



Norges
forskningsråd

Sluttrapport

FoU-programmet EFFEKT
– kraftutveksling og nettmonopoler

Fem år med energi

Forskningsrådets energiprogrammer har ikke bare som oppgave å utvikle det norske energisystemet.

Like viktig er kompetanse- og erfaringsoppbygging for å møte nye utfordringer. Norsk konkurranseevne er avhengig av at vi lykkes.



TILBAKEBLIKK SYNLIGGJØR AT PROSJEKTER INNENFOR ALLE ENERGIOMRÅDENE HAR HATT KOMMERSIELL SUKSESS INNENFOR DEN FEMÅRIGE PROGRAMPERIODEN. Flere selskaper har en børsverdi som langt overstiger det beløp som er lagt ned i forskning. Disse prosjektene er synlige bevis på at «forskning lønner seg».

Bak hver suksesshistorie ligger det årelang oppbygging av erfaring og kompetanse. I stor grad er det kunnskap ervervet gjennom doktorgrader som på sikt har skapt de revolusjonerende gjennombruddene og de kommersielle suksessene. Derfor har også energiprogrammene lagt vekt på doktorgrader i sin strategi.

Risiko – en forutsetning

En forskningspolitikk som ikke tar risiko, vil aldri kunne nå de eksepsjonelle resultater som hever Norges posisjon som en energinasjon. Forbedringer av etablert teknologi setter oss ikke på verdenskartet. Og det er på verdenskartet over energinasjoner Norge bør og skal være.

Det er mange uløste oppgaver innen energisektoren – og nye vil følge etter hvert som nye krav blir stilt.

Fremdeles utnytter vi de energiråvarene som det tar tusenvis av år å skape, på en ineffektiv måte. Den nye fornybare energien utnyttes heller ikke optimalt. Gjennombruddet for de «nye» energikildene lar også vente på seg. Solenergien er for kostbar, bølgeenergien er ikke «temmet», og vindenergien strever med miljølempen og høye kostnader. Og naturgassen er omdiskutert til tross for at den internasjonalt er akseptert som «ren». En trend som synliggjøres, er en større satsing på lokal energiproduksjon.

Det er med andre ord nye utfordringer rett rundt hjørnet. Programstyret håper å ha lagt til rette for at den kunnskapsbase som er nedlagt i doktorgrader og utviklingsprosjekter med høy risiko, kan være verdifull for fremtiden.

Forskningsbevilgningene må tidobles

Vi håper også at Norges politikere vil satse på å utvikle Norge til en energinasjon som teller internasjonalt. Skal dette skje, må forskningsbevilgningene tidobles til et nivå rundt 700 millioner kroner per år. Idérikdommen og originaliteten i norsk energiforskning er unik, og programstyret er sikker på at et bevilgningsnivå i denne størrelsesorden, vil sette Norge på kartet blant flere nasjoner som bruker enda mye mer på energiforskning.

Vår erfaring er at norsk idérikdom og norsk kunnskap gir oss et unikt utgangspunkt. Det er bare å utnytte de mulighetene som allerede ligger der.

Programstyret håper denne informasjonsbrosjyren, som inneholder enkelte smakebiter fra programmene, viser hvor spennende norsk energiforskning er – og at den vil inspirere norsk næringsliv til ytterligere satsing på forskning. Det er gjennom forskning vi som nasjon får kompetanseoppbygging og konkurranseevne.

Knut Erik Madsen
PROGRAMSTYRELEDER

INNHOLD	EFFEKT	SIDE
	Introduksjon	4-7
	Marked og politikk	8-9
	Kraftutveksling	10-11
	Vassdrag og miljø	12-13
	Produksjon	14-16
	Nett	17-20
	Sluttbruk	21-24
	Noen utvalgte forskningstemaer	25-26
	Felles budsjettoversikt	27

Kompetanseoppbygging og økt konkurranseevne

Hvordan ivareta og foredle Norges naturgitte energiresurser, styrke norsk kompetanse og erfaringsoppbygging – og dermed også konkurranseevnen? Dette har vært hovedspørsmålene for den brukerstyrte energiforskningen i Norge de siste fem årene.



NORGE ER EN BETYDELIG ENERGIPRODUSENT – BÅDE UT FRA NATURGITTE- OG OPPARBEIDET FORUTSETNINGER. I Vest-Europa står vi for ca. 30 prosent av vannkraftproduksjonen, 45 prosent av gassreservene og 75 prosent av oljereservene, men har bare én prosent av befolkningen i regionen. Av Norges totale energiproduksjon, på over 2.400 TWh, eksporteres 90 prosent direkte som olje og gass.

Samtidig ble det i 2000 satt tre rekorder i det norske kraftsystemet: Vi har aldri produsert så mye elektrisitet, vi har aldri eksportert så mye i løpet av ett år, og vi har aldri brukt så mye strøm. Selv om de to første rekordene kan forklares med store nedbørmengder, gir det et signal om de utfordringene Norge står overfor på energisiden.

Europa og verden ellers går også i retning av en mer effektiv energiteknologi og mer bruk av fornybare energikilder. Bakteppet er økt deregulering og utvidet kraftutveksling, en mer fleksibel og desentralisert energiproduksjon og nye rammebetingelser med utgangspunkt i klima- og øvrige miljøutfordringer.

Hvordan kan norske energimyndigheter og aktører utnytte markedspotensialet som disse endringsprosessene skaper?

I perioden 1996–2001 har Forskningsrådets område Industri og energi (IE) bestått av følgende energiprogrammer:

EFFEKT – Kraftutveksling og nettmonopoler

NATURGASS – Varer, tjenester og prosesser

NYTEK – Effektive og fornybare energiteknologier

De to første programmene startet opp i 1996, mens NYTEK «tyvstartet» året før. Ifølge de opprinnelige planene skulle programmene vært avsluttet i 2000, men alle ble forlenget ut 2001. For 2001 har søknader til Forskningsrådet innenfor

næringsrettet energiforskning måttet forholde seg til de nye prioriteringene innen IE.

Brugerstyrt energiforskning og utvikling iverksettes i bedrifter der behovene oppleves i praksis. Det sikrer nytteverdien.

I søknadsbehandlingen har støtte til høyrisikoprojekter med stort potensial vært prioritert – med høyest støtteandel til små og mellomstore bedrifter. Prosjekter som har medført samarbeid mellom bedrifter, universiteter og institutter, har hatt høy prioritet. Tildelingen av støtte har vært utslagsgivende for iverksettelsen av prosjektene.

Programstyret

Programmene innenfor Forskningsrådets brukerstyrte energiforskning har i perioden 1996–2001 hatt følgende felles programstyre:

Knut Erik Madsen, E-CO Energy AS (tidl. Oslo Energi)

Madeleine Cato, Østfold Energi

Marit L. Fossdal, NVE (tidl. Enfo)

Bjørn Erik Haugan,

GE Packaged Power (tidl. Kværner Energy)

Johan Hustad, NTNU

Helge Kongsjorden, Statoil

Svein Kroken, Norske Skog

Kristian Løkke, NVE

Liv Rathe, Norsk Hydro

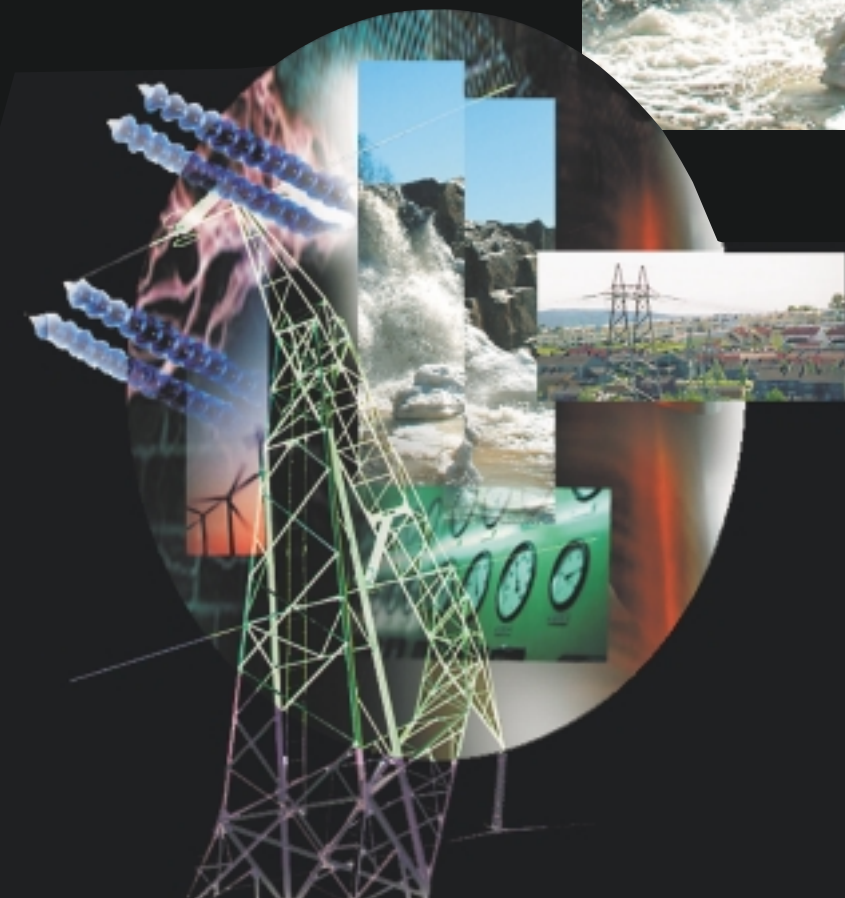
Tidligere medlemmer:

Erling Diesen, NVE

Gunnar Myrvang, Statoil

Kristian Hausken, Statoil

Jan Øverli, PFI



*«Ca. 1.700 MW (megawatt)
kan frigjøres i boliger,
yrkesbygg og utendørs
varmekabler.*

*Effektpotensialet
i kraftkrevende industri er
ca. 3.500 MW årlig.»*

(Resultater fra EFFEKT-prosjektet «Sluttbrukermarkedet»)



Kraftutveksling og effektive nettmonopoler

Dereguleringen i Norge har ført oss i teten når det gjelder erfaringer med markedsbasert kraftomsetning. Som en følge av dette, er forskningsutfordringene i hele energisektoren endret. Også det naturlige monopolet (nettfunksjonen) – fokuserer sterkere på effektivitet.



DETTE GIR GODE MULIGHETER TIL Å UTVIKLE EN EFFEKTIV TRANSPORT AV ELEKTRISITET med basis i teknisk og økonomisk fagkompetanse, samt norsk spisskompetanse på monopolregulering og deregulert marked. Innenfor en bærekraftig utvikling har EFFEKT-programmet bidratt til økt avkastning i norsk næringsliv knyttet til elkraftsektoren.

Da programmet ble etablert, utgjorde de planlagte kabelforbindelsene til Kontinentet et viktig bakteppe. I tillegg til de eksisterende forbindelsene til Sverige og Danmark, skulle det like over tusenårsskiftet settes i drift minst tre sjøkabler til Tyskland og Nederland.

Det var snakk om investeringer på flerfoldige milliarder kroner. I denne sammenheng vil selv små marginale forbedringer på teknologi og systemer bety store gevinster.

En strammere kraftbalanse

I ettertid har kabelprosjektene blitt skjøvet ut i tid. Men uansett utviklingstakten med hensyn til utenlandskablene, står Norge overfor store utfordringer knyttet til håndteringen av en stadig strammere kraftbalanse – forårsaket av økende forbruk av elektrisitet og liten vekst i ny produksjonskapasitet. Et deregulert kraftmarked med store variasjoner i prisene, krever i tillegg raskere og hyppigere effektendringer.

En tettere tilknytning til Kontinentet vil bidra til å sette ytterligere fokus på effektkjøring. I fremtiden forventer en til dels store endringer i kraftoverføringen i Norge – med omfattende forandringer både i overføringsmønster og disponering av produksjonssystemet. Forandringene vil sette store krav til systemets evne til å håndtere raske reguleringer, samtidig som driftssikkerheten må opprettholdes ved at

nødvendige reserver og systemytelser er tilgjengelig. Totalt er 490 millioner kroner brukt til realisering av 75 hovedprosjekter og et stort antall delprosjekter. Mer enn hundre bedrifter i næringslivet ved energiforsyningen og industrien har bidratt med 307 millioner kroner, mens Norges forskningsråd sin andel har vært på 180 millioner kroner.

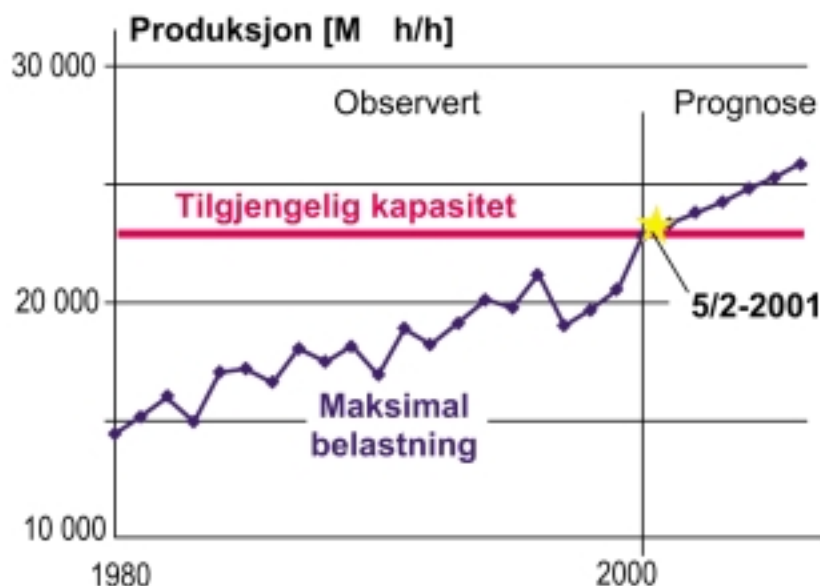
Programmet har finansiert 22 doktorgrader (hvorav 9 har disputert i løpet av programperioden). 60 prosent av alle prosjekter har innbefattet internasjonalt samarbeid. 30 nye produkter og 40 nye prosesser og tjenester er ferdigstilt. 60-70 norske små og mellomstore bedrifter har deltatt i forskningen jfr. egen ramme.

Temamessig har EFFEKT-programmet hatt tre naturlige deler:

- Nettmonopolene som har omfattet forskningsoppgaver innen blant annet miljø, systemforbedringer, monopolregulering, teknologi, driftsoptimalisering og – sikkerhet.
- Kraftproduksjon og -omsetning knyttet til kraftutveksling – med viktige temaområder som kraftverk, vedlikehold, hydrologi, marked, miljø og ressurs spørsmål.
- Økonomi, marked og sluttbruk som har omfattet grunnleggende kunnskapsutvikling om eierstrukturer, energiscenarier, enøk og energieffektivitet, rammebetingelser og lignende.

I den etterfølgende resultatpresentasjonen er det flere eksempler på hvordan støttede prosjekter bidrar til å øke effektiviseringen av innenlandsk nettmonopoldrift og utbygging. I tillegg til et stort antall tekniske og systemrelaterte løsninger, ligger det også an til at det nye nettrezimet, som trer i kraft fra 1. januar 2002, vil bli endret i tråd med anbefalinger fra EFFEKT-programmet.

Fortsetter neste side.



Utvikling av maksimalbelastning i Norge i forhold til tilgjengelig effekt. Ny rekord ble registrert 5. februar 2001. (Skisse: SINTEF Energiforskning).

Innen området «Kraftutveksling» er det flere prosjekter som bidrar til å øke utbyttet av den nasjonale kraftutvekslingen med utlandet gjennom reduserte investeringer og økt overføringsevne både på dagens og de fremtidige utenlandsforbindelsene. Stikkord i denne sammenheng er økt effektutbytte fra kraftverkene samt systemgevinster i totalsystemet.

Den stadige strammere kraftbalansen bidrar til å sette større fokus på tiltak på sluttbrukersiden. I prosjektet «Sluttbrukermarkedet» er det blant annet avdekket at ca. 1.700 MW (megawatt) kan frigjøres i boliger, yrkesbygg og varmekabler. Effektpotensialet i kraft-

krevenne industri er ca. 3.500 MW årlig. Til sammenligning er totalkapasiteten i det norske elkraftsystemet på rundt 24.000 MW.

Det er også naturlig at et forskningsprogram som har en sterk fokus på rasjonell utnyttelse av naturressurser, er opptatt av mange sider av miljøvirkningene fra energisektoren. Derfor har støtte til nye og miljøakseptable system- og tekniske løsninger vært et grunnleggende kriterium. Programmet har på flere områder bidratt til at fremtidig driftsutnyttelse av det norske vannkraftapparatet kan skje på en miljø- og brukermessig akseptabel måte.

Sikkerhet ved utbygginger og drift

av vannkraftanlegg, sammen med en rekke krav knyttet til internkontroll, er i større grad skjøvet over på bedriftene. Det skaper en rekke nye kompetansebehov i bransjen, som gjør det nødvendig å forske frem en del basiskunnskaper på disse områdene. Også her har EFFEKT-programmet bidratt til kompetanseoppbygging.

Ett av målene med EFFEKT-programmet var at det skulle identifiseres og markedsføres innovative løsninger og produkter, som gir redusert investering/driftskostnad per kilowatttime i forhold til tilgjengelig teknologi. Programmet skulle også bidra til økt eksport fra bransjen.

RESULTATER

En samlet oversikt gir tallene nedenfor. Se også den samlede oversikten for energiprogrammene på side 27.

Totalomsetning:	490 millioner kroner
Forskningsrådets bidrag:	180 millioner kroner
Antall hovedprosjekter:	75
Antall doktorgrader:	22 (9 har disputert i perioden)
Vitenskapelige/faglige publikasjoner:	1130
Nye bedrifter:	4
Nye produkter:	30
Nye prosesser og tjenester:	40
Nye patenter:	6
Deltakende SMBer:	60-70
Internasjonalt samarbeid:	60 prosent av prosjektene



Fagutvalget

Et fagutvalg – som har bistått i de faglige evalueringene av prosjektene – har bestått av:

Jon Brandsar, Statkraft SF
Jon Arne Eie, Glommen og Lågen Brukseierforening
Svein Fismen/Lars Vormedal, Statnett SF
Lars-Audun Fodstad, Sira-Kvina Kraftselskap
Jan Ove Gjerde, ABB Kraft AS (nå ABB Corporate Research)
Grethe Høilund, Stavanger Energi (nå Lyse Nett AS)
Ola Lingaas, Sogn og Fjordane Energiverk AS
Kristian Løkke/Hans Olav Ween,
Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)
Frank Nilsen, Oslo Energi Konsult AS (nå E-CO Partner)
Ulf Riise, Enfo (nå EBL Kompetanse AS)

Økt konkurranseevne

En kvantifisering av inntjening/besparelser er ikke enkel, men det er ikke tvil om at mange av resultatene som er oppnådd innenfor EFFEKT-programmet, allerede (og iallfall på sikt) vil kunne bety mye for inntjening og kostnadsreduksjon – og dermed også økt konkurranseevne for aktører innenfor norsk elbransje.

Et system med fellesfinansiert forskning basert på en forskningskontingent, slik vi finner det i energiforsyningen er enestående i Norge. Enfo, nå EBL Kompetanse AS, som organiserer denne fellesforskningen, har derfor vært den klart største samarbeidspartneren i EFFEKT-programmet.

Etter initiativ fra TBL Elektro (Teknologibedriftenes landsforening) ble det i 2000 gitt støtte til koordinering av forskningsprogrammet «Energi 2010» i regi av TBL. Satsingen vil bli evaluert ved slutten av 2001.

Hans Otto Haaland, Norges forskningsråd, har vært programkoordinator, mens Birger Stene; SINTEF Energiforskning, har vært programrådgiver.

Resultatspredning

Nyhetsbladet «EFFEKT-Nyheter» utkom i prosjektperioden med 23 utgaver (pr. mai 2001), sendt til omkring 600 adressater. Fra og med 1999 ble det samme stoffet også brukt i nyhetsmailer.

Disse ble distribuert elektronisk til vel 500 mottakere med henvisning til programmets hjemmeside på Internett, som ble oppdatert månedlig.

Hjemmesiden – på <http://program.forskningsradet.no/effekt/> – har vært en sentral «informasjonsbank» om hva som har foregått i programmet og vil også være en «resultatbank» etter at programmet er avsluttet.

Også bidrag på kurs og seminarer har vært en viktig del av resultatspredningen. EFFEKT-programmet har i tillegg vært representert på de fleste av Enfo (senere EBL) sine konferanser med foredrag og informasjonsmateriell.



Konkurranse med institusjonelt mangfold

På tross av ambisjoner om å etablere et integrert europeisk elektrisitetsmarked, er konkurransen i betydelig grad preget av et institusjonelt mangfold.



PROSJEKTET «EIERSTRUKTUR, FORETAKSSTRATEGIER OG REGULERINGSPOLITIKK» peker på to hovedfaktorer til denne utviklingen. For det første skjer dereguleringen innenfor EU gradvis, samtidig som markedsåpningen tilpasses forholdene i det enkelte land. For det andre karakteriseres aktørene i elektrisitetsmarkedet ikke bare av nasjonale, men også av regionale særegenheter.

Ulike frihetsgrader og mandater

Selskapene som opererer i dette markedet, består også av en varierende blanding av offentlig og privat eierskap, med ulike finansielle frihetsgrader og forskjellige kombinasjoner av politiske og kommersielle mandater.

Reguleringsregimene i de fleste europeiske land åpner nå opp for integrasjon – ikke bare av elselskaper med olje- og gasselskaper i bredere energiselskaper, men også for «joint ventures» mellom energiselskaper og infrastrukturselskaper innen telekommunikasjon, vann og avløp, transport etc.

Også reguleringsmyndighetene utfordres

En slik utvikling skaper ikke bare utfordringer for konkurranseutsatte selskaper, men også for reguleringsmyndighetene.

I prosjektet – som har hatt Handelshøyskolen BI v/Atle Midttun som prosjektleder og utførende institusjon – argumenteres det med at denne økende integrasjonen vil kunne få alvorlige konsekvenser for reformen selv. Med rask integrasjon og strategiske allianser – med også de store aktørene i Europa involvert – vil reguleringsmyndighetene stilles overfor store problemer knyttet til markedskonsentrasjon.

Deregulering og et integrert europeisk elektrisitetsmarked skaper muligheter, men også utfordringer – både for markedsaktører og myndigheter. (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning)

Jakten på «multisektorelle» aktiviteter vil skape omfattende og til nå uløste utfordringer med hensyn til reguleringer på tvers av sektorgrenser. I tillegg kommer utfordringene knyttet til miljøpolitikk, der Europa er preget av utstrakte mangler på nasjonale nivåer.



Målsettingen med nettregimet er å gi nettselskapene incentiver til kostnadsreduksjon og økt avkastning. (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning)

Større samfunnsøkonomisk effektivitet

I 1997 ble det innført en regulering av nettselskapenes inntektsrammer.

I prosjektet «Monopolkontroll/monopolregimer» er det påpekt flere svakheter ved reguleringsmodellen og foreslått en rekke forbedringer.

DA GJELDENDE NETTREGIME BLE ETABLERT, var formålet at det skulle gi nettselskapene incentiver til kostnadsreduksjon – og dermed økt avkastning. Som reguleringsmyndighet fastsetter Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) individuelle inntektstak for hver enkelt netteier. Differansen mellom dette taket og de faktiske kostnadene, kan disponeres fritt av netteier, som på denne måten får et incentiv til å redusere kostnader for å tjene mer penger.

Årlige justeringer

Nettselskapenes inntektsrammer justeres årlig for å dekke kapitalkostnader, drifts- og vedlikeholdskostnader samt økte kostnader som følge av nyinvesteringer. Med dagens regulering er denne justeringen basert på justeringsparameteren «levert energi» (DLE) multiplisert med en skalafaktor på 0,5.

I prosjektet anbefales det isteden at antall nytilknytninger, kombinert med en *nasjonal* DLE, benyttes som justerings-

parameter for nyinvesteringer. Ved en slik løsning er skalafaktorene knyttet til justeringsparameterne, estimert til å ligge på rundt 0,2 og 1 for henholdsvis levert energi og antall nytilknytninger.

Også målemetoden som ligger til grunn for det individuelle effektivitetskravet, har til dels store mangler. I prosjektet er det blant annet påvist at åpenbare feildisponeringer kan føre til at den målte effektiviteten forbedres.

Prosjektet «Monopolkontroll/monopolregimer» har pågått i regi av Enfo (nå EBL – Energibedriftenes landsforening) med SINTEF Energiforskning AS som utførende forskningsinstitusjon. I tillegg til representanter fra nettselskapene, kraftleverandørene, deltok også NVE i styringsgruppen.

Reviderte forskrifter

I NVEs forslag til forskriftsendringer for den nye reguleringsperioden som trer i kraft 1. januar 2002, har flere innspill fra prosjektet fått gjennomslag. Blant annet foreslås det at justeringen for nyinvesteringer i fremtiden skal bygge på gjennomsnittlig økning i levert energi over hele landet, kombinert med tilvekst av kunder.

Vil effekt få en markedsverdi?

Ja, konkluderer sluttrapporten fra prosjektet «Effektprising», men verdien blir allikevel beskjedent. Ifølge beregninger gjort innenfor prosjektet, vil effekt i januar 2010 kunne få en positiv verdi i 28 prosent av tiden. Men bare i 15 prosent av tiden vil verdien være større enn 1,5 øre/kWh.

Som en del av samarbeidsprosjektet mellom ECON – Senter for økonomisk analyse og Stiftelsen for samfunns- og næringslivsforskning (SNF) er det utviklet et *nytt modellverktøy* for å studere prisvariasjonene gjennom en representativ uke. Det er også laget en fremskrivning av markedsforholdene (kapasitetssituasjon, etterspørsel etc.) frem til 2010, der eksempelet over er et konkret eksempel.

Innenfor temaområdet «Marked og politikk» er det blant annet også utført et toårig evalueringsprosjekt av den nordiske elbørsen Nordpool og nordiske utfordringer i et europeisk perspektiv.

I fjor ble det også igangsatt et prosjekt for å se på «Konsekvenser av utvikling av et europeisk marked for grønn el». Prosjektet utføres av Handelshøyskolen BI og Joule. Mens BI fokuserer på utviklingen av miljøpolitiske rammebetingelser i Danmark, Tyskland, Nederland og EU, og deres implikasjoner for sertifikatmarked, har arbeidet for Joule så langt vært konsentrert om en hensiktsmessig markedsarkitektur for handel med sertifikater for fornybar energi i Norge.

Med støtte fra EFJEKT-programmet ble det i 2000 også igangsatt et doktorgradsarbeid innen «Styring av sluttbrukerporteføljer».

Maksimal utnyttelse av norske kraftressurser

Hvordan øke samfunnsnyten av norske kraftressurser gjennom et utvidet samspill med kraftsystemer i andre europeiske land? Dette var utgangspunktet for prosjektet «Storskala kraftutveksling».



Sentrale spørsmålsstillinger har vært:

- Hvilke fordeler kan økt kraftutveksling gi under ulike forutsetninger?
- Og hvordan må rammebetingelsene innrettes for best å kunne realisere potensielle gevinster – både for aktørene i markedet og for sentrale myndigheter?

Rammebetingelsene omfatter i denne sammenheng både de fysiske installasjonene og hjelpemidlene, institusjonelle forhold og utforming av egnede styrings- og incentivmekanismer for virksomhetene.

Et samarbeidsprosjekt

Prosjektet har vært et forskningssamarbeid mellom SINTEF Energiforskning, Stiftelsen for samfunns- og næringslivsforskning (SNF) og Handelshøyskolen BI med EBL Kompetanse som prosjektleder. Selv om problemstillingene og målsettingen hos de samarbeidende instituttene har vært sterkt relaterte, har arbeidene hatt forskjellige tilnærminger som blant annet gjenspeiler miljøenes ulike faglige forankring.

Aktivitetene har blant annet gått ut på å analysere virkningen av forskjellige og asymmetriske institusjonelle rammebetingelser. Konkrete analyser er gjennomført og sammenlignet – og konsekvensene har igjen blitt analysert, så vel fra et bedriftsøkonomisk som et nasjonalt «velferdsøkonomisk» synspunkt.

En optimal utnyttelse av vannkraftressursene krever effektivt modellverktøy. Her fra Trondheim Energiverks produksjonssentral, som betjenes av Stein Sundli. (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning)

Bearbeidelse av modellverktøy

Ett av resultatene er en viss bearbeiding av eksisterende modellverktøy. Blant annet er presentasjonsdelen av Samkjøringsmodellen omprogrammert – en modell som optimaliserer utnyttelsen av det norske vannkraftsystemet i samspill med omkringliggende systemer.

Mer generelt har arbeidet ved SINTEF Energiforskning gått ut på å analysere konsekvensene av utvidet kabelkapasitet mot utlandet – for eksempel når det gjelder det norske systemets robusthet overfor en usikker fremtid og virkningen av alternative kontraktsformer.

Arbeidene har stort sett vært utført med eksisterende modellverktøy, men innenfor «Storskala kraftutveksling» er både langsiktige modeller (Samkjøringsmodellen) og kort-siktige modeller (SHOP) modifisert og videreutviklet. SHOP (Short-term Hydro Operation Planning) er utviklet for kort-tids produksjonsplanlegging i vannkraftdominerte systemer.

Til sammen har prosjektet bestått av ni delprosjekter, hvorav to doktorgradsstudier. Temaene for disse har vært henholdsvis generatorkapasitet (effektkapasitet) i et deregulert marked og aggregatdisponering i forbindelse med driftsplanlegging.

Ja takk, begge deler!

I dagens deregulerte marked er det et ønske om en mer effektiv og fleksibel utnyttelse av overføringsnettet.

Dette utfordrer den tradisjonelle tenkingen knyttet til driftssikkerhet og etterspør større fleksibilitet i forhold til behovet i markedet. Tradisjonelt har drift av det norske overføringsnettet vært basert på et deterministisk prinsipp (det såkalte N-1 kriteriet), hvor nettet i prinsippet skal tåle alle mulige enkeltutfall. Dersom Statnett som driftsoperatør og systemansvarlig setter overføringsgrensene lavere enn det markedet ønsker, gir dette økte kostnader for aktørene i markedet i form av flaskehalskostnader.

I prosjektet «Driftssikkerhetsplanlegging- og kontroll» er det utviklet en ny modell for beslutningsstøtte, der driftsoperatøren har mulighet til å gi preferanser både for driftssikkerhet og økonomi. Kriteriet tar også hensyn til faktorer som gjør at sannsynligheten for utfall varierer – blant knyttet til varierende værforhold.

Hovedformålet med EFFEKT-prosjektet var i utgangspunktet å vurdere tekniske og driftsmessige konsekvenser av økt kraftutveksling med Kontinentet og økt press i det norske kraftsystemet

som følge av daglig vekslning mellom import og eksport.

De planlagte likestrømskablene til Tyskland og Nederland er forsinket og redusert i kapasitet, men stigende elforbruk, effektknapphet og manglende investeringer i nett og produksjon gjør at presset på kraftsystemet øker.

Gjennom prosjektet har Statnett blitt tilført kunnskap og bedre forståelse for hvordan det hardt pressede norske kraftsystemet skal kjøres mest mulig effektivt og fleksibelt.

Nye metoder og verktøy

Nyutviklede metoder og verktøy gjør det enklere for den norske systemoperatøren å kontrollere driftssikkerheten og takle vanskelige driftssituasjoner – ikke minst at det finnes nok effektreserver for å unngå sammenbrudd. Også kontroll med spenningsstabiliteten i det nordiske systemet og håndtering av flaskehals har stått sentralt.

Ansvarlig for prosjektet har vært Statnett v/Ole Gjerde med SINTEF Energiforskning som utførende forskningsinstitusjon. Prosjektet har vært inndelt i syv delprosjekter. Dessuten har tre dr.ing. kandidater vært delfinansiert av og knyttet opp mot aktivitetene i prosjektet.

Temaområdet følges nå opp av et nytt og større prosjekt, hvor også Svenska Kraftnät og finske Fingrid deltar ved siden av Statnett og Norges forskningsråd.

Fra 20 til seks meter

Innen prosjektet «*Kraftledningene*» har Statnett utviklet en ny mastetype for kompaktering av 420 kV-ledninger. I motsetning til Statnetts standard mast på ca. 20 meter, er mastebredden bare seks meter.

I tillegg er moderne avlederteknologi tatt i bruk i stedet for konvensjonelle toppliner til overspenningsvern for lynnedslag. Masten kan benyttes i områder der det er sterke begrensninger på trasébredden og er et økonomisk alternativ til kabel. Mastetypen er patentert.

En generator med variabelt turtall (ASH – Adjustable Speed Hydro) kan være lønnsom – gitt visse betingelser. Det er konklusjonen i Statkraft-prosjektet «*Systemnytte av effektteknologi*». Som eksempler nevnes kraftsystemer hvor det er effektoverskudd i området og en ønsker stor «eksport» ut av området, flaskehalsene er satt ut i fra hensynet til dynamisk stabilitet eller linjeutbyggingen i området er kostbar og/eller vanskelig.

Eks. på prosjekter og temaer innen «Kraftutveksling og teknikk» er også:

- Underlag for å gjøre isolasjonssystemet i høyspente krafttransformatorer mer kompakt.
- Egnede topologi og egnede kraftelektroniske komponenter for realisering av en høyspent dc-dc omformer med galvanisk skille
- Teknologiovervåking av utviklingen innenfor superledende elkraftteknikk
- Testing av utstyr og algoritmer for å kunne heve overføringsgrensene for grensesnittet i nettet, for eksempel Haslesnittet mot Sverige

Lave temperaturer vinterstid er en av årsakene til at forsyningssikkerheten i kraftsystemet settes på prøve – noe som bildet fra Nidelva i Trondheim i romjula 2000 antyder. (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning)



13 cm – det «magiske» nivået

Stranding av fisk kan reduseres betraktelig dersom vannstanden ikke faller hurtigere enn 13 cm per time. Dette viste feltforsøk og laboratorieundersøkelser innenfor prosjektet «Konsekvenser av effektkjøring på økosystemer i rennende vann».



ENERGILOVEN ÅPNER FOR EFFEKTKJØRING AV KRAFTVERK I STADIG FLERE ELVER. Men hva skjer med fisk når vannstanden i elvene går opp og ned? Ett av de mest omtalte problemer i elver som effektregeres, er stranding av fisk. Med stranding menes fisk som blir liggende igjen på tørt land eller fanges i små pytter når vannstanden senkes. Problemet rammer først og fremst ungfisk ettersom disse som regel oppholder seg nær elvebredden.

I prosjektet er det gjennomført en rekke feltforsøk for å kvantifisere omfanget av stranding av fiskeunger under effektkjøring. Feltforsøkene har funnet sted både i Nidelva som renner ut i Trondheim, Mandalsvassdraget i Vest-Agder og Dalelva i Hordaland. For å kunne gjennomføre tester under mer kontrollerte betingelser, ble også den innendørs Gurobekken bygget, jfr. bildene og bildeteksten. Resultatene viser at kraftverk gjennom driftsmessige tilpasninger selv kan redusere noen av miljøulempene ved effektkjorte kraftverk.

En av de viktigste konklusjonene er at dødeligheten av lakse- og ørretunger er størst på dagtid ved vinterkalde vann. Da er fisken så lite aktiv at den har større problemer med å komme seg unna. I sommerhalvåret er risikoen for stranding mindre enn om vinteren og omtrent like stor dag og natt. Grovt bunnmateriale med gode muligheter for skjul, øker risikoen for stranding. Stranding vil ikke alltid medføre dødelighet. I feltforsøkene kunne fiskeunger overleve flere timer nede i en tørrlagt elvebunn på lave vanntemperaturer.

Integrert simuleringsmodell

En integrert simuleringsmodell som beregner produsert vannkraft, inntekter av produsert vannkraft, strømningsforhold og fiskeforhold er testet ut i Nidelva gjennom en periode med effektkjøring. Resultater fra detaljerte undersøkelser av fiskenes levestandard (habitat), fiskevandring, bunndyr og

Ørretfiske med «elektrisk utstyr» i Gurobekken – oppkalt etter tidligere miljøvernminister Guro Fjellanger. Den innendørs ørret- og lakseelven i SINTEFs vassdragslaboratorium har mer enn 21 løpemeter med elvegrus og er nesten fire meter bred. I tillegg til strandingsforsøk, studerer forskerne også fiskens stressreaksjoner og adferd ved effektkjøring. (Foto: Hans Petter Fjeldstad, SINTEF Energiforskning)

begroing på enkelte lokaliteter er fordelt til en større del av vassdraget ved bruk av GIS (geografisk informasjonssystem) og elveklassifisering. Dette arbeidet videreføres blant annet gjennom et dr. ing. studium finansiert av Forskningsrådet og EFTEKT-programmet.

Under ledelse av SINTEF Bygg og miljøteknikk v/Atle Harby, har flere av de biologiske fagmiljøene i Norge vært samarbeidspartnere i prosjektet. I tillegg til støtten fra EFTEKT-programmet, har også Enfo (Energibedriftenes landsforening), vassdragsforvaltningen og flere energiverk bidratt til finansieringen.



Vil effektregulering gi miljøvirkninger?

Det vil særlig være i mindre magasiner at utslagene i vannstand og strømningsforhold blir merkbare.

DE NEGATIVE MILJØVIRKNINGER KAN I MANGE TILFELLER REDUSERES ved ulike former for erosjonssikring, ved å manøvrere magasinene slik at nedtappingshastigheten blir moderat og ved å unngå store vannstandsvariasjoner i perioder hvor økosystemene er mest sårbare (vår og høst).

Dette er blant konklusjonene i prosjektet «Effektregulering – miljøvirkninger og konfliktreducerende tiltak». Formålet har vært å øke kunnskapen om miljøvirkninger av døgnregulering av vannkraftverk med hovedvekt på virkninger i magasiner.

Effektreguleringer er kortsiktige reguleringer av produksjon for å dekke opp variasjoner i kraftbehovet. Selv om det i dette prosjektet har vært lagt vekt på å vurdere produksjonsreguleringer over døgnet, vil resultatene også kunne overføres til andre former for effektregulering.

Overgang fra sesongregulering til døgnregulering av vannkraftverk vil medføre raskere variasjoner i driftsvannføring, hyppige og raskere vannstandsendringer i magasin og variasjoner i strømningsforholdene.

I regi av prosjektet ble det gjennomført fullskalaforsøk med døgnregulering i Vinje og Tokke kraftstasjoner i Telemark. Vinje kraftstasjon har utløp i Vinjevatn, som igjen er inntaksmagasin for Tokke kraftstasjon. Vinjevatn er et relativt lite magasin med et volum på 11 millioner kubikkmeter. Hovedresultater fra forsøkene fremkommer i figuren nedenfor.

Om og i hvilken grad endringene i vannstand og strømningsforhold vil gi andre miljøvirkninger enn de vi er vant til fra sesongregulerte vannkraftmagasiner, vil avhenge av faktorer – som størrelsen på magasinet, hvordan det tidligere har vært manøvrert, forekomst av og karakteristikk av løsmassene inn til magasinet, tilførsel av sedimenter fra nedbørfeltet og de biologiske forholdene i magasinet. Effektregulering av kraftstasjoner som har utløp og inntak i magasiner med store volum og areal – der det er lite finere løsmasser og der hele reguleringssonen fra før av er sterkt utvasket – vil stort sett ikke medføre vesentlige miljøkonsekvenser.

I tillegg til støtten fra Forskningsrådet og EFPEKT-programmet, har prosjektet vært finansiert av Statkraft, EBL (Energibedriftenes landsforening), Direktoratet for naturforvaltning og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Utførende institusjoner har vært NVE, Det norske meteorologiske institutt, Universitetet

Genteknologi – også for identifisering av fisk

At genteknologi er velegnet i forbindelse med identifisering av mennesker er ingen nyhet. I et prosjekt ved Havforskningsinstituttet i Bergen, brukes kunnskap om gener og mikrosatelitt DNA også til beregning av familie- og populasjonstilhørighet i lakse- og ørretstammer.

Miljøfaktorer påvirker genetiske egenskaper. Ved å kunne sammenligne egenskaper hos individer og familier som har hatt felles miljø helt fra befruktningen av, vil negative påvirkninger av miljøfaktorer kunne reduseres eller elimineres.

I hele EFPEKT-perioden 1996-2001 har prosjektmrådet «Vassdrags-sikkerhet og vassdragsteknikk» utviklet ny viten og teknologi for å høyne beredskapen og styrke sikkerheten ved norske dam- og vassdragsanlegg.

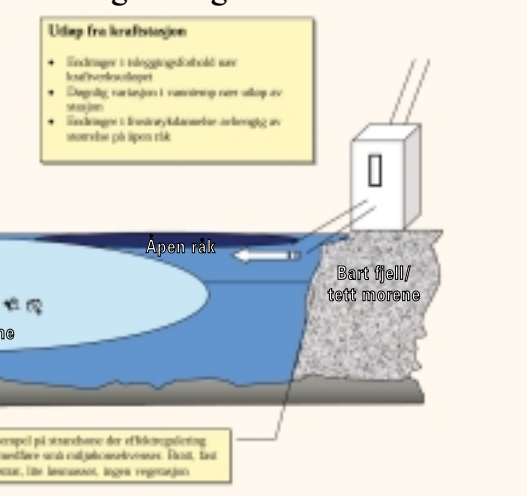
I løpet av den samme femårsperioden har Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) – i nært samarbeid med bransjen – utarbeidet en ny forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg. Prosesser og resultater fra de i alt 15 delprosjektene har gitt nyttige innspill til vassdragsmyndighetens arbeid.

Andre eksempler på prosjektmråder innen «Vassdrag og miljø» er:

- Vassdragsdrift
- Virkninger av vassdragsreguleringer på vassdragsbiologi
- Bruk av vassdragssimulator for terskelbygging
- Kobling av hydrologiske og meteorologiske modeller
- Kraftledninger og villrein

i Oslo, Statkraft Grøner as, Norsk Institutt for vannforskning (NIVA), Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen.

effektregulering



Bedre produksjonsplanlegging gir større inntekt

En avgjørende faktor for å hevde seg i et konkurranseutsatt marked, er å sikre seg en høyest mulig inntekt fra sine produksjonseenheter. For å oppnå dette, er det nødvendig å hente ut inntektpotensialet i alle ledd i planleggingen.



Bedre beslutningsverktøy bidrar til å redusere risikoen i kraftmarkedet. Her fra «handelsrommet» til Trondheim Energiverk. (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning)

DE SENESTE ÅRENE ER DET BRUKT MYE RESSURSER i å tilpasse og utvikle verktøy for produksjonsplanlegging i dagens kraftmarked. Modeller utviklet på bakgrunn av forholdene før dereguleringen – blant annet med krav til energioppdekning – må tilpasses en ny situasjon. Ja, innenfor enkelte områder har man vært nødt til å starte fra grunnen av og utvikle nye verktøy.

Målet med prosjektet «Optimal og sikker produksjon i et vannkraftbasert system» har vært å forbedre beslutningsgrunnlaget for produsenter og andre aktører i kraftmarkedet. Dette har skjedd ved å utvikle en ny generasjon verktøy med forbedrede algoritmer og økt regnekraft.

Ett av hovedresultatene er at optimaliseringsteknikken SDDP (Stokastisk Dual Dynamisk Programmering) er gjort tilgjengelig for sesongplanlegging i vannkraftsystem i modellen plansddp. SDDP skiller seg fra tradisjonelle metoder for optimalisering av vannkraftsystem ved at det kan finnes løsninger for mer detaljerte modeller av systemet.

Plansddp er tatt i bruk på forsøksbasis av noen av Nordens største kraftprodusenter – både til sesongplanlegging for vannkraftverk og for å planlegge uttak av fleksible kraftkontrakter.

Med utgangspunkt i plansddp er det også (utenfor dette prosjektet) utviklet en modell som integrerer produksjonsplanlegging, risikohåndtering og fremtidig handel i samme modell. Denne modellen, ProdRisk, er nå i forsøksdrift hos en av Norges største kraftprodusenter.

Når prosjektet avsluttes i slutten av 2001, vil det også være ferdig en prototypmodell med samme bruksområde som dagens Samkjøringsmodell, men basert på bruk av SDDP-teknikken for optimalisering. Ved hjelp av den mer avanserte løsningsmetodikken forventes den nye modellen å kunne

gi resultater nærmere det optimale enn det Samkjøringsmodellen gir. I tillegg til å utvikle nye modeller, har prosjektet bidratt til forbedringer av allerede eksisterende modeller for produksjonsplanlegging. Dette gjelder både Vansimtap og Samkjøringsmodellen, som er utbredt blant produsenter og andre aktører i kraftmarkedet – både i Norge og resten av Norden. De viktigste forbedringene av disse modellene er følgende:

- Representasjonen av vannkraften er forbedret i optimaliseringsdelen av modellene, der vannverdier beregnes. Forbedringene gjelder blant annet representasjonen av pumpedrift og restriksjoner i et vannkraftsystem.
- Modellene håndterer variabel last eller priser innenfor uken bedre enn tidligere. Dette gjelder både når vannverdier beregnes og når beslutninger simuleres for å analysere eller planlegge disponering av et kraftsystem.
- Muligheter for presentasjon av forskjellige restriksjoner i vannkraftsystemet er utvidet i forhold til tidligere. Både Vansimtap og Samkjøringsmodellen kan blant annet nå håndtere flere typer restriksjoner på magasinfylling.
- Planleggingshorisonten modellene kan håndtere, er utvidet fra tre til ti år.

Gjennom prosjektet er det også etablert retningslinjer for hvordan modeller for kortsiktig produksjonsplanlegging kan kobles til den langsiktige planleggingen. Den kommersielle korttidsmodellen ID-Optimal er nå koblet til Vansimtap og Samkjøringsmodellen ved hjelp av et slikt grensesnitt. Prosjektleder har vært EBL Kompetanse, med SINTEF Energiforskning som utførende institusjon.

Trenger 5 øre/kWh i prisforskjell

Med en prisforskjell mellom dag og natt på ca. 5 øre/kWh, vil en utbygging av et 1.000 MW (megawatt) pumpekraftverk i parallell med Tonstad kunne være økonomisk lønnsomt. Det viser produksjonssimuleringer som er gjennomført ved Tonstad kraftverk innenfor EFFEKT-prosjektet «Effektkjøring Teknikk».

NÅR FREMTIDENS NORSKE KRAFTSITUASJON SKAL BESKRIVES, kommer man ikke utenom stikkord som følgene av dereguleringen, nye utvekslingskabler til Kontinentet og innfasing av ny teknologi.

Filosofien om at kraftprisen også vil styre kraftflyten i overføringsnettet, har skapt mindre forutsigbarhet med hensyn til å kjøre turbiner. I tillegg forventes det flere raske opp- og nedkjøringer. Resultatet vil kunne bli kapasitetsproblemer og hyppigere utfall i nettet.

De planlagte nye sjøkablene til utlandet vil skape ytterligere utfordringer. Idéen bak kablene er at overskuddskraft skal eksporteres fra Norge i høylastperioder på dagtid. Om natten skal dette kompenseres med billig importert kraft fra Europa. Utvekslingskapasiteten vil også fungere som en norsk tørrårssikring, samtidig som Norge får en funksjon som pumpe-magasin for Kontinentet.

Fra energi- til effektdimensjonering

Konsekvensen vil være at det norske kraftsystemet om få år går over fra å være energidimensjonert til å være effektdimensjonert.

Aktivitetene i prosjektet «Effektkjøring Teknikk» har i store trekk gått ut på å definere markedet, evaluere konsekvensene for eksisterende kraftverk, foreslå endringer og simulere nytteverdien av endringen. For å konkretisere problemstillingene og ha kontakt med «the real life», er Tonstad og Aurlandverkene brukt som eksempelkraftverk. Deretter har man prøvd å generalisere.

For Tonstad er det mest omfattende tiltaket å bygge et pumpekraftverk i parallell, slik som antydnet i ingressen. På grunn av kraftverkets sentrale plassering i forhold til den planlagte HVDC-forbindelsen («High Voltage Direct Current») til Kontinentet og en planlagt HVDC-terminal på Fedaa, er et vel så viktig argument for pumpekraftverket å bidra med systemtjenester.

Blant konklusjonene ved Tonstad er i tillegg at starttiden for aggregatene kan reduseres betydelig med bedre styringsverktøy. Nedsvinget i svingesjakten er imidlertid kritisk, og effektkjøring fører til betydelige energitap.

FORTSETTER NESTE SIDE

Fra energi- til effektdimensjonert. Økt utvekslingskapasitet med utlandet vil gjøre at det norske kraftsystemet blir mer og mer effektdimensjonert (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning).



Falltapet i tunnelsystem og trykksjakter er allerede så stort at det ikke er regningssvarende å utvide turbinkapasiteten alene. Å gjøre noe med falltapet er dyrt, spesielt fordi Tonstad har så lang brukstid at betydelige produksjonstap må påregnes.

Dynamisk regulering

Når kraftkablene til Kontinentet settes i drift, vil den økte belastningen kreve nettførsterkninger for å sikre stabil drift. Den nye effektsituasjonen vil også stille større krav til dynamisk regulering av kraftproduksjonen.

Innenfor prosjektet ble Duge pumpekraftverk – som sammen med Tonstad er ett av de syv kraftverkene i Sira-Kvina – brukt som eksempel i en nytteverdievaluering av ASD-teknikken («Adjustable Speed Drive») som middel til å heve virkningsgraden i anlegg med stor høydeforskjell. Med det kjøremønsteret som var i 1995, viser simuleringer en virkningsgradsforbedring på ca. 0,3 prosent. Hovedargumentet for ASD er imidlertid at egenskapene i nettet forbedres.

Flere prosjekter identifisert

Aurland krafverker har alle typer turbiner – både pumpe- og lavtrykks Francis, Pelton og Kaplan. Det er laget en produksjonsmodell som tar for seg samtlige aggregater i Aurlandsvassdraget. I samarbeid med Oslo Energi er det identifisert flere interessante ombygginger for bedre å ta vare på energien i systemet, utvide kapasiteten og å gjøre kraftverkene mer egnet for effektkjøring.

I et effektszenario er det Pelton-turbinene i Aurland I som kraftselskapet selv legger vekt på, og Pelton-turbiner er generelt vel egnet som effektmaskiner.

Innenfor prosjektet har GE Hydro forbedret designet på turbinhjulet på sin høytrykks Francis. Dette er den turbin-typen som man har i Tonstad, og som totalt i Norge står for om lag 5.000 MW effekt. En simulert forbedring i virkningsgraden på ca. én prosent er blitt bekreftet ved modellprøver i GE Hydros turbinlaboratorium i Trondheim. Prosjektleder har vært GE Energy Norway v/Torbjørn K. Nielsen.

Et kommersielt programvareprodukt

Et kommersielt programvareprodukt som beregner og dokumenterer økonomisk optimale revisjons- og oppgraderingstidspunkter for Vannvei, Turbin og Generator (VTG).

Dette er blant resultatene av prosjektet «*Teknisk drift og vedlikehold – endret driftsstrategi, optimalisering av vedlikehold og fornyelse*». VTG-programmet kan også analysere lønnsomheten av en ny tunnel, en ny trykksjaktutforming, en endret turbin, en ny generator design samt tiltak som endrer tilsigs- eller magasinforhold. Samtlige

resultater fra prosjektet finnes i en egen rapport, som er tilgjengelig på prosjektets hjemmeside:

<http://www.energy.sintef.no/prosjekt/TDV/index.asp>

Også prosjektet «*Vannkraftstasjoner teknologiutvikling*» har bidratt med metoder og manualer for en sikrere og mer effektiv drift innen vannkraftproduksjon. Blant annet har man kommet frem til metoder som muliggjør tidlig feildeteksjon i høyspente elkraftkomponenter på en enklere måte enn tidligere. Ved små forandringer i dagens montasjeteknikk for elkraftapparater, kan kommersielt måleutstyr og utviklede sensorer brukes til kontinuerlig overvåking av isolasjonstilstanden.

Blant de støttede prosjektene innenfor temaområdet «Produksjon», er også deltakelse i *IEA Annex V: Education and Training* – ett av fire delprogrammer i International Energy Agency (IEA) sitt forskningsprogram «Implementing Agreement for Hydropower Technologies and Programmes» (IEA Hydropower Agreement).

Basert på en omfattende kartlegging, er det utarbeidet anbefalinger og retningslinjer for utdanning og etterutdanning av vannkraftpersonell.

OGSÅ DELTAKELSE I FLERE EU-PROSJEKTER ER STØTTET. FOR MER INFORMASJON, SE HENHOLDSVIS

www.energy.sintef.no/prosjekt/remafex/no%5Findex.asp

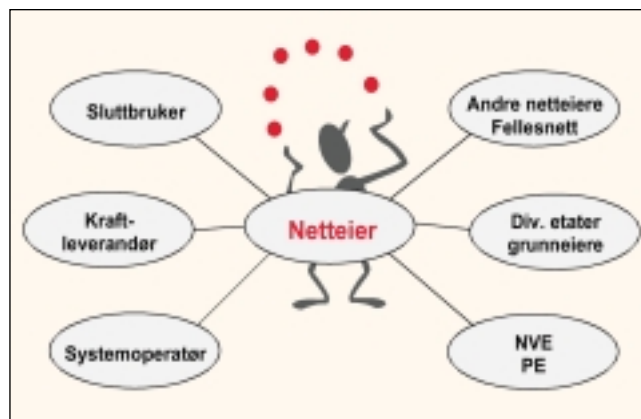
www.itek.norut.no/itek/jobs/projects/snowtools/

www.biba.uni-bremen.de/projects/maq/firmwind/



Drukner i papir?

Det vil ikke være utviklingen innen IT som setter grenser for i hvilken grad man kan utvikle hensiktsmessige løsninger for informasjonshåndtering. Den største utfordringen ligger i bransjens evne til å ta i bruk aktuelle IT-løsninger.



Et informasjonsmessig knutepunkt. Som netteier har man mange aktører å utveksle informasjon med.

SLIK KONKLUDERER PROSJEKTET «INFORMASJONS- OG KOMMUNIKASJONSSYSTEMER FOR ENERGIBRANSJEN» når de skisserer scenarier for nettvirksomheten i år 2020 og beskriver alternative retninger for hvordan denne organiseres. Mye manuelt arbeid – kombinert med en stadig økende informasjonsmengde – gjør at netteier har et stort behov for å automatisere og kvalitetssikre informasjonsbehandlingen innenfor måling og avregning. Mangler i datagrunnlag, lite integrasjon og fleksibilitet i tilgjengelige verktøy har vært til hinder for en effektiv utnyttelse av disse verktøyene.

Outsourcing?

Når prosjektet beskriver «*Fremtidens informasjonssystemer for nettvirksomheten*» (som er ett av tre delprosjekter), er en viktig konklusjon at de oppgavene netteier har i dag, også vil være aktuelle på lang sikt, men det kan være andre som utfører større eller mindre deler av oppgavene. Behovene for IT-løsninger er også nært knyttet til hvilke oppgaver som skal utføres.

Netteier er etter hvert blitt et informasjonsmessig knutepunkt for håndtering av måle- og avregningsdata. Viktige faktorer som vil bidra til økt informasjonsmengde, er for eksempel flere leverandørskifter, periodisk avlesning av sluttbrukere og flere sluttbrukere som skal timesmåles.

Måleverdier er utgangspunktet for store økonomiske transaksjoner mellom partene i kraftmarkedet, og det er derfor viktig at informasjonsbehandlingen er god. Undersøkelser viser at mye av denne behandlingen hos netteier fortsatt gjøres manuelt.

Innen delprosjektet «*Rasjonell informasjonshåndtering for kraftbransjen*» har spesiell fokus ligget på automatisk og kvalitetssikker håndtering av måle- og avregningsdata. Et standard internformat vil være et viktig bidrag til rasjonalisering av informasjonsutvekslingen.

ODEL som standard internformat

Prosjektet har anbefalt ODEL (Object oriented Data model for Electricity supply) som standard internformat. Modellen er basert på den objektorienterte datamodellen GS2. I 1999 ble ODEL videreutviklet til å omfatte all utveksling av måle- og avregningsinformasjon mellom netteiers programsystemer. Året etter ble en første versjon av en testbenk utviklet. Dette er viktig bidrag for en entydig tolkning av formatet.

Det finnes en rekke ulike verktøy hos netteiere til bruk innenfor områdene planlegging, drift og vedlikehold. Verktøyene er lite integrert og mangler fleksibilitet og funksjonalitet i forhold til de arbeidsoppgavene som skal utføres. Dette er blitt spesielt synlig i forbindelse med innføringen av KILE-ordningen, jfr. neste sak. Men også organisatoriske forhold kan være til hinder for en effektiv utnyttelse av verktøyene.

Innsparinger kan oppnås blant annet ved en bedre utnyttelse av nettet (unngå/utsette investeringer), ved riktigere strategiske og operative beslutninger og en mer effektiv planlegging/prosjektering og drift.

Delprosjektet «*Verktøy for planlegging, drift og vedlikehold*» har etablert beskrivelser av arbeidsprosessene innenfor disse områdene. Dette som et underlag for vurdering av innføring og utnyttelse av IT-systemer, datafangst og organisering av arbeidsprosessene. Også status og behov med hensyn til data-underlag og metoder for å løse ulike oppgaver, er kartlagt. Prosjektet har blant annet etablert en kost/nytte-modell og gitt anbefalinger knyttet til vurdering av innføring og utnyttelse av nettinformasjonssystemer (NIS). Prosjektleder har vært EBL Kompetanse, med SINTEF Energiforskning som utførende institusjon.

Mer informasjon om prosjektet finnes på prosjektets egen hjemmeside på Internett:

<http://www.energy.sintef.no/prosjekt/ikt>.

Betydelig oppjustert avbruddssatser

Fra 35 til 50 kr/kWh ved ikke-varslet og fra 24,50 til 35 kr/kWh ved varslet brudd overfor næringslivskunder.

På bakgrunn av anbefalinger fra EFFEKT-prosjektet «Leveringskvalitet» ble avbruddssatsene i KILE-ordningen betydelig oppjustert.



Riktig kvalitet til lavest mulig kostnad. Det er «ledestjernen» også for den norske nettvirksomheten. (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning)

**ORDNINGEN MED KVALITETSJUSTERING AV INNTEKTS-
RAMMENE (KILE) BLE SATT I DRIFT 1. JANUAR 2001.**

Hensikten med ordningen er å gi netteierne incentiver til å bestrebe en samfunnsøkonomisk optimal leveringspålitelighet. KILE omfatter «ikke levert energi» (ILE) ved langvarige avbrudd over tre minutter – både varslede og ikke varslede avbrudd, som skyldes planlagte utkoblinger og driftsforstyrrelser i elektriske anlegg med spenning over 1 kV.

De årlige samfunnsøkonomiske kostnadene av langvarige avbrudd er i prosjektet estimert til i underkant av 1.3 milliarder kroner. Bruk av tidligere foreslåtte satser, ville gitt en kostnad på ca. 580 millioner kroner i gjennomsnitt og dermed innebåret en betydelig underestimering.

Riktig kvalitet til lavest mulig kostnad

Det overordnede målet med prosjektet «Leveringskvalitet – Leveringspålitelighet, spenningskvalitet og EMC» har vært å bidra til at everkenes leveranser har riktig kvalitet til en lavest mulig total kostnad.

Metoden for beregning av ILE er også blitt en del av kravspesifikasjonen i FASIT-systemet. På flere områder har prosjektet bidratt med nødvendig underlag og spesifikasjoner for videreutvikling av dette systemet. FASIT (Feil- og Avbrudds Statistikk I Totalnettet) har etter hvert blitt en bransjestandard for registrering og rapportering av feil og avbrudd i det norske kraftsystemet, og hele åtte programvareleverandører har så langt utviklet programvare for systemet.

Prosjektet har i tillegg utarbeidet kravspesifikasjon for beregning av leveringspålitelighet og forventede avbruddstap i radielle nett. Spesifikasjonen er basert på den såkalte

RELRAD-modellen som tidligere er utviklet ved SINTEF Energiforskning og NTNU, Institutt for elkraftteknikk. Kravspesifikasjonen er blant annet benyttet som underlag for implementering av en modul for pålitelighetsberegninger i Powels Netbas-system.

Revolusjonerende måleinstrument

Innenfor området «spenningskvalitet» har prosjektet vært en av hovedårsakene til utviklingen av et nytt og til dels revolusjonerende måleinstrument. Det har også vært sterkt delaktig selve utviklingen av instrumentet, som måler kortvarige og langvarige avbrudd, spenningsdip og spenningsens lastvariasjoner i effektverdi.

Da instrumentet ble lansert, kostet det under én tredel av alternative produkter på markedet til tross for at målefunksjonene er både mer avanserte og mer anvendbare. Nesten 1.000 slike instrumenter er nå i bruk i Norge.

Man har også vært med på å utvikle en tilleggsmodul til en kommersielt tilgjengelig programvare. Denne modulen automatiserer og effektiviserer arbeidet med å foreta målinger av spenningskvalitet i vesentlig grad. Prosjektet har dessuten utviklet en instrumentprototyp av et GPS-synkronisert instrument for å måle forstyrrelser i kraftnettet fra tordenvær/lynneslag. Det er også laget en enkel håndbok som hjelp for nettselskaper til å håndtere spenningsproblemer i forbindelse med kundeklager.

FORTSETTER NESTE SIDE

Alvorlige problemer avdekket

Blant prosjektets i alt åtte ulike delprosjekter, har også vært «Kvalitetsriktige komponenter og anlegg». Det ble her avdekket alvorlige problemer med sprekkdannelser i forbindelse med klemmer på EX-hengeledningsisolasjon ved bruk av en type kontaktfett. Den norske kabelprodusenten har endret EX-isolasjonen, og de nye ledningene har ikke problemer med sprekkdannelse.

Det er i tillegg avdekket meget store kvalitetsforskjeller mellom ulike typer EX-hengeledningsklemmer under langtidsforsøk i prøvestasjonen på Lista. I forbindelse med et betydelig havari på 24 kV enpolede spenningstransformatorer, avdekket prosjektet at årsaken stort sett var feil dimensjonert belastningsