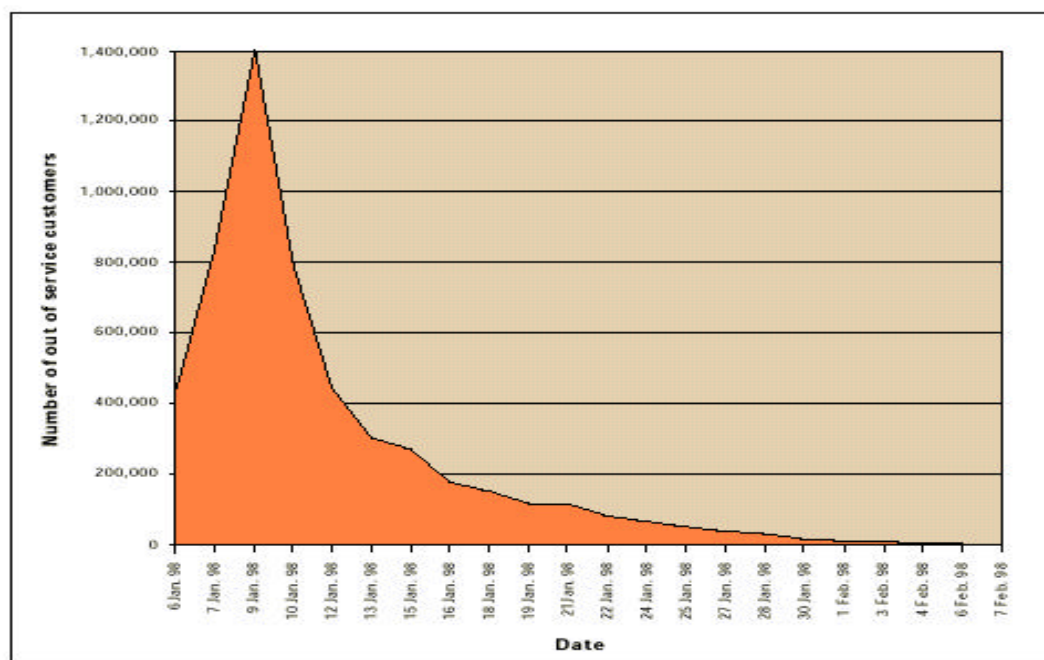


Figur 2.2 Omfanget av isstormen i 1998 (4)

Kraftforsyningen ble rammet på følgende måte:

- Quebec: 1.393.000 kunder uten kraft, noen i mer enn fire uker. 1.000 høyspentmaster veltet, 24.000 mindre master ødelagt
- Ontario: 232.000 kunder uten kraft - det vil si mer enn halve befolkningen i det østlige Ontario (5). 300 høyspentmaster veltet eller skadet, 11.000 mindre master ødelagt
- New Brunswick: 28.000 kunder uten kraft
- Nova Scotia: 20.000 kunder uten kraft
- Maine (USA): 315.000 kunder uten kraft, unntakstilstand erklært for hele delstaten
- New Hampshire (USA): 67.586 kunder uten kraft, unntakstilstand erklært for ni av ti counties<sup>1</sup>
- New York (USA): 130.000 kunder uten kraft, unntakstilstand erklært i 10 av 62 counties
- Vermont (USA): 33.200 kunder uten kraft, unntakstilstand erklært i 6 av 14 counties

Det gikk altså hardest ut over provinsen Québec. Enkelte av områdene som ble rammet var ikke utsatt for isstormen i seg selv, men ble rammet fordi de normalt ble forsynt med kraft fra kraftselskapet Hydro Québec. Figur 2.3 viser hvor mange kunder som var uten kraft i Québec, og hvor lang tid det tok å normalisere kraftforsyningen:



Source: Hydro-Québec

<b>Hydro-Québec Committee of Experts Report on the January 1998 Ice Storm</b>	
<b>EVOLUTION OF SERVICE RESTORATION</b>	
July 1998	Plate B

Figur 2.3 Antall kunder uten kraft etter isstormen i 1998 (3)

90% av de rammede kundene fikk tilbake strømmen i løpet av 14 dager, men det tok ca 1 måned før alle hadde strømmen tilbake. I de områdene som ble rammet førte kombinasjonen av strømbrudd, tykke islag og streng kulde til at all normal samfunnsvirksomhet stoppet opp.

<sup>1</sup> Det amerikanske administrasjonsnivået "county" kan dels sammenlignes med en norsk kommune og dels med et norsk fylke.

Situasjonen ble raskt kritisk med hensyn til liv og helse for store befolkningsgrupper. Stor-Montréal ble særlig hardt rammet, med over en million husholdninger uten strøm 8 januar<sup>2</sup>. Dagen etter sluttet vannforsyningen å fungere, men denne ble gjenopprettet mot kvelden. Tusenvis av mennesker måtte flytte fra sine hjem til venner og bekjente, hoteller eller tilfluktsrom. Av disse søkte 25.000 ly i tilfluktsrom i forskjellige perioder av krisen, og ytterligere 3.750 mennesker kom til tilfluktsrommene for å få mat. Offentlige tjenester foretok ca 8.000 hjembesøk for å undersøke situasjonen hos utsatte personer.

Kulden forårsaket likevel bare ett dødsfall i Stor-Montréal. Hele situasjonen forårsaket mellom 25 til 34 dødsfall på landsbasis<sup>3</sup>. I alt tydde 100.000 mennesker til tilfluktsrom i Canada. Flere millioner mennesker måtte forlate sine hjem i perioder. I tillegg ble matforsyning, nødstrøm, ved, sosialhjelp og pengehjelp, offentlig sikkerhet, vare- og tjenesteforsyning og offentlig telekommunikasjon kritiske ressurser med til dels store akutte mangler<sup>4</sup>. På det meste var ca 15.000 militære og 37.000 sivile mannskaper involvert i krisehåndteringen<sup>5</sup>.

Det ble brukt over 500 strømgeneratorer, mange av disse for å berge husdyrbesetninger. Over 100.000 telefonlinjer ble brutt, hovedsaklig på grunn av strømbrudd og 4.000 stolpebrudd i telenettet. Det tok 14 dager å reparere dette. Likevel klarte Bell Canada å opprettholde fungerende telekommunikasjon til 98% av sine kunder på landsbasis.

I de rammede områdene klarte 90% av befolkningen seg uten assistanse. 40% klarte å varme boligen uten strøm. 10% av befolkningen hadde behov for hjelp, og brukte en eller annen form for tilfluktsrom eller annen offentlig støtte<sup>6</sup>. På det verste kunne nesten en femtedel av hele Canadas befolkning ikke gjennomføre en normal arbeidsdag (6). I gjennomsnitt var disse borte fra arbeidet i 5 arbeidsdager. Situasjonen førte til en sterk midlertidig ubalanse i arbeidsmarkedet, idet inntil 2,3 millioner arbeidstimer gikk tapt på grunn av nødvendige permitteringer, samtidig som personer med vital kompetanse i situasjonen arbeidet over 1,7 millioner overtidstimer.

Stormen kostet provinsregjeringen i Québec ca 1.443 milliarder CAN\$ (kanadiske dollar), inklusive støtteordninger. Alle kostnader for Québec, private og offentlige, er estimert til et samlet beløp på ca 3 milliarder CAN\$<sup>7</sup>. Likevel er den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden ikke så høy. Netto tap i BRP (Brutto Regional Produkt) for januar 1998 var på ca 390 millioner CAN\$<sup>8</sup> i forhold til tidligere prognose, med et ekstraordinært oppsving i perioden februar – april, slik at tap i BRP på dette tidspunktet stabiliserer seg på ca 285 millioner. Dette vil si at nettokostnaden for isstormen tilsier et tap på 0,18% i forhold til BRP for hele 1997 (7). Detaljhandelen led et netto tap på ca 0,3%, mens kraftproduksjonen led et netto tap på nesten 4%. Industrien og særlig bygg- og anleggsbransjen opplevde derimot en viss vekst, ettersom det ble noe større etterspørsel etter deres tjenester enn normalt. Hendelsen førte til at Hydro Québec

<sup>2</sup> Uttalt av Pierre Bourque, ordfører i Montréal, under The International Conference on Disaster Management and Medical Relief, Amsterdam 1999.

<sup>3</sup> Avhengig av hvilken kilde en bruker

<sup>4</sup> Florent Gagné, viseminister, Ministère de la Sécurité Publique, forelesning ved 8 verdenskonferanse for krisehåndtering, organisert av Canadian Centre for Emergency Preparedness.

<sup>5</sup> Ministère de la Sécurité Publique, Québec; Marc Lavallée, formidlet til BAS3.

<sup>6</sup> Ministère de la Sécurité Publique, Québec; Marc Lavallée, formidlet til BAS3.

<sup>7</sup> Ministère de la Sécurité Publique, Québec; Marc Lavallée, formidlet til BAS3.

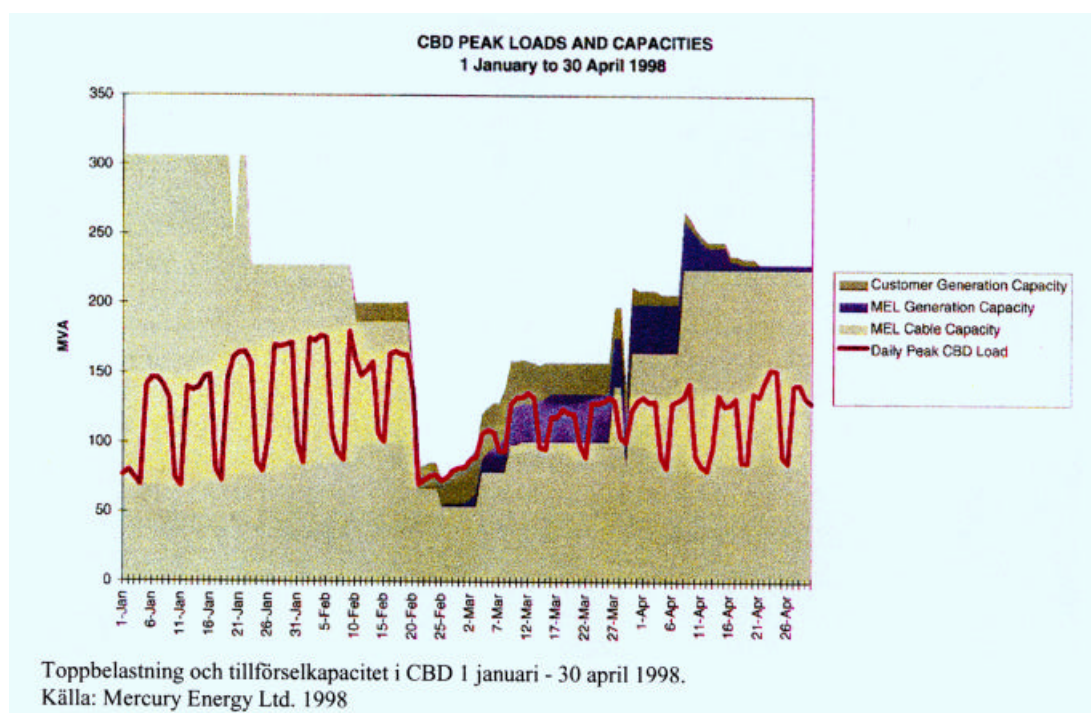
<sup>8</sup> 1998-\$. Statistikken bruker 1992 som indeks-år. I 1992-\$ er beløpet 365 millioner CAN\$.



i ettertid fant det nødvendig å investere mer enn 800 millioner CAN\$ i et forsterket høyspentnett<sup>9</sup>. Dette arbeidet pågår ennå i skrivende stund.

### 2.3 Kabelbruddene i Auckland, New Zealand 1998 (8) (9) (10)

20 februar 1998 gikk strømmen i Auckland sentrum, etter en serie kabelfeil som begynte 22 januar. Auckland er New Zealands finansielle hovedstad med ca 3 millioner innbyggere. Det var i hovedsak finansdistriktet (ca 3 km<sup>2</sup> med ca 120 kvartaler) som ble rammet. Man lyktes i å gjenopprette om lag en tredjedel av forsyningen i løpet av 3 dager. Denne ble strengt rasjonert ved soneutkobling. Strømforsyningen ble først normalisert etter 5 uker, 27 mars. Det er sommer i New Zealand på denne tiden, og februar måned 1998 var den varmeste måneden siden 1868. Strømforbruket var høyere enn normalt på grunn av bruk av klimaanlegg. Situasjonen førte ikke til tap av menneskeliv eller skader på mennesker. Figur 2.4 viser hendelsesforløpet i stort:



Figur 2.4 Last og kapasitet i Auckland etter kabelbruddet (10)

Den normale transportkapasiteten inn i området er ca 300 MVA. Den normale lasten på dagtid er ca 150 MVA. Strømmen transporteres i 2 gassfylte kabler på 110 kV med kapasitet på 50 MW hver, 2 oljefylte kabler på 110 kV med kapasitet på 60 MW hver, 1 kabel på 22 kV med kapasitet 40 MW og enkelte mindre forbindelser.

20 januar falt en av 110 kV-kablene midletidig ut p g a anleggskade. 22 januar falt neste 110 kV-kabel ut på grunn av materialsvikt, og 9 februar falt enda en 110 kV-kabel ut. Dette førte til akutte problemer, og det ble krevd en lastreduksjon på 10%. Man fikk til 15% på frivillig basis. På dette tidspunktet ble høyt prioriterte reparasjoner og installering av reservekraft startet opp. 19 februar ble det på ny brudd i den første kablen. De siste bruddene skyldtes materialsvikt på grunn av overbelastning. På dette tidspunktet forsvant strømmen totalt i det berørte området. 20 februar falt den siste 110 kV kablen ut på grunn av overoppheting . Kun 22 kV-forbindelsen og

<sup>9</sup> Blant annet investeres det i master som hindrer kaskadefeil i linjenettet ved nedising.

de mindre forbindelsene var nå i drift. Det første døgnet var det kun virksomhet med installert reservekraft som fungerte.

Strømbortfallet skyldtes i hovedsak dårlig vedlikehold hos leverandøren Mercury Energy i et deregulert bransjeregime. Det måtte bygges en ny provisorisk kabelforbindelse på 120 kV inn til området. Denne ble satt i drift 27 mars. Samtidig klarte man å reparere en av de gamle kablene og sette den i drift med redusert last 7 mars.

Det er interessant å merke seg at det ble installert og drevet nærmere 50 MVA nødstrøm i løpet av kort tid. Dette belastet imidlertid kapasiteten til å levere drivstoff til bristepunktet. Aggregatene slukte 130 m<sup>2</sup> diesel i døgnet, og tankbilkapasiteten ble i knappest laget. Avgassene fra aggregatene førte til et lokalt smogproblem. Det ble i alt installert 58 større aggregater og 5 transformatorer. I tillegg ble generatorene fra en ferge koblet til et koblingsanlegg i havna. Dette lot seg gjøre fordi det var forberedte planer for en slik løsning.

27 mars var akutfasen av krisen over. Det var imidlertid kortvarige forstyrrelser i strømforsyningen helt til mai. Normal drift var ennå ikke etablert i september.

Alle virksomheter i området, med ca 66.000 arbeidsplasser i ca 8.500 virksomheter, ble rammet og ble oppfordret til å etablere seg midlertidig utenfor området. Auckland University og Auckland Institute of Technology, med ca 35.000 studenter, ble også rammet. I tillegg er det normalt ca 5.000 fastboende (i leiligheter i høyhus) og 2.000 hotellgjester i området. De store nasjonale eller internasjonale aktørene taklet situasjonen, riktignok med betydelige kostnader, blant annet ved å flytte virksomhet over til egne kontorer i Wellington. Småbedrifter innen servicenæringene hadde de største problemene, og flere gikk konkurs. Detaljhandelen estimerte sine umiddelbare samlede tap til 60 millioner NZ\$ (New Zealand-dollar) per uke. 50% av kontorvirksomheten flyttet helt ut, og 80% av all virksomhet flyttet hele eller deler av personalet.

I tillegg ble politiet, brannvesenet, sivilforsvarets hovedkontor, to større sykehus, eiendomsregistret og det statistiske sentralbyrået rammet. Allment førte strømbuddet til økt brannrisiko og improvisasjoner i strømtilførsel. Området opplevde økt tankbiltrafikk med farlig gods, og det ble problemer med infisert drikkevann. Togtrafikken kunne heller ikke gå inn til sentralstasjonen. På pluss-siden kan nevnes at kriminaliteten i området sank til tilnærmet null. Telesektoren klarte seg relativt bra på grunn av mye installert og improvisert reservekraft. Auckland havn klarte å opprettholde nesten normal drift på kun nødstrøm.

Det rammede området domineres av høyhus. Disse mistet lys, heis, klimaanlegg, elektroniske låser, alarmer/sikkerhetssystemer og vann og avløp. De fastboende fikk problemer med oppbevaring og tilberedning av mat, oppvask, varmtvann, heiser, stengte bankfilialer og ikke operative bankautomater. De fleste flyttet ut, men klarte seg på egen hånd. Kun 10-15 personer hadde behov for innkvartering.

De samfunnsøkonomiske konsekvensene ble preliminært anslått til ca 0,1% av BNP. Situasjonen rammet 14% av alle sysselsatte i Auckland (ca 4,8% på nasjonal basis).

Denne hendelsen er interessant som et eksempel på muligheter og begrensinger i forbindelse med å holde et samfunn i gang med redusert krafttilførsel. Det er verdt å merke seg at bruken av diesellaggregater, selv i et så lite område, strakk forsyningskapasiteten til bristepunktet.

## **2.4 ConEd, New York 1977 (11)**

13 juli 1977 gikk strømmen i New York City og i forstaden Westchester County. Flere svikt hos Consolidated Edison (ConEd) ga konsekvenser for mer enn 8 millioner mennesker, som mistet strømmen i en periode på mellom 5 og 25 timer.

Kl 20.37 ble to høyspentledninger truffet av lynnedslag. To linjer til ble truffet av lynnedslag kl 20.56. Systemvernet slo ikke ut slik det skulle ha gjort, med den konsekvens at feil kaskaderte i hele systemet. Kl 21.35 ble hele systemet svart. Strakstiltak for å forsøke å kontrollere situasjonen førte til ødeleggelse av komponenter, og senere forsøk på å gjenopprette kraftleveransen ble forsinket av dette og av manglende nødstrøm. Først kl 14.00 neste dag var leveranser av betydning gjenopprettet. Kl 23.00 samme dag var situasjonen normalisert.

Ingen liv gikk tapt, men det ble omfattende økonomiske tap, ikke minst fordi situasjonen ble utnyttet av kriminelle. Mørkleggingen slo ikke ut telefonsystemet med nødnummer og radiokringkastingen, men TV-sendinger ble umuliggjort på grunn av manglende lys i studio. Telefonnettet ble meget sterkt belastet av henvendelser fra publikum og presse til offentlige myndigheter. Nødetatene hadde eller fikk raskt tilgang på nødstrøm, og kunne fungere tilnærmet normalt. En del helseinstitusjoner hadde bruk for ekstern nødstrøm, og fikk hjelp av politiet som hadde slik kapasitet. ConEd hadde et lager på ca 50 mindre nødstrømaggregater, og plasserte ut 18 av disse.

ConEd hadde en prioriteringsliste over viktige brukere og hadde forberedte tiltak for å sikre strøm til flyplasser, broer, gassverk, brannvesen, helsevesen, politi, fengsler, vann og kloakk. Flyplassene hadde nødstrøm, men måtte stenge fordi anti-kollisjonslys på omliggende bygningsmasse sloknet. Drivstoffleveranser for offentlig bussdrift måtte hentes utenfra, men buss, manøvrerbare broer og havnevesen fungerte. Snarrådige innsats fra trafikkleddelsen i T-banen forhindret en større krisesituasjon. I det strømforstyrrelsene begynte var det 213 togsett i drift. Disse ble øyeblikkelig beordret til å stanse på nærmeste stasjon og evakuere. Det var kun 7 togsett som ikke rakk dette før strømmen gikk for godt. I disse togsettene var det i underkant av 1.000 personer, som ble evakuert innen kl 12.00 neste dag uten noen skader. Det ble sendt inn nødpumper som holdt tunnelene tørre.

## **2.5 Frankrike 1999 (12) (13)**

Mellom 25 og 28 desember 1999 gikk det to orkaner over Frankrike, den første over Bretagne, Normandie og Paris-området mot Syd-Tyskland, og den andre fra Bordeaux/Gironde-området i Sydvest-Frankrike over til Alsace og inn i Syd-Tyskland. Det ble store skader på kraftdistribusjonen i hele området, men Gironde-området ble hardest rammet.

Orkanene ødela 280 høyspentmaster på 225 og 400 kV-nivå, og 22.000 master med lavere spenningsnivå i Frankrike. 3,4 millioner husholdninger, tilsvarende ca 10 millioner mennesker, mistet strømmen. Det ble reagert raskt på situasjonen. Blant annet ble ca 5.000 strømaggregater



hentet inn fra inn- og utland. I tillegg ble 14.000 reparasjonsmannskaper mobilisert, både sivile og militære, inkludert nesten 2.000 fra de fleste omkringliggende land (blant annet fra London Electricity og Technisches Hilfswerk (THW)<sup>10</sup>). Omlag 1 million kunder fikk tilbake strømmen dagen etter at vinden hadde gitt seg, mens ca 640.000 husholdninger gikk gjennom nyttårshelgen uten strøm. De siste fikk igjen strømmen 14 januar.

Konsekvensene av strømbruddet kan oppsummeres som mangel på varmt vann, mangel på varme, hygieniske problemer, lysmangel og reduserte muligheter til å gå på jobben. I alt ble 88 personer drept i løpet av denne hendelsen, primært på grunn av kraftig vind. Dødsfall som direkte konsekvens av strømbruddet er ikke kjent.

Det ble estimert at hendelsen kostet samfunnet over 45 milliarder FFR (franske franc), hvorav en tredjedel var kostnader forbundet med skader på kraftforsyningen. Det ble likevel ikke regnet med særlige effekter på BNP.

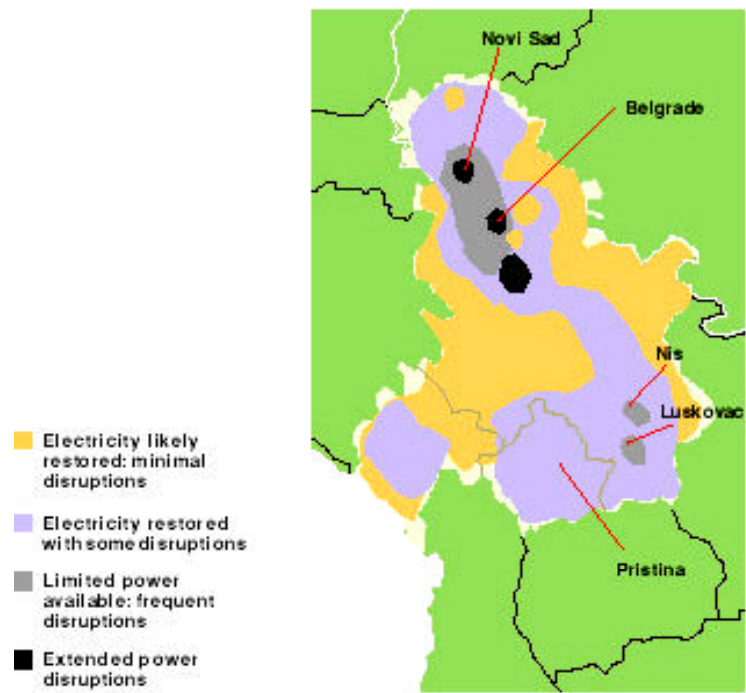
## **2.6 Serbia etter Kosovo-krigen (14) (15) (16)**

Avsnittet omhandler primært Serbia etter 1999. Jugoslavia har vært i en tilnærmet konstant krigssituasjon siden slutten av 80-tallet, da Slovenia som den første delrepublikken brøt ut av føderasjonen. Det sto ikke godt til med den jugoslaviske økonomien allerede på dette tidspunktet. Etter å ha vært involvert i krigføring og blitt utsatt for økonomiske sanksjoner i den påfølgende tiden, var økonomien videre forverret forut for Kosovo-krigen. Økonomien var også gjennomsyret av korrupsjon og mafiavirksomhet. Den "hvite" serbiske økonomien har vært i fritt fall i denne perioden, med de samfunnsmessige konsekvenser dette har. Det er derfor vanskelig å estimere hva Kosovo-krigen betydde i tillegg.

NATOs angrep på Serbia i denne krigen rettet seg mot mange mål, også innen sivil infrastruktur. Effekter av dette kan derfor ikke uten videre føres tilbake til ødeleggelser i strømforsyningen alene. Det er tentativt estimert at BNP for Jugoslavia falt med ca 20% bare i 1999. Det var særlig rundt storbyene Beograd, Novi Sad og Niš, samt gruvebyen Bor, at kraftstasjoner, transformatorstasjoner og viktige linjestrekk ble angrepet (se Figur 2.5).

---

<sup>10</sup> THW minner om det norske Siviltforsvarets fredsinnsettingsgrupper (FIG) i sin organisasjon, men THWs innsatsgrupper er mer spesialiserte. THW har over 800 grupper på 40 frivillige mannskaper hver, hvorav 66 grupper er spesialiserte på reparasjon av kraftforsyningens infrastruktur.



*Figur 2.5 Effekter av angrep på kraftforsyningen i Serbia (16)*



*Figur 2.6 Myke bomber med metalltråder*



*Figur 2.7 Bombing av serbisk transformator*

I startfasen ble ca 70% av strømforsyningen i Serbia slått ut, primært med hjelp av myke bomber som kortsluttet bryterfelt (Figur 2.6). Ødeleggelsene ble vedlikeholdt ved gjentatte angrep, som etterhvert også inkluderte bombing og permanent ødeleggelse av transformatorer (Figur 2.7). Spesielt Beograd-området ble hardt rammet. På kort sikt lyktes man i å gjenopprette sporadisk kraft til prioritert offentlig virksomhet som sykehus og trafikksystemer, delvis ved hjelp av nødstrøm. Strøm til husholdninger og alminnelig næringsvirksomhet var ikke mulig.

Etter krigen har man forsøkt å holde en ”normalisert” strømforsyning i gang. En blanding av dårlig økonomi og vanstyre gjør likevel at kun 30% av skadene er reparert (høsten 2000). Hele kraftnettet i Serbia er i dag ekstremt ustabil, og står i fare for å bryte sammen. Hyppige strømbrudd er vanlig. ”Kreative” løsninger med hensyn til alternativ oppvarming er blitt vanlige, men disse er ofte hasardiøse. De generelle samfunnsmessige konsekvensene skiller seg ikke i prinsippet fra det som er beskrevet i andre scenarier ovenfor, de melder seg bare i større omfang og over lengre tid.

## 2.7 Fellestrekk

Alle eksemplene ovenfor, bortsett fra situasjonen i Serbia, beskriver alvorlige strømbrudd i fred. I de fleste tilfeller skyldes disse dårlig vær. I noen tilfeller er også dårlig vedlikehold eller mangelfull kompetanse forsterkende faktorer. Den bakenforliggende årsaken til det siste må være ledelsesstrukturer som har minsket oppmerksomheten omkring teknisk pålitelighet. I de siste årene er oppmerksomheten i økende grad fokusert omkring kostnadsreduksjon og overskudd. Dette kan føre til uheldige konsekvenser, som vist i eksemplene over.

I de fleste tilfellene får ca 90% av de som er rammet av strømstansen strømmen tilbake innen en uke eller mindre. Det tar imidlertid ca en måned før alle har strømmen tilbake. Denne generelle observasjonen gjelder ikke dersom kompliserte komponenter er ødelagt i utstrakt grad. Da tar det lengre tid. Auckland-tilfellet viste at det er åpenbart at høyspente jordkabler må regnes som kompliserte komponenter. Langsiktig rekonstruksjoner eller bedringer av robustheten i systemet tar gjerne måneder eller år, da større investeringer er nødvendige.

Det er åpenbart at byområder blir hardere rammet av strømstans enn landsbygda, da byene har mange viktige virksomheter plassert på et lite område. På den annen side blir gjenoppretting av strømforsyning prioritert i byområdene, slik at kritiske virksomheter som regel får strømmen tilbake først. Det er typisk at slike situasjoner fører til en rask kraftsamling av reserve- og reparasjonsressurser, svært ofte av internasjonal karakter og med omfattende mannskapsinnsats. I tilfelle anslag mot kraftforsyningen i forbindelse med en sikkerhetspolitisk krisesituasjon vil denne muligheten være sterkt begrenset.

Langvarig strømbrudd vil øke den generelle risiko i samfunnet til en viss grad. Andre ulykker kan direkte eller indirekte ha noe med strømbruddet å gjøre, og blir en god del mer sannsynlige. Nødetatenes evne til å respondere på ulykker og andre kriser vil være svekket. Strømbrudd kombinert med svært lave temperaturer utgjør en potensiell katastrofesituasjon med hensyn til liv og helse, mens strømbrudd i varmt vær ikke har like store konsekvenser. Det synes å være karakteristisk at strømbrudd i seg selv ikke nødvendigvis skaper katastrofesituasjoner. Strømbruddet må være kombinert med andre negative faktorer for å forårsake dette.

I situasjonene beskrevet ovenfor har samfunnets teletjenester ikke vært utsatt for den tilstand av totalt havari som man kanskje kunne ha forventet, gitt teletjenestenes avhengighet av kraft. Årsaken til dette er sannsynligvis godt utbygd nødstrøm hos teleoperatørene. Tilgang på teletjenester på et tilstrekkelig nivå har sannsynligvis vært avgjørende for den raske gjenopprettelsen av kraftforsyningen som er observert.

Selv relativt omfattende strømbrydd produserer kun marginale makroøkonomiske effekter for samfunnet. På lang sikt er det ikke engang gitt at disse effektene er negative. For den *enkelte* økonomiske aktør, spesielt i handels- og servicenæringen, kan imidlertid slike strømbrydd være svært alvorlige. Langvarig strømbrydd vil ruinere bedrifter som opererer på små marginer. Den økonomiske aktiviteten i den sonen som er uten strøm vil i stor grad stoppe opp. Det vil oppstå store forstyrrelser i arbeidsmarkedet.

I krig vil skade på kraftforsyningen bli svært omfattende, og konsekvensene vil bli meget store. Det gir imidlertid liten mening i å skille disse fra andre skader som også oppstår, da det er lite realistisk at det kun er kraftforsyningen som angripes. I den grad tidligere kriger er en relevant målestokk, tar det ca en generasjon med målbevisst arbeid å komme på fote igjen etter en krig som har vært "total", d v s at hele samfunnet har vært angrepet.

### 3 SÅRBARHETEN I NORSK KRAFTFORSYNING

BAS-prosjektene skal vurdere sårbarheten overfor trusler som kan oppstå i hele utfordringsspekteret, fra fred til krise og krig. I denne tilnærmingen kan "alt" skje, fra naturens påkjenninger til omfattende krigshandlinger på norsk territorium utført av en ressurssterk statlig motstander. Ut fra tradisjonell BAS-tenking har en fokusert lite på ytterpunktene i utfordringsspekteret (hhv teknisk svikt i fred og en omfattende krigssituasjon). Trusselvurderingen er derfor i hovedsak gjort opp mot hendelser som oppstår i gråsonesituasjonen mellom fredstid og den erklærte krigstilstand mellom Norge og en annen stat. I dette vurderes også større trusler fra naturens side (eksempelvis en stor storm).

I gråsonesituasjoner kan det oppstå ulike tekniske trusler, som omfatter påkjenninger med ulike egenskaper. I analysene er følgende kategorier for direkte trusler benyttet:

- Fysiske trusler; direkte fysisk våpenvirkning (konvensjonelle våpen, missiler, eksplosiver, grafittvåpen o l) samt påvirkninger fra vind og vær
- Elektromagnetiske trusler; jamming og bruk av elektromagnetiske strålingsvåpen
- Logiske trusler; bruk av ulike former for programvare eller programvarebasert maskinvare som virkemiddel til å ødelegge eller degradere IT-systemer.

En gjennomgang av norsk kraftforsyning viser at anslag mot enkeltanlegg er lett gjennomførbare, og i de fleste tilfeller ikke særlig ressurskrevende. Det er mulig å ta ut hvilket som helst enkeltanlegg i kraftforsyningen i Norge dersom en går inn for det, og i mange tilfeller selv med bruk av enkle midler. Konsekvensene av slike enkeltfeil er imidlertid mer usikre.

Sårbarheten i norsk kraftforsyning er i stor grad avhengig av hvor lang tid samfunnet takler et bortfall av elektrisk kraft. Det er mulig å sette kraftforsyningen i større regioner ut av spill med

et fåtall anslag, særlig i perioder med høyt kraftforbruk. Normalt vil det imidlertid være mulig å reetablere forsyningen i løpet av kort tid, maksimalt et par dager. Dersom en vil oppnå lengre utfall er det som regel mest effektivt å gå nær det området en ønsker å lamme, og gjøre mange samtidige anslag der.

Som diskutert i kapittel 2.7 kommer gjerne de store konsekvensene av strømbrudd når byer og tettsteder rammes. Nettet inn til de største norske byene er godt dimensjonert, og for disse kreves det mange samtidige anslag for mørklegging over lengre tid. Like bekymringsfullt er det kanskje at middelstore byer i mange tilfeller kun har én tilførselstrasé inn, eller er avhengig av kun én transformatorstasjon. Her kan langvarige strømbrudd oppnås med et minimum av innsats. I flere tilfeller finnes det heller ingen lokal kraftproduksjon på disse stedene, slik at man er avhengig av krafttilførsel fra hovednettet.

De virkelig store utfordringene for kraftforsyningen oppstår først ved samtidige anslag mot ulike delsystemer. Dette er ikke minst aktualisert av den stadig økende avhengigheten man ser av informasjons- og kommunikasjonsteknologi i driften av kraftforsyningen. Fra driftssentralene kan operatørene kontrollere både kraftproduksjon og fordeling av kraft via datamaskiner. Dette gir effektive løsninger for drift av kraftforsyningen i hverdagen. Et slikt fjernstyringskonsept gjør imidlertid kraftforsyningen svært sårbar overfor ekstremisituasjoner med samtidig svikt i driftssystemet og i den fysiske infrastrukturen.

#### **4 KONSEKVENSER FOR SAMFUNNET - VERDIER OG VIRKSOMHETER SOM RAMMES HARDEST AV BRUDD I KRAFTFORSYNINGEN**

Dette kapittelet baserer seg i stor grad på tidligere svenske utredninger (17) (18).

##### **4.1 Dominante verdier**

Konsekvensene av alvorlige, uønskede hendelser må ses i forhold til hvilke verdier som blir truet av dem. Verdien må være svært viktig for samfunn og individ for at det skal gi mening i å diskutere konsekvenser. Det norske samfunnets dominante verdier kan oppsummeres slik (19):

- Liv, folkehelse og velferd
- Livsmiljøet
- Det demokratiske system og dets lovlige institusjoner
- Nasjonal styringsevne og suverenitet
- Landets territoriale integritet
- Materiell og økonomisk trygghet
- Kulturelle verdier

Alle disse verdiene er høyt verdsatt og prioritert. I normale situasjoner i fred er det bestandig liv, folkehelse og velferd som prioriteres høyest. Krisesituasjoner i fred utgjør som regel en akutt utfordring mot denne verdien. Sekundært kan kriser i fred for eksempel også true livsmiljø eller materielle og økonomiske verdier.

Sikkerhetspolitiske kriser er et eksempel på utfordringer som gjør bildet mer komplisert. Det må da gjøres konkrete avveininger mellom alle de verdiene som er nevnt ovenfor. Det er da ikke uten videre gitt hvilke av dem som prioriteres høyest, selv om for eksempel nasjonal styringsevne, suverenitet og landets territorielle integritet får meget stor oppmerksomhet.

## 4.2 Telekommunikasjon og informasjonsteknologi

FFIs BAS-prosjekter har påvist den sterke gjensidige avhengigheten mellom kraft, telekommunikasjon og informasjonsteknologi. Dette er også påpekt i Sårbarhetsutvalget (19) og av Nærings- og handelsdepartementet (20). Viktige virksomheters avhengighet av kraft er gjerne sterkt korrelert med deres avhengighet i forhold til fungerende offentlig telekommunikasjon.

Ved strømbrudd vil datamaskiner uten nødstrøm stanse umiddelbart, og data som ikke er lagret vil gå tapt. Maskiner tilkoblet batteribank (UPS<sup>11</sup>) vil kunne foreta en kontrollert nedstenging og redde aktive data. Datamaskiner tilkoblet batteribank og nødstrømaggregat vil kunne driftes som normalt. Funksjoner som er avhengige av disse datamaskinene vil i det siste tilfellet ha forutsetninger for å fungere. Dette gjelder for eksempel telekommunikasjon. Teleoperatørene har som hovedregel nødstrøm på sine vitale sentraliserte komponenter, for eksempel svitsjene. Vanlig analog telefoni vil derfor normalt fungere ut til abonnent ved strømbrudd. Lokal telefonsentral eller andre applikasjoner hos abonnent som forutsetter lokal strømforsyning, vil bare fungere dersom abonnenten har pålitelig nødstrøm. Digitale tjenester som e-post og Internett vil bare fungere dersom abonnenten selv har strømforsyning. Mobiltelefonisystemenes basestasjoner har batterireserve for kortere tidsrom. Dersom strømbruddet varer utover batterikapasiteten må det plasseres aggregater på basestasjonene for at disse ikke skal falle ut.

Ved et lengre strømbrudd kan kommunikasjonsbehov som krever mer avanserte tjenester enn vanlig analog telefoni bli umulig å formidle eller bli sterkt forsinket.

## 4.3 Husholdningene

Husholdningene forbruker drøyt en tredjedel av den elektriske kraften i Norge (21). 41% av denne kraften går til direkte oppvarming, 24% går til varmtvann og 11% går til belysning (22). Nærmere 70% av oppvarmingsbehovet i boligene dekkes av elektrisitet. Dette er en situasjon som har utviklet seg over de siste 40 årene, delvis av økonomiske årsaker fordi kraft har vært billig og lett tilgjengelig, men også av miljøpolitiske hensyn. Alternativet til elektrisk oppvarming er i de fleste tilfeller olje eller fast brensel som gir luftforurensinger. I storbyene har policyen vært å unngå slik fyring. I Oslo var det f.eks. i en årrekke forbud mot å oppføre boliger med pipe. Store deler av boligmassen i Oslo har derfor ikke opplegg for å bruke andre energikilder enn elektrisitet. Dette gjelder særlig boligblokker i drabantbyene. Likevel produserer vedfyring i Oslo 43% av svevestøvet i byen (23).

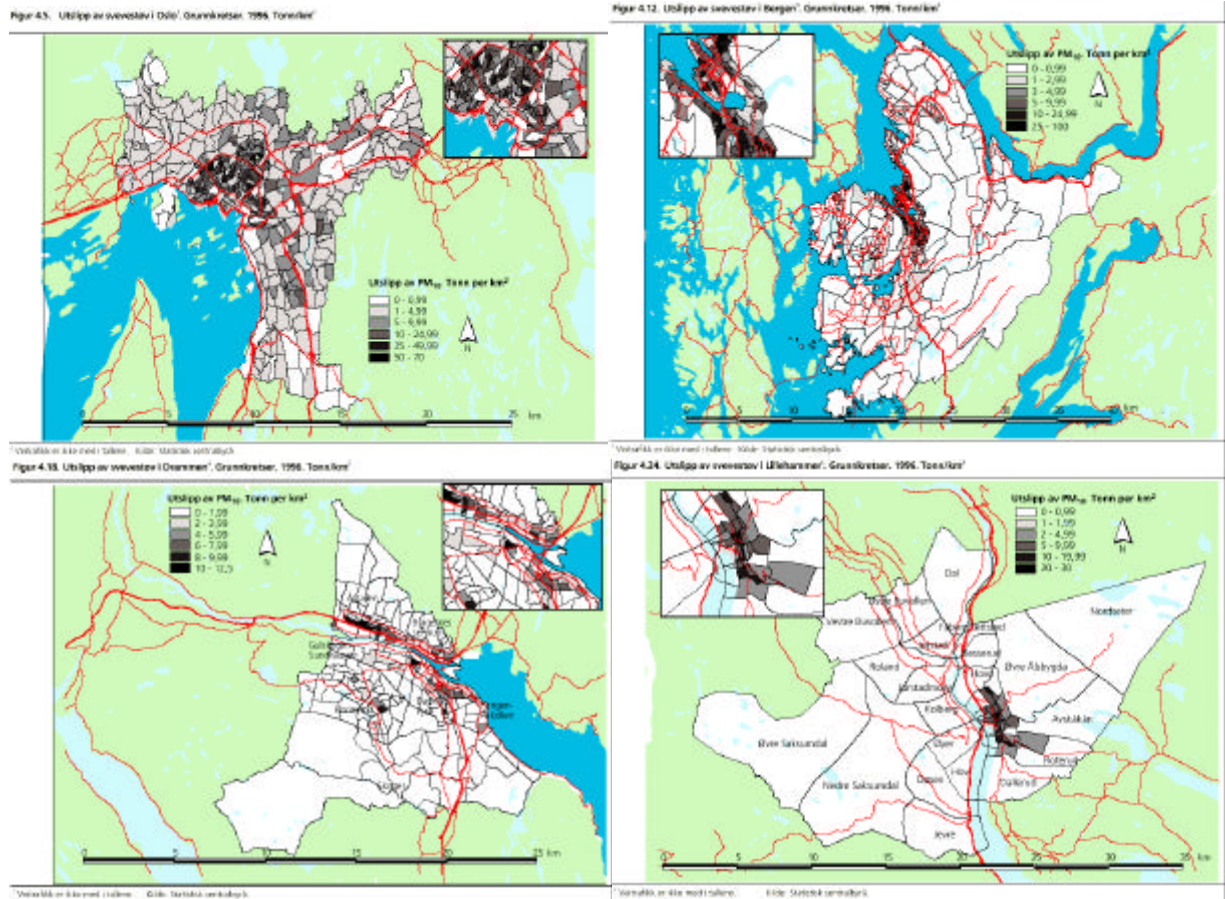
Tendensen er klar i alle byene i Figur 4.1. Det er de eldre, sentrale deler av byene som produserer mest av det boligrelaterte svevestøvet<sup>12</sup>. De spesielle topografiske forholdene i Oslo-gryta gir dårlig gjennomlufting og bidrar sterkt til den store konsentrasjonen av svevestøv. Det er fremdeles ikke vanlig at boligblokker bygges med pipe. Dette gjør mye av boligmassen i

<sup>11</sup> Uninterruptable Power Supply

<sup>12</sup> M a o der man fyrer mest med fast brensel



storbyene potensielt sårbar overfor langvarige strømbrudd, spesielt om vinteren. På landsbasis har 18,2% av husholdningene kun mulighet for oppvarming med strøm (22). Imidlertid er også oljefyrt sentralvarme som regel avhengig av strøm til drivstoffpumper og sirkulasjonspumper for å kunne fungere. På landsbasis har drøyt 28% av husholdningene oljefyr, mens over 70% av husholdningene har mulighet til å supplere fyringen med fast brensel (22). Det siste gjelder neppe i byene.



Figur 4.1 Svevestøv i Oslo, Bergen, Drammen og Lillehammer, vegtrafikk ikke inkludert (23)

Konsekvensene av bortfall av kraft i boliger vil være avhengig av årstid og utetemperatur. Det sier seg selv at manglende mulighet til oppvarming primært vil være kritisk om vinteren. Svenske data viser at innetemperaturen i en dårlig isolert bolig vil synke fra 21,5°C til 10°C på mindre enn 12 timer dersom utetemperaturen er - 20°C (17). Hvis den generelle innetemperaturen blir lavere enn dette blir det vanskelig å bo normalt i boligen. Tilsvarende nedkjølingstid for en meget godt isolert blokkleilighet er ca 48 timer, mens 24 timer er et mer realistisk tall for en gjennomsnitts blokkleilighet. Hvis temperaturen innendørs går ned mot 0°C fryser vannet og toaletter kan ikke brukes. Boligen må sannsynligvis evakueres på dette tidspunktet. For de dårligst isolerte boligene vil dette skje innen et døgn under de forutsetninger som er nevnt. Det er ingen grunn til å tro at norsk boligstandard skiller seg vesentlig fra den svenske på dette området.

I de større byene vil derfor et strømbrudd på mer enn 24 timer en kald vinterdag kunne skape store utfordringer for samfunnet. Dersom strømbruddet varer lenger enn 48 timer begynner store deler av den boligmassen som kun kan varmes med strøm å bli ubeboelig. Befolkningstetthet og

standardisert bygningsmasse i byområder gjør det vanskelig å finne individuelle løsninger<sup>13</sup>. Store deler av befolkningen må samles provisorisk i lokaler som kan varmes opp. Ved isstormen i Canada gjaldt dette ca 10% av de rammede menneskene. Erfaringene fra Canada viser at dette fører til store forstyrrelser i folks mulighet til å gjennomføre en normal arbeidsdag, fordi man må bruke mye tid til å dekke primærbehov. Det er også økt sannsynlighet for at menneskeliv går tapt, primært på grunn av ihjelfrysing. Nedkjøling av boliger er derfor potensielt den mest alvorlige konsekvensen av langvarige strømbrudd.

#### **4.4 Vann og avløp**

I Norge vil neppe store deler av boligmassen bli rammet av vannmangel på grunn av strømsvikt. Topografien gjør at vannkildene oftest ligger høyere enn bebyggelsen, slik at vandistribusjonen ikke er avhengig av pumper. Vannverkene er likevel avhengig av kraft til rensing av vannet. Oslo er neppe representativt for hele landet, men her fins det dedikert reservekraft eller dieselaggregater tilstrekkelig til å sikre full drift, inklusive pumping til høydemagasiner. I de deler av landet som er avhengig av vanntårn og pumper kan det bli slutt på tilgjengelig vann i løpet av få timer, dersom vannforsyningen ikke er utstyrt med nødstrøm på alle relevante komponenter (17).

Som hovedregel vil de samme topografiske forhold gjøre at avløp og kloakk renner unna av seg selv ved strømbrudd. Imidlertid må man regne med at renseanlegg vil stanse opp, og at urensset kloakk slipper ut i naturen så lenge strømbruddet pågår og inntil renseprosessene er restaurert. Det kan ta flere uker å få i gang igjen biologiske renseprosesser (17). Kortvarige utslipp av urensset kloakk medfører sjelden alvorlige og langsiktige miljøkonsekvenser. Det er vedvarende utslipp som skader miljøet.

#### **4.5 Heiser og alarmer**

Når strømmen går stanser heiser, og de som måtte befinne seg i dem blir fanget. Dersom det ikke fins reserveløsninger for nødløys og heisalarm, kan dette bli en ubehagelig og langvarig opplevelse.

Andre alarmsystemer vil også slutte å fungere. Elektrisk adgangskontroll eller elektriske låser vil svikte med mindre det finnes batteribackup.

#### **4.6 Helse- og sosialinstitusjoner, trygd og sosialstønad (24)**

På lokalt nivå fins det kommunale legevakter og en del lokale sykehus. I prinsippet finnes det et sentralsykehus (av og til med flere geografisk adskilte avdelinger) i hver fylkeskommune og et regionssykehus i hver av de 5 helseregionene. 70% av alle innleggelser på sykehus dreier seg om øyeblikkelig hjelp. Bare ca 13% av sykehusene hadde i 1994 planer for interne kriser (for eksempel strømbrudd) som ble betraktet som holdbare. År-2000-forberedelsene har bedret dette, men potensialet for tap av menneskeliv ved strømbrudd i et sykehus er likevel til stede. Det er særlig akuttmottak, intensivavdelinger og operasjonsstuer som er sårbare overfor strømbrudd. Viktig utstyr vil stanse momentant dersom det ikke finnes nødstrøm<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> For eksempel består nesten hele bydel Romsås i Oslo av blokker med nesten lik utførelse, og med oppvarming basert utelukkende på elektrisitet.

<sup>14</sup> Se kap 7 om nødsstrøm



Ambulansetjenesten styres fra sykehusenes akuttmedisinske kommunikasjonsentraler (AMK-sentraler), styrt av fylkeskommunen. Strømbrydd kan eventuelt forstyrre nødnummertjenesten 113, kommunikasjon med ambulansene og kommunikasjon med andre nødetater.

Antall eldre i Norge har vært jevnt stigende etter krigen. Vel 200.000 av befolkningen er nå over 80 år. Kommunene har ansvaret for omsorgen med mennesker som bor på aldersinstitusjoner. I tillegg har kommunene ansvaret for omsorg for ca 17.000 psykisk utviklingshemmede, hvorav ca 11.000 bor på institusjon. I alt bor det ca 32.000 personer på sykehjem. Kommunale omsorgsinstitusjoner er bare unntaksvis utstyrt med nødstrøm som tillater drift under langvarig strømbrydd. Et omfattende strømbrydd vinterstid vil sannsynligvis gi behov for evakuering av institusjonene. I tillegg er det ca 142.000 personer som bor hjemme og mottar hjemmetjenester. Disse er sannsynligvis de første som må evakueres dersom boligene nedkjøles.

Normalt er administrativ saksbehandling på trygdekontorer og sosialkontorer avhengig av strøm til lokalt IT-utstyr og lokal strømforsyning til eventuell kommunikasjon med sentrale databaser og med betalingsformidlingssystemer. Utbetalinger er i hovedsak avhengig av fungerende betalingsformidling<sup>15</sup>. Rikstrygdeverket utbetaler ca 170 milliarder kroner årlig til noe i overkant av 1 million mennesker (25), og det finnes reservesystemer for å håndtere bortfall av hverdagens teknologiske støttesystemer.

#### **4.7 Offentlig orden og redningstjeneste**

Offentlige krisehåndteringsetater er som regel oppmerksomme på behovet for å kunne lede innsats fra lokaler som ikke har tilgang på ekstern kraftforsyning. Dette vil for eksempel gjelde de lokale redningssentralene (LRS) på politikamrene og brannvaktene. Disse vil også i stor grad kunne holde radiosamband internt til egne styrker i innsats<sup>16</sup>. Imidlertid er det påvist at etatene har behov for offentlig mobiltelefoni for å kommunisere seg i mellom, særlig på skadesteder (26). Ved strømbrydd er denne tjenesten særlig utsatt. Justisdepartementet utreder en felles kommunikasjonsløsning for nødetatene (TETRA), som kan bedre denne situasjonen dersom den blir innført og gis tilstrekkelig robusthet også ved strømbrydd.

Et omfattende strømbrydd vil øke den generelle risikoen i samfunnet. Sekundære uhellsituasjoner med varierende alvorlighetsgrad kan lett oppstå, og kriminelle elementer kan utnytte situasjonen. Nødetatene vil derfor være mer presset og ha lavere kapasitet enn normalt.

#### **4.8 Skoler og barnehager**

Skoler og barnehager opplever samme problem som boliger eller helseinstitusjoner ved strømbrydd, og nedkjøling om vinteren er hovedproblemet. Personalet er som regel svært raske til å sende barna hjem i slike situasjoner. Dette er ikke nødvendigvis en heldig løsning, fordi den i stor grad tvinger foreldre til å ta fri fra jobben for å ta seg av barna. I en litt mer omfattende situasjon kan dette få uheldige samfunnsmessige ringvirkninger på grunn av tapt arbeidsinnsats.

<sup>15</sup> Se kap 5.16 om betalingsformidling

<sup>16</sup> Kommunikasjonsløsningene er imidlertid ofte gammeldagse, med begrenset funksjonalitet, sikkerhet, kapasitet og rekkevidde. De kan ofte bli overbelastet i en omfattende situasjon.

Samtidig kan det være enklere å holde slike lokaler varme og sørge for felles forpleining enn å sende folk hjem til en nedkjølt boligmasse.

## 4.9 Miljø

Avbrutte eller havarete prosesser i industrien som følge av strømbrudd, eventuelt med avbrudd eller havari i renseprosesser, kan føre til betydelige utslipp i naturen av forurensende produkter. Dessuten vil det produseres en betydelig mengde avfall, bestående av uferdige og ødelagte produkter. Noen av disse kan være betydelig mer skadelige enn de ferdige produktene, og vil utgjøre et særskilt avfallsproblem.

### 4.10 Detaljhandel og servicenæring

Ved et strømbrudd vil hotell- og restaurantnæringen i prinsippet få de samme problemene som husholdningene, men i større skala for den enkelte virksomhet. Det kan bli umulig å fortsette driften hvis strømbruddet varer noe særlig lengre enn et døgn eller to. Mulighetene vil variere med forhold i den enkelte bedrift. Hvis kjøkkenet for eksempel er gassfyr, bedrer dette mulighetene.

På kort sikt vil mye av detaljhandelen kanskje velge å stenge fremfor å ta den belastningen det er å holde det gående uten strøm. Det er særlig belysning og eventuelt kjøling som kan bli kritisk.

Det vil oppstå mye ”plunder og heft” med å gå over til manuell kassedrift i stedet for elektriske kasser. Dette er ikke umulig, men det medfører forsinkelser, køer, risiko for feil og en betydelig oppgjørs- og sikkerhetsrisiko. Det kan oppstå mangel på kontanter tilstrekkelig til å drive en slik ordning. Imidlertid er det mulig å behandle betalingskort manuelt for å omgå dette problemet.

### 4.11 Spedisjon og transport (27)

I transportsektoren vil et strømbrudd først og fremst ramme omlasting på godsterminaler, systemer for trafikkontroll og databaserte logistikksystemer i transportnæringen.

De siste årene har det skjedd en revolusjon i den måten transport blir dirigert på. Datateknologien har muliggjort en stor grad av ”just in time”-logistikk, det vil si at varestrømmen beveger seg i en kontinuerlig flyt fra produsent til forbruker uten mellomlagring. Dette har i sin tur ført til omorganisering og rasjonalisering i transportbransjen. Mer gods kan flyttes med færre ressurser. Samtidig har teknologien muliggjort en rasjonell sammenfletting av flere transportbærere, slik at man får en økonomisk optimal, praktisk og rask transport. Det siste krever transportterminaler med stor omløpshastighet på omlasting og ekspedering av gods<sup>17</sup>. Dette krever mekanisk løfteutstyr, som vanligvis er elektrisk drevet. Speditører og godsterminaler er gjerne ikke forsynt med nødstrøm.

Strømbrudd vil føre til øyeblikkelig stans i systemer for datastyring og i løfteutstyr på terminalene. Til å begynne med vil man avvente gjenopprettet strømforsyning. Hvis situasjonen

<sup>17</sup> Et relativt ekstremt eksempel på dette er bagasjehåndteringssystemet på en storflyplass, hvor antallet kolli er veldig stort, og hvor det er svært høye krav til hurtighet og presisjon.

vedvarer, vil dette tvinge speditørene til å gå tilbake til fortidens manuelle styringsrutiner og til å hente inn tilfeldig arbeidskraft for manuell sjauing av last der dette er mulig. Det er imidlertid ikke enkelt å losse f eks et containerskip på denne måten. Dette vil redusere kapasiteten og øke sannsynligheten for feilforsendelser og tap av gods. Samlet sett vil neppe et omfattende strømbrudd stanse all transport. Derimot kan den samlede forekomsten av ”plunder og heft” bli så omfattende at den generelle transportkapasiteten reduseres kraftig. Det kan raskt bli behov for å prioritere transportbehov dersom strømbruddet varer lenger enn noen dager. Produksjonsprosesser som har gjort seg avhengig av ”just in time” leveranser vil få problemer.

Strømbrudd i terminal- eller stasjonsområder for persontransport vil gjøre driften av disse vanskelig, og de må sannsynligvis stenge så lenge strømbruddet pågår. Dette gjelder særlig underjordiske anlegg.

Som transportbærer er jernbanen (og tunnelbane og trikk) unik i den forstand at mesteparten av trafikken er avhengig av strøm for fremdrift. Den øyeblikkelige konsekvensen av strømbrudd er at vognsett blir stående, og vognsett som stopper opp i tunneler skaper spesielle utfordringer med hensyn til evakuering. Erfaringen fra New York tilsier at selv et lite antall vognsett kan inneholde mange personer, og at det tar tid å få dem ut. Det er ikke vanskelig å se for seg en situasjon hvor det sitter fast 20 000 personer i T-banetunnelene i Oslo.

Et strømbrudd som rammer trafikkstyringssystemer, særlig signalanlegg for jernbane og lufttrafikkontroll, har et potensial for å lage spektakulære ulykkessituasjoner. Derfor er det normalt at slike systemer er forsynt med nødstrøm, i hvert fall tilstrekkelig til å foreta en styrt avvikling av trafikken eller for å gå over til mer langsomme manuelle rutiner.

#### **4.12 Jordbruk (18)**

Noe av det første som blir rammet innen jordbruket ved kraftbrudd er husdyrbesetninger, særlig besetninger som er avhengige av ventilasjon og klimatisering (fjærfe og i noe mindre grad svin). Fjærfe kan begynne å krepere allerede etter en halv time. Etter noen timer vil også melkekyr begynne å få problemer på grunn av manglende melking. Hvis det tar for lang tid før melking skjer, vil dyrene ta skade av det, med permanente reduksjoner i avkastningen<sup>18</sup>. Melk må kasseres i store mengder på grunn av stans i meieriene og eventuelt manglende kjøling. Slakteferdige dyr må holdes igjen hos bonden på grunn av problemer hos slakterier og øvrig matvareindustri.

På noe lengre sikt og avhengig av årstid kan muligheter for å tørke og oppbevare avlinger bli skadelidende, med kvalitetsreduksjoner som følge. Vinterstid vil veksthusnæringen få ødelagt avlingene dersom strømmen er borte lenge nok til at plantene fryser. Ved - 20°C utetemperatur vil det skje i løpet av få timer.

#### **4.13 Industri (ferdigvarer og matvarer)**

Hvis vi ser bort fra prosessindustrien som omtales nedenfor, er ikke den øvrige industrien noen dominerende forbruker av kraft i Norge. Det meste av denne industrien vil stoppe opp ved et strømbrudd. Man bør spesielt være oppmerksom på at et langvarig strømbrudd vil påvirke

<sup>18</sup> Det er særlig faren for jurbetennelser som vil føre til permanent skade på dyrene.

matvareindustriens evne til leveranse. Verfts- og verkstedsindustrien, med sitt behov for løfting av tunge komponenter og elektrisk skjæring og sveising, vil også bli rammet.

#### 4.14 Olje og gass, drivstoffdistribusjon

Store deler av produksjons- og distribusjonsskjeden for olje- og gassprodukter gjennomføres uten bruk av og behov for kraft fra nettet. De få områdene i Nordsjøen som bruker kraft fra fastlandet kan drives videre med lokal gasskraft ved et strømbrydd. Gassterminalene i land er avhengige av kraft fra nettet for normal drift. I den grad disse ikke er forsynt med nødstrøm, har de i hvert fall den fordel at drivstoff til aggregater er lett tilgjengelig. Det er særlig pumpeutstyr som bruker strøm som er utsatt ved strømbrydd, og bensinstasjonene er særlig utsatt. Uten strøm vil det være vanskelig å få drivstoffet opp fra lagertankene. Olje- og energidepartementet fikk på 1980-tallet produsert et antall håndpumper for å sikre seg mot dette. Disse er utplassert og vedlikeholdes i sivilforsvarskretser eller hos brannvesen.

#### 4.15 Kraftkrevende råvareprosessering

Prosessindustrien bruker ca 40 TWh elektrisk kraft i året<sup>19</sup> og eksporterer ca 50% av vareeksporten (28). De viktigste bransjene er metallurgi, (papir-) masse og kjemisk råvareforedling. Det er ikke mulig å erstatte slike kraftmengder med noen form for lokal nødstrøm. En del prosesser kan bruke olje som varmekilde i stedet for strøm. Kraft tilknyttet kritiske prosesser er oftest bygd med stor grad av avbryttsikkerhet i en robust lokal infrastruktur på nettsiden. En del store aktører i disse bransjene har produksjonsanlegg som forsynes direkte fra dedikerte kraftverk. Det fins gjerne flaskehals i nettet mellom disse kraftverkene og det øvrige nettet for kraftdistribusjon som gjør at produksjonsanlegget ikke kan motta kraft fra andre kilder, og som til en viss grad begrenser muligheten til å bruke den dedikerte kraften til andre formål. Det er likevel inngått avtaler mellom flere store aktører og Statnett om å begrense forbruket ved produksjonsanleggene i topp-perioder, for å sikre alminnelig forbruk i blant annet husholdningene.

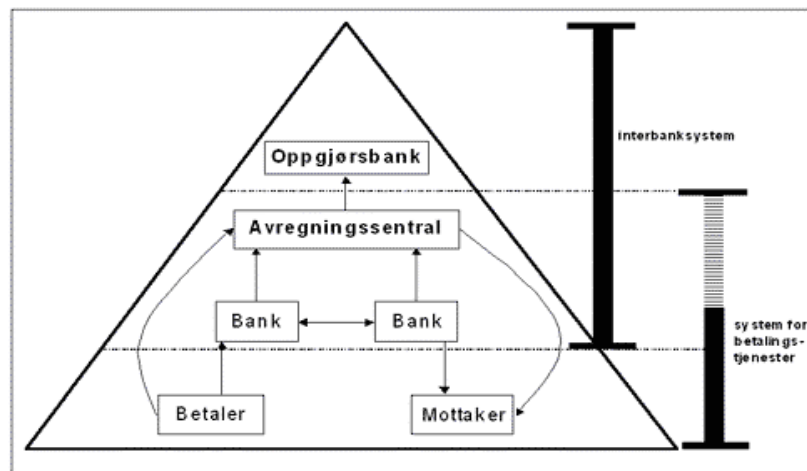
Alle prosesser som bruker oppvarmet, flytende masse, enten dette er metall eller for eksempel plastråstoff, vil umiddelbart være i faresonen når strømmen går. Det vil være en kamp mot klokka for å få massen ut av produksjonsutstyret før den størkner og ødelegger utstyret. Det er fare for kapitalødeleggelse i relativt stort omfang. Dette vil skje innen 6 timer. Det kan ta fra noen timer til noen dager å få størknet plast ut av utstyret. Det kan ta uker til måneder å få i gang igjen metallprosesser. Det er derfor fare for permitteringer, og produksjonstapet kan bli betydelig. Produksjon av papirmasse er noe mindre utsatt enn plast- og metallindustrien.

#### 4.16 Betalingsformidlingen og finansnæringen (29) (30)

En av Norges banks sentrale roller er som clearingbank for betalingsformidling. Betalingsoppgjør mellom de største finansaktørene håndteres av Norges bank via Bankenes betalingsentral (BBS). Formålet med dette er å maksimere troverdigheten i betalingsformidlingen ved å redusere kostnader i forbindelse med oppgjørskreditt til et minimum. Den alminnelige veksten i elektronisk betalingsformidling har økt betydningen av velfungerende clearingtjenester. Selve betalingspyramiden er presentert i Figur 4.2.

<sup>19</sup> Sett i forhold til et totalt forbruk av kraft i Norge på ca 120 TWh.

## Betalingspyramiden



Figur 4.2 *Betalingspyramiden (30)*

Både Norges banks datasystemer og datasystemene til de tunge finansaktørene vil fortsette å fungere under en strømstans ved hjelp av avbruddsikker nødstrøm. Dette gjelder også BBS og Verdipapirsentralen (VPS) sine systemer. Nødstrømmen vil fungere så lenge det er mulig å få tak i drivstoff. Norges bank har sørget for reell dublering av kommunikasjonsveier. Kommunikasjonene er imidlertid avhengige av at offentlige teletjenester fungerer. Det regnes med at mulighetene for robuste kommunikasjoner vil øke i hele næringen ved aktiv utnyttelse av ny overføringsteknologi (fiberoptisk kabel, bredbånd, med mer). Norges bank er reelt i stand til å gjennomføre normal clearing fra andre forberedte lokaler utenfor Oslo-området om nødvendig.

Som clearingbank har Norges bank overoppsyn med forvaltningen av gjennomsnittlig ca 150 milliarder kroner i døgnet. Det regnes med at et strømbrudd vil få store konsekvenser etter ca 3 timer. Dersom strømbruddet er omfattende, vil det føre til en rask reduksjon i samfunnets økonomiske aktivitet, med reduksjon av clearingbehovet som følge. Det vil la seg gjøre å håndtere clearing manuelt over telefon (så lenge den virker) for de mest vitale overføringene. Dersom strømbruddet ikke omfatter samfunnet som helhet, men primært rammer clearingtjenesten, vil bankene kunne holde elektroniske tjenester (f eks i forbindelse med minibanker og betalingsterminaler) i gang så lenge de er villige til å akseptere økt oppgjørssisiko (f eks at de ikke får saldoopplysninger). Det vil også være mulig å gå over til manuell behandling av betalingskort og kredittkort i detaljhandelen, men med betydelig økt oppgjørssisiko for den enkelte detaljist. Hendelser med sammenbrudd i elektronisk betalingsformidling er ikke helt uvanlige i kortere perioder, f eks under julehandelen. Årsaken er da f eks overbelastning og ikke strømbrudd.

Teoretisk er det derfor mulig å holde clearing i gang lengre enn kundene er i stand til å etterspørre tjenesten.

#### 4.17 Media

Strømbrydd vil hindre trykking av aviser eller tidsskrifter. Etter hvert har et stort antall aviser begynt å gi ut Internett-utgaver. Disse krever strøm både hos nettleverandører og i hele kjeden frem til leserne.

NRK sentralt skal være i stand til å produsere og levere nyhetssendinger, samt levere forhåndsprodusert materiale både på radio og TV, med hjelp av nødstrøm. Det er noe usikkert om andre kringkastingsselskaper eller NRKs distriktskontorer kan gjøre det samme.

All kringkasting av betydning i Norge distribueres til publikum av Norkring A/S. Norsk topografi gjør landsdekkende kringkasting av FM-radio og TV noe komplisert, og Norkring har 47 hovedstasjoner og ca 2.700 mindre stasjoner (31). Det kan neppe forventes at de fleste av disse er utstyrt med annen nødstrøm enn en relativt kortlivet batterireserve. Strømbrydd vil derfor forårsake "luker" i dekningen i varierende grad. Det vil være teknisk mulig å nå alle husstander som har radio med sendinger på mellombølge eller kortbølge dersom det er behov for det.

Mange mottar kringkasting via kabelfanlegg. Det er ikke sannsynlig at kabelselskapene klarer å formidle denne uten strøm fra nettet. Seere som mottar satellitt-TV direkte kan med litt hell unngå å bli rammet av strømbrydd i distribusjonskjeder på bakken. De færreste TV-seere har TV som ikke er avhengig av strøm fra nett. Batterisradioer er derimot i relativt utbredt bruk.

#### 4.18 Makroøkonomiske effekter

Isstormen i Canada i 1998 var en meget stor påkjenning for hele det canadiske samfunnet. Likevel var de makroøkonomiske effektene av dette nærmest ubetydelige. Årsaken til dette er at situasjonen begrenset seg til de kombinerte følgene av strømstans og dårlig vær, og at den akutte fasen ikke varte lenger enn i ca en uke. Dette synes å være typisk for kriser i fred at det ikke oppstår særlige makroøkonomiske effekter.

Det er et langt sprang fra slike situasjoner til en krigssituasjon, og det fins liten erfaring med situasjoner midt i mellom. Det vil ikke være holdbart å gange kjente situasjoner opp lineært for å anslå kostnader for lengre perioder eller for større geografisk omfang. Én blant mange årsaker til det er at reparasjonsmateriell og kvalifiserte mannskaper er begrensede ressurser som ble satt på hard prøve allerede i de eksemplene som er gjengitt ovenfor.

I en krigssituasjon må man regne med at all infrastruktur, ikke bare kraftforsyningen, vil bli utsatt for bevisste og vedlikeholdte angrep. Kostnadene for noe slikt blir nødvendigvis svært store, og kostnadene etter skader på kraftforsyningen blir dessuten bare en bagatell i et større bilde. Det tok minst en generasjon å hente inn igjen de økonomiske effektene av skadene under annen verdenskrig. Sannsynligvis tar det like lang tid å reparere skadene etter tidligere økonomisk og politisk bankerotte regimer i Øst-Europa, som i praksis levde i en konstant krigsøkonomi.

#### 4.19 Forsvaret

Forsvaret skal normalt ikke være avhengig av strøm fra nett når organisasjonen er krigsoppsatt. Før dette tidspunkt er Forsvaret delvis avhengig av sivil infrastruktur, blant annet for sin daglige drift og for å kunne innkalle styrker. Det bør imidlertid settes et spørsmålstegn ved om det er mulig å drive større baseområder uten tilgang på sivil kraftforsyning.

Samtidig er det verdt å understreke at selv om Forsvarets anlegg skulle ha nødstrømskapasitet, vil dette ikke nødvendigvis gjelde personellet som bor nær anlegget eller sivile støttefunksjoner i nærheten. Selv om Forsvaret ofte fremhever seg selv som noe nær uavhengig av sivil kraftforsyning, er det all grunn til å nyansere denne holdningen.

#### 4.20 Offentlig styringsevne

Relativt mye av den offentlige administrasjonen på sentral nivå og på fylkesnivå kan drive sin virksomhet fra lokaler som er forsynt med nødstrøm, eventuelt med en viss omorganisering av arealbruken. Regjeringskvartalet og fylkesmennene er blant disse. Dette er blant annet en direkte effekt av forberedelsene for år 2000-problemet. Det er ikke opplagt at alle norske kommuner kan gjøre det samme. Det man kan anta er at kommunene som har sikret seg kan drive sentraladministrasjonen og administrasjonen av teknisk etat<sup>20</sup>. I den grad strømbruddet utvikler seg til en krisesituasjon, vil eventuelt manglende nødstrøm føre til at man får problemer med å lede og håndtere krisesituasjonen. Blant annet vil sentralbord og PC-er ikke fungere lenger, og man vil ikke ha adgang til f eks GIS/AREALIS som krisehåndteringsverktøy.

### 5 FAKTORER SOM PÅVIRKER KONSEKVENSENE AV STRØMBRUDD

Et strømbrudd produserer få alvorlige konsekvenser på egen hånd. Strømbruddet må samvirke med andre faktorer for å gi konsekvenser. Hvilke disse faktorene er, er avhengig av hva strømmen brukes til. Svært mye av den strømmen som brukes i Norge går til oppvarming, ventilasjon eller annen regulering av menneskenes innendørs miljø, samt belysning. En del brukes også for å regulere miljøet til husdyrbesetninger. På grunn av klimaet i Norge vil et langvarig strømbrudd om vinteren ha mye mer å si enn et tilsvarende strømbrudd om sommeren.

Mye strøm går til andre formål, særlig den kraftkrevende industrien, men også service- og handelsnæringer. I disse tilfellene brukes strømmen mest til å drive prosesser og utstyr. Vær og utendørs temperatur har da liten betydning. Spesielt i salgslokaler vil belysning være viktig om vinteren. Kjøling vil være en kritisk faktor for behandling av matvarer, særlig om sommeren.

#### 5.1 Betydningen av strømbruddets varighet

Strømbrudd som varer noen få timer vil primært få økonomiske konsekvenser for en del utsatte sektorer, for eksempel landbruk og prosessindustri. Unntaksvis kan dette føre til langsiktige konsekvenser for de som rammes, i form av konkurser eller alvorlige økonomiske problemer.

I storbyene vil strømbrudd ut over 24 timer om vinteren potensielt skape store samfunnsmessige konsekvenser. Dels kommer dette av at ca 10% av befolkningen vil få akutte hjelpebehov, dels

<sup>20</sup> Brannvakt og legevakt er omtalt et annet sted.

skyldes dette at en stor andel av befolkningen vil holde seg hjemme i stedet for å gå på jobb. I de andre årstidene vil dette problemet reduseres, og om sommeren sannsynligvis ikke være av betydning. Økonomisk virksomhet vil allerede etter 24 timer være kraftig redusert, uansett årstid.

Det er ikke uvanlig at strømmen blir borte i inntil en uke over relativt store områder i forbindelse med stormer vinterstid. Konsekvensen av dette er gjerne begrensede tap av menneskeliv, relativt store økonomiske tap for de som rammes, og at samfunnet generelt går i stå. Situasjonen er likevel begrenset til det akutte. Det synes å være vanlig at de mest alvorlige skadene som er knyttet til enkelthendelser, for eksempel storm, blir reparert i løpet av en uke. Langsiktige konsekvenser for samfunnet er sjeldne.

Når strømbruddet varer inntil en måned, er potensialet for langsiktige effekter på samfunnet til stede. Tilfellet Auckland varte i cirka en måned, men var så geografisk begrenset at effektene likevel totalt sett var begrensede. Dersom strømbruddet for eksempel hadde rammet hele Nord-øya på New Zealand, hadde nok situasjonen vært annerledes. Auckland viser likevel at tilpasningsadferd kan begrense konsekvensene etter situasjonen. I løpet av en måned er det mulig å legge om mye av samfunnslivet slik at det kan fungere med begrenset kraftforsyning. Mye av denne tilpasningen består imidlertid i at ressurssterke aktører flytter fra det rammede området og etablerer seg andre steder. Dette kan få varige konsekvenser for den lokale økonomien.

Dersom en situasjon med fraværende eller usikker strømforsyning varer svært lenge, for eksempel inntil et år, må man regne med at det vil lykkes å få kontroll over eventuelle akutte trusler mot liv og helse ved å finne andre måter å gjøre ting på. Imidlertid vil en slik situasjon være lite holdbar fra et økonomisk synspunkt og vil sette det rammede området langt tilbake når det gjelder økonomisk virksomhet. Moderne virksomheter vil ikke ha annet valg enn å flytte ut på permanent basis. Dette vil føre til alminnelig samfunnsmessig forfall i det rammede området. De politiske og økonomiske konsekvensene kan bli vidtrekkende og uoverskuelige.

## 5.2 Betydningen av sted og geografisk omfang

Ut fra de tilfellene som er beskrevet ovenfor, blant annet når det gjelder oppvarming i husholdningene, er det åpenbart at det har betydning *hvor* strømbruddet skjer. Små lokalsamfunn med spredt bebyggelse, liten befolkning og gode muligheter til å få til alternativ oppvarming av boliger, vil generelt rammes i mindre grad enn storbyer hvor slike alternativer ikke finnes.

De fleste strømbrudd er av lokal karakter og med lokale virkninger. Av og til oppstår det situasjoner over større områder, som for eksempel i Canada i 1998 og Frankrike i 1999. Det kreves store ressurser for å få en slik situasjon under kontroll. Ofte er ikke disse tilgjengelige nasjonalt, men viljen til å bistå internasjonalt er tilsynelatende stor.

Forsyningskriser med hensyn til kraft som rammer hele nasjoner eller større regioner (for eksempel en hel delstat i USA) er sjeldne i fredstid. I en desentralisert produksjons- og distribusjonsstruktur som den vi har i Norge, er dette vanskelig å se for seg. I skrivende stund er imidlertid store deler av California rammet av en forsyningskrise som synes å bli langvarig, og



som synes å skyldes en eller annen form for grunnleggende systemsvikt i det regimet som er etablert etter dereguleringen av kraftforsyningen. Det er allerede snakk om at dette vil få langsiktige økonomiske følger.

I forbindelse med krig må man regne med muligheten for forsyningssvikt av nasjonalt omfang, slik det ble for Serbia etter Kosovo-krigen. Siden strømsvikt fører til stans i økonomisk virksomhet der den forekommer, vil strømsvikt av nasjonal rekkevidde i stor grad slå beina under hele den nasjonale økonomien. I avsnitt 2.6 er det nevnt at BNP for Serbia antas å ha sunket med minst 20% bare i 1999, i stor grad som følge av bortfall av pålitelig kraft. Dette er selvfølgelig svært dramatisk.

## 6 POLITISKE KONSEKVENSER

En potensiell konsekvens av enhver krise er at det stilles spørsmålstegn ved håndteringen av den. Hvis håndteringen er mislykket, vil det fort oppstå mistillit til de administrative og politiske myndigheter som er ansvarlige. I virkelig alvorlige tilfeller vil det oppstå mistillit til det "systemet" som har frembrakt den politiske ledelsen. I Figur 6.1 er det vist til enkelte typiske trekk ved en krisesituasjon:

Typiske faser i en krise			
Aktører	Årvåkenhetsfase	Akutfase	Normaliseringsfase
Kriseledelse	Årvåkenhet, planlegging, forberedelse, forebygging	Etablere situasjonsbilde, håndtere <u>fare for liv og helse</u> , begrense andre skader	Håndtere langsiktige konsekvenser (politiske, økonomiske og sosiale)
Media og politisk miljø	Overvåke, sette på dagsordenen	«Hva skjer?» → «Hvem har skylda?»	Finne «helter i hverdagen», peke på forbedringspunkter
Publikum		«Hva skjer?» → «Er jeg eller noen av mine rammet?»	Psykologisk bearbeiding, forsikringsoppgjør

Figur 6.1 Krisefaser (32)

Det er særlig hvis det ikke lykkes å få kontroll over akutfasen og at normalisering aldri kommer i gang at generell politisk mistillit vil oppstå. Det kan argumenteres for at Milosevic-regimets fall i Jugoslavia høsten 2000 kan føres tilbake til manglende evne eller vilje til å håndtere de velferdsmessige følgene av Kosovo-krigen, og særlig til følgene for folk flest av at det ikke lyktes å reparere kraftforsyningen. Befolkningen tålte og aksepterte i stor grad det som hadde foregått i ti år før dette, med dette ble for mye.

De politiske konsekvensene av kriser er som regel et følsomt tema. Det kan være vanskelig å få tilgang til empiri å forske på, ettersom man som oftest ikke får tilgang til det som har skjedd i forbindelse med beslutningsprosesser i løpet av krisen. Dette gjelder særlig dersom beslutningstagerne er valgte politikere eller på annen måte risikerer sin stilling ved å ha ansvar for og delta i krisehåndteringen.

Det er likevel gjort noe forskning på dette området. Et eksempel er en forskningsrapport etter flystyrten i Amsterdam 4 oktober 1992 (33). Det pekes her på en del lærdommer når det gjelder:

- Betydningen av tilstrekkelig kapasitet til å kunne håndtere kriser
- Betydningen av kraftfullt politisk lederskap i krisen
- At alle ”teknologiske” kriser har sterke sosiologiske/sosiale komponenter både når det gjelder årsak og virkning
- At flerkulturelle samfunn skaper spesielle utfordringer når det gjelder krisehåndtering
- At effektiv håndtering av forholdet til massemedia er absolutt nødvendig.

Episoden viste at myndighetene var på gyngende grunn på alle disse områdene. Krisehåndteringen i dette tilfellet var likevel stort sett vellykket.

## **7 MULIGHETER FOR OG EFFEKTER AV TILPASNINGSADFERD**

Det er i avsnitt 5.1 antydnet at hvis strømburddet varer lenge nok, vil konsekvensene dempes p g a tilpasninger til situasjonen. En del slik tilpasningsadferd kan være temmelig øyeblikkelig, for eksempel bruk av nødaggregater. Hvis strømburddet varer lenge nok, kan de som har muligheter til det flytte ut av det rammede området. De som blir igjen har ulike muligheter, skissert i det følgende.

### **7.1 Sparekampanjer**

Dersom krafttilgangen ikke faller helt bort, vil sparekampanjer være det enkleste og billigste tiltaket å ty til. Erfaring fra bl a Auckland tilsier at det er et sparepotensial på 10-15%. Med litt hell kan man da unngå tyngre tiltak. Tiltakets effekt vil variere noe med årstid. Det er teoretisk sett lettere å få ned forbruket i perioder hvor det er større enn normalt, for eksempel en kald vinterdag, forutsatt at befolkningen faktisk er villig til å tåle en innetemperatur på for eksempel 15°C. I tillegg er trusselen om sonevis utkobling som regel en sterkt motiverende faktor for sparing.

### **7.2 Soneutkoblinger, prioritering og rasjone ring**

I en situasjon hvor det ikke kan leveres nok strøm i forhold til etterspørselen, må det kobles fra last (dvs forbruk) for å opprettholde kvaliteten (spenning og frekvens) på strømleveransen og beskytte selve kraftdistribusjonssystemet. I Norge vil det si soneutkoblinger. Lasttoppene for strømforsyningen er som regel på dagtid, fra det tidspunkt folk står opp og går på jobb og til matlagning og andre kraftkrevende gjøremål er avsluttet om kvelden. I den samme perioden forbruker næringslivet mye av sitt strømbehov. I en situasjon med redusert strømtilførsel kan soneutkobling være eneste utvei.

For den alminnelige forbrukeren vil en soneutkobling si at strømmen blir slått på i den enkelte sonen noen timer i døgnet. For husholdningene kan det i gunstigste fall bety at det vil være mulig å holde boligen varm nok til å være beboelig, og at man får gjort unna matlagning og renhold. Hvis tilgjengelig kraft kan utnyttes til å toppe opp innetemperaturene i boligene om natten og forsinke utkjøling, vil det være en fordel. Dette lar seg som regel gjøre dersom det er mulig å levere ca 2/3 av toppbelastningen i et normalt døgn. Soneutkobling kan likevel være en

uheldig løsning, fordi den tvinger noen i husholdningen til å være hjemme for å gjøre nødvendig renhold og matlaging når strømmen er på. Dette vil bidra til å forsterke de ”disruptive” effektene av strømburddet, og redusere den alminnelige produktiviteten i samfunnet.

Dette er ikke godt nok for samfunnskritiske virksomheter som er avhengige av konstant strømforsyning. Slik den lokale distribusjonsarkitekturen ser ut i dag, lar det seg ikke gjøre å sikre slike virksomheter kraft mens områder i umiddelbar nærhet er frakoblet<sup>21</sup>. I storbyene lar det seg kun gjøre å koble ut hele bydeler; på mindre steder vil hele lokalsamfunn bli koblet ut.

På kort sikt vil dette kunne løses ved at mannskaper går rundt i distribusjonsnettet og frakobler uprioriterte abonnenter, slik at den tilgjengelige kraften kun går til prioritert virksomhet (f eks helseinstitusjoner. Dette vil imidlertid føre til at deler av boligmassen rask blir utkjølt og ubeboelig, med sekundære kuldeskader på for eksempel vannrør inne i boligene. Tiltaket bør derfor kun gjennomføres når alternativene fremstår som langt verre. Det vil også medføre et stort og tidkrevende reparasjonsarbeid etter at krisen er over, før strømforsyningen kan normaliseres for alle abonnenter og alle sekundærskader er reparert.

Det ville være en fordel om distribusjonsarkitekturen på forhånd var bygget opp slik at man kunne gjennomføre relevante tiltak på en slik måte at man slipper dette. Dette er imidlertid et svært dyrt tiltak.

### 7.3 Bruk av nødstrøm

Kraftleverandørene er ikke forpliktet til å garantere strøm til prioriterte kunder til enhver tid. Det er opp til de virksomheter som må ha avbruddsfri strømforsyning å sørge for dette selv.

I 1998 foretok daværende Norges vassdrags- og energiverk (NVE) en undersøkelse (34) for å finne ut hvor utbredt installasjon av nødstrømsaggregater var. Undersøkelsen delte særskilt samfunns viktig virksomhet inn i 4 grove kategorier:

- Liv og helse, herunder sykehus, sykehjem og pleiehjem
- Ledelse og informasjon, herunder fylkeshus, kommunale rådhus, krisehovedkvarter, politi, etater, og media med samfunnsoppgaver
- Vital infrastruktur, herunder vann og kloakk, drivstofforsyning, transport, telekommunikasjon, datasentraler og betalingsformidling
- Annen, herunder bønder, bakerier og matvaredistribusjon

Undersøkelsen gir en grov pekepinn på hvor mange som vil klare seg uten kraft fra nettet. Det er ikke mulig å lese sårbarhet på spesifikke kritiske punkter ut av dette.

På generell landsbasis har 21,8% av virksomhetene nødstrømsaggregater; 36,4% for liv og helse, 17,0% for ledelse og informasjon, 14,4% for vital infrastruktur og 24,6% for kategorien annen. Omlag 6 av 10 helseinstitusjoner hadde altså ikke nødstrøm. I gjennomsnitt klarer de virksomhetene som har nødstrøm å dekke drøyt halvparten av sitt normale kraftbehov med

<sup>21</sup> Opplysninger fremkommet under FFI-spill om sårbarheten i norsk kraftforsyning

nødstrøm, avhengig av årstid. Virksomheter innen vital infrastruktur som har nødstrøm klarer til og med i gjennomsnitt å dekke godt over 150% av sitt normale forbruk.

Det er ikke foretatt en systematisk undersøkelse på situasjonen for nødstrøm etter år 2000-forberedelsene. Disse forberedelsene dreide seg primært om å sikre IT-systemer. Sekundært betydde dette sikring av nødstrøm for en del virksomheter. Mer anekdotiske opplysninger skulle tyde på at det er skjedd en betydelig forbedring, både i antall aggregater og i en kvalitetsheving på de som allerede fantes. Det finnes etter dette neppe noe sykehus av betydning som ikke har nødstrøm. Kvaliteten av denne kan være variabel, fra dekning av de mest nødtørftige behov i forhold til liv og helse, til full drift av all kritisk virksomhet i flere uker.

Dieselmotorene i aggregatene er bygd for langvarig og jevn belastning, ikke hyppige inn- og utkoblinger. Det bør stilles et kritisk spørsmålsteget ved om nødstrømsaggregater, eller det utstyret som blir forsynt fra dem, er i stand til å tåle et langvarig regime med periodevise soneutkoblinger med gjentatte start og stopp i aggregater. Et annet spørsmål gjelder muligheten til å etterforsyne aggregatene med drivstoff. Eksemplet Auckland viste at dette var et forsyningsmessig og kapasitetsmessig problem.

#### **7.4 Bygningsmessige endringer**

Dersom det er åpenbart at strømbruddet vil bli virkelig langvarig, kanskje flere måneder, vil det sannsynligvis bli vurdert å bygge piper i tilknytning til boliger og andre bygninger som ikke har dette, og bygge inn vedovner eller parafinkaminer der man ellers er avhengig av strøm for oppvarming. En boflate på 100 km<sup>2</sup> vil kreve opptil 6 kW energi for å holde normal innetemperatur i kaldt vær. Det vil neppe være regningssvarende å installere alternativ energi for å dekke hele normalbehovet. I dette tilfellet vil f.eks. en ovn på ca 3 kW være tilstrekkelig tilleggsenergi til å holde boligen beboelig.

Den primære effekten av slike tiltak er at det blir mulig å flytte tilbake til boligene, redusere belastningen på sosiale tjenester og andre hjelpetiltak, og gjenopprette et tilnærmet normalt liv. Ikke minst vil dette gi seg utslag i at større deler av befolkningen vil ha mulighet til å gjennomføre en tilnærmet normal arbeidsdag. Ulempen er at luftforurensingene i området øker dramatisk. Økningen vil til en viss grad bli permanent, ettersom all erfaring tilsier at et ildsted gjerne også benyttes som trivselsfaktor ("peiskos") hvis det først er montert.

#### **7.5 Individuell overlevelse**

Det er som regel en dårlig ide for friske og føre mennesker å evakuere boligen dersom det ikke finnes noe godt alternativ. Det er bedre å forsøke å holde ut i en kald bolig. Eldre og uføre vil ikke klare å gjennomføre tiltak for å sikre seg selv nødvendig varme på ekstraordinære måter. Disse må sannsynligvis evakueres.

Det er en bedre strategi å redusere det oppvarmede arealet så mye som mulig, ved for eksempel å stenge soverom og trekke inn i boligens kjerneområder, særlig kjøkken og bad. Det er viktig å sikre at vannrør og avløp ikke fryser til. For å få til en normal temperatur i en bolig kreves det ca 60 W pr m<sup>2</sup>. Dette er noe mindre enn det et gjennomsnitts menneske gir fra seg. Dersom det er mulig for husstandens beboere å redusere oppholdsflaten i boligen til ca 2m<sup>2</sup> på hver person, vil

de teoretisk sett kunne klare å holde varmen uten annen energi enn den de selv produserer. Katalyttovn, gassovn eller primus kan gi et varmetilskudd på inntil 2 kW, forutsatt at det er mulig å sikre tilstrekkelig lufttilførsel og utlufting av eksos og karbondioksid. Slike løsninger er gjerne noe risikable.

Dersom samfunnets borgere må ty til dette alternativet og situasjonen vedvarer, har mye av samfunnslivet i realiteten gått i stå. Vi snakker da om et samfunn som ikke er i stand til å ta vare på sine innbyggere. Dersom befolkningen gis relevant informasjon, vil man imidlertid kunne redusere antall dødsfall, antall skadede og antall hjelpetrengende.

## 8 OPPSUMMERING

Elektrisitet er blitt en nødvendig forutsetning for bortimot enhver produksjonsprosess i det moderne samfunnet, for oppvarming og for belysning. Husholdninger, industri, helse, primærnæringene og viktig infrastruktur i samfunnet som f eks transport og telekommunikasjon, er avhengig av stabil kraftforsyning. Husholdningenes avhengighet av elektrisitet til oppvarming er særlig stor i byene, der det i perioder er foretatt utbygging av større boligfelt uten annen oppvarming enn elektrisitet. I byene er også viktige offentlige funksjoner lokalisert. Byene er derfor spesielt sårbare for kraftutfall. I tillegg er mange samfunnsfunksjoner gjensidig avhengige av hverandre: Dersom én funksjon svikter, får det konsekvenser for flere andre. Denne brede og gjensidige avhengigheten gjør at utfall av strøm totalt får vidtrekkende konsekvenser. Dette er eksemplifisert i en rekke hendelser, f eks stormen på Nord-Vestlandet i 1992, isstormen i Canada i 1998, kabelbruddene i Auckland i 1998 og Serbia etter Kosovo-konflikten.

Konsekvensene av kraftbortfall avhenger imidlertid av en rekke faktorer, som:

- *Varighet på utfallet.* Konsekvensenes omfang tiltar jo lengre strømutfallet er, men samfunnet kompenserer også for disse konsekvensene ved at det gradvis skjer en situasjonstilpasning.
- *Geografiske og demografiske forhold.* Konsekvensene blir mer omfattende jo større geografisk område som berøres og dersom større befolkningsgrupper (med en stor andel pleietrengende) rammes.
- *Klimatiske forhold.* Konsekvensene for husholdningene blir verre jo mer ekstremt klimaet er. Svenske studier viser at nedkjølingseffekten på dårlig isolerte hus gjør seg gjeldende allerede etter få timer uten tilførsel av varme. Tilsvarende vil varme perioder utgjøre stor risiko for bederving av matvarer.
- *Beredskapen på individnivå.* Husholdninger kan til en viss grad redusere konsekvensene ved å ha alternativ oppvarming. Andre brukere, f eks offentlige etater, nødetatene og andre viktige samfunnsaktører, kan redusere skadevirkningene ved å ha tilstrekkelig nødstrømkapasitet.
- *Den kollektive beredskapen og tilgangen til ressurser.* Kommunene spiller i første omgang en viktig rolle i krisehåndteringen gjennom informasjon til befolkningen og ytelser av tjenester til kriserammede. Et sentralt spørsmål her er om ressurser er tilgjengelige, hvor

ressursene er og hvordan de kan bringes til de kriserammede områdene. Her inngår derfor samtlige funksjoner og virksomheter som kan tenkes bidra på en eller annen måte i krisehåndteringen.

Selv om avhengigheten av elektrisitet er stor og at man av den grunn kan forvente et totalt kollaps i samfunnet ved strømbortfall, viser erfaringer fra en rekke hendelser at dette ikke skjer. De tilfeller man har erfaring med i fredstid er gjerne utkoplinger på ca 1 uke. Slike krisesituasjoner håndteres normalt greit dersom man klarer å mobilisere ressurser så vel lokalt som nasjonalt, og i enkelte tilfeller også internasjonalt.

Ved større strømbrydd inntreffer gjerne et momentant "sjokk" før virksomheter og befolkning får tilpasset seg situasjonen. I denne perioden stopper virksomheter uten fungerende nødstrøm. De kortsiktige konsekvensene er i første rekke konsekvenser for liv og helse, for mennesker så vel som for husdyr. Kritiske faktorer her er medisinteknisk utstyr og oppvarming/klimastyring. Skadevirkninger på liv og helse kan i spesielle situasjoner inntreffe allerede etter noen få minutters bortfall<sup>22</sup>, mens evakuering fra boliger uten alternativ oppvarming må skje før 12-24 timer er gått, avhengig av bygningens isoleringsevne. Spesielt sårbare grupper er eldre og funksjonshemmede som bor hjemme eller i institusjoner.

Store enheter i moderne melkeproduksjon vil ha problemer med å få melket kuene, og risiko for jurbetennelse tiltar allerede etter få timer. Tilsvarende vil husdyrproduksjon som er avhengig av klimaregulering også bli skadelidende etter få timers utfall når nedkjølingseffekten gjør seg gjeldende.

De langsiktige konsekvensene er første rekke av økonomisk karakter. Det er lite dokumentasjon av virkningen på BNP av strømutfall på inntil en uke. Den dokumentasjon som finnes viser minimale konsekvenser. På lokalt plan oppstår det derimot betydelige problemer. Mens små virksomheter går konkurs, flytter de store virksomhetene ut fra kriseområdet. Ved en varighet på flere dager forstyrres også balansen i arbeidsmarkedet ved at krisen krever arbeidskraft langt utover hva beredskapen er lagt opp til, og at andre virksomheter ikke har behov for arbeidskraft fordi deres produksjonsprosesser er lammet p g a strømbortfallet. Dette medfører at enkelte arbeidstakere må jobbe langt utover det som er forskriftsmessig og forsvarlig, mens andre blir arbeidsledige. Vedvarer krisen og ustabiliteten i uker og måneder skjer det imidlertid en samfunnsmessig tilpasning til de nye rammebetingelsene, jfr Serbia etter Kosovo.

Avslutningsvis må det påpekes at man ikke kan dra erfaringene fra kriser i fred over til en større sikkerhetspolitisk krisesituasjon. Dette skyldes at en større krisesituasjon krever ulike ressurser på flere steder til samme tid, og at den allmenne tryggheten i samfunnet er svekket. Det kan derfor oppstå en kamp om kraftressursene fra ulike interesser. Imidlertid viser erfaringer fra fredskriser at samfunnet består, selv med utfall av elektrisitet på noen uker. Det totale anarkiet uteblir selv med betydelige negative ringvirkninger i samfunnet, så fremt samfunnet har vært velorganisert på forhånd.

---

<sup>22</sup> F eks i de tilfeller personer ligger i respirator.

## Litteratur

- (1) Bruaset Oddgeir (1992): Orkanen, Det norske samlaget, Oslo 1992.
- (2) Jordanger E et al (1996): Elkraftsystemet og ekstreme værpåkjenninger - Samfunnsmessige konsekvenser av omfattende strømbuudd, EFI, Sintef Gruppen oktober 1996.
- (3) Committee of Experts Appointed by Hydro-Québec's Board of Directors (1998): Report on January 1998 Ice Storm, July 1998.
- (4) Fischer G, Molin S (2000): Isstormen i Kanada - Høringsversjon, FOA, Stockholm, 29 sept 2000.
- (5) Purcell M et al (1998): Lessons in Emergency Preparedness and Response, Queen's University Ice Storm '98 Study, Emergency Preparedness Canada, 1998.
- (6) Emergency Preparedness Canada - Guides/Reports – Government of Canada Ice Storm 1998, Federal Recovery Programs and Assistance to Victims.
- (7) Ministère [Québécoise] de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie (1998): Analyse de l'Impact Économique de la Tempête de Verglas, Direction générale del'analyse économique, Direction de l'analyse de la conjoncture industrielle, 1998.
- (8) Ministry of Commerce, New Zealand (1998): Auckland Power Supply Failure 1998, Report of the Ministerial Inquiry into the Auckland Power Supply Failure, Wellington, July 1998.
- (9) Kiwi World (<http://www.kiwiclub.org/news/specials/specbob.html>), anekdotisk informasjon samlet av Rod Bicknell fra diverse nyhetsbyråer.
- (10) Fischer G, Molin S(2000): Elavbrotten i Auckland - høringsversjon, FOA, Stockholm, 29 sept 2000.
- (11) US Department of Energy (1978): The Con Edison Power Failure of July 13 and 14 1977, Federal Energy Regulatory Committee, Final Staff Report, Washington, DC, June 1978.
- (12) Årsrapport for 1999 for EDF (Electricité de France).
- (13) Le Monde, 5 januar 2000.
- (14) CIA World Factbook 2000.
- (15) <http://balkan-info.com>
- (16) Grant R (1999); The Kosovo Campaign - Aerospace Power Made It Work, Air Force Association, september 1999.
- (17) Statens offentliga utredningar (1984): Säker elförsörjning, SOU 1984:69, Sverige.
- (18) Statens offentlige utredningar (1995): Utan el stannar Sverige, SOU 1995:20, Sverige.
- (19) Norges offentlige utredninger (2000): Et sårbart samfunn, NOU 2000:24.

- (20) Nærings- og handelsdepartementet (2000): Samfunnets sårbarhet som følge av avhengighet til IT, Nærings- og handelsdepartementet, oktober 2000.
- (21) Olje- og energidepartementet (1999): Om energipolitikken, Stortingsmelding 29 (1998-99).
- (22) Statistisk sentralbyrå: Energistatistikken 1998.
- (23) Haakonsen G (2000): Utslipp til luft 1991 - 1997, Rapport 2000/23, Statistisk sentralbyrå.
- (24) Sosial- og helsedepartementet (1997): Helsemessig og sosial beredskap, utredning.
- (25) Rikstrygdeverket (2000): Nøkkeltall pr 3.6.2000.
- (26) Fridheim H (1998): Seminarspillet "Hermod" – erfaringer, FFI-rapport 98/05762, Forsvarets forskningsinstitutt , Begrenset.
- (27) Fridheim H, Rutledal F (2000): Sårbarhet i innenlands godstransport - Forstudie, FFI/RAPPORT-2000/03459, Begrenset.
- (28) Prosessindustriens landsforening - <http://www.pil.no>
- (29) Eklund T og Gulbrandsen B (2000): Norges banks overvåking av finansiell stabilitet, artikkel i Penger og Kreditt 1/2000.
- (30) Bergo J (2000): Risiko og effektivitet i betalingsformidlingen, artikkel i Penger og Kreditt 1/2000.
- (31) Norkring - <http://www.norkring.no>
- (32) Direktoratet for sivilt beredskap (1998): Veileder i kriseplanlegging for departementer og sentrale statlige etater.
- (33) Rosenthal U et al (1994): Complexity in Urban Crisis Management, Amsterdam's response to the Bijlmer air disaster, Universitetet i Leiden/Crisis Research Center, London 1994.
- (34) Martinsen J (red) (1998): Undersøkelse og vurdering av nødstrømsberedskapen i Norge, NVE- Rapport nr 15/1998, Norges vassdrags- og energidirektorat.



## FORDELINGSLISTE

**FFISYS**
**Dato:** 8 May 2001

RAPPORTTYPE (KRYSS AV)		RAPPORT NR.	REFERANSE	RAPPORTENS DATO
<input checked="" type="checkbox"/>	RAPP	<input type="checkbox"/>	NOTAT	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	RR	2001/01867	FFISYS/769/204.0 DSB	8 mai 2001
RAPPORTENS BESKYTTELSESGRAD			ANTALL EKS UTSTEDT	ANTALL SIDER
UGRADERT			130	40
RAPPORTENS TITTEL			FORFATTER(E)	
SAMFUNNMESSIGE KONSEKVENSER AV BORTFALL AV ELEKTRISK KRAFT - Hva skjer med oss når strømmen blir borte?			HENRIKSEN Stein	
FORDELING GODKJENT AV FORSKNINGSSJEF:			FORDELING GODKJENT AV AVDELINGSSJEF:	

**EKSTERN FORDELING**
**INTERN FORDELING**

ANTALL	EKS NR	TIL	ANTALL	EKS NR	TIL
3		Justisdepartementet	14		FFI-Bibl
1		v/Karen Melander	1		Adm direktør/stabssjef
1		v/May Kristin Ensrud	1		FFIE
			1		FFISYS
3		Olje- og energidepartementet	1		FFIBM
1		v/Per Høisveen	1		FFIN
1		v/Kåre Rudsar	1		Ragnvald Solstrand, FFISYS
			1		Bent Erik Bakken, FFISYS
3		Samferdselsdepartementet	1		Jan Erik Torp, FFISYS
1		v/Kjell Skar	1		Håvard Fridheim, FFISYS
1		v/Kariann Skar Sør Dahl	1		Frode Rutledal, FFISYS
			1		Gry Hege Rodal, FFISYS
10		Direktoratet for sivilt beredskap	1		Siv Kjersti Rodal, FFISYS
1		v/Arthur Gjengstø	1		Janne Hagen, FFISYS
1		v/Eirik Eide	42		Avd ktr, FFISYS
1		v/Stein Henriksen			FFI-veven
3		Norges vassdrags- og energidirektorat			
10		Avdeling for konsesjon og tilsyn			
1		v/Trond Ljøgodt			
1		v/Tor Langrud			
1		v/Sjur Bjerkli			
1		v/Bjarne Larsen			
1		v/Truls Sønsteby			
		DKSV			
1		v/Trond Berntsen			
		FO/Sikkerhetsstaben			
1		v/Truls Gussgard			
3		Forsvarets høyskole			
3		Forsvarets stabsskole			

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		Statkraft SF			
1		v/Jon Ingvaldsen			
1		v/Tor Lund			
		Postboks 494, 1322 Høvik			
1		Statnett SF			
1		v/Leif Vikane			
1		v/Kjell Sand			
		Postboks 5192 Majorstua, 0302 Oslo			
1		Telenor A/S			
		Konsernstab Sikkerhet og Miljø			
		v/Fritz Ødegaard			
		Postboks 6701 St Olavs Plass			
		0130 Oslo			
		<a href="http://www.ffi.no">www.ffi.no</a>			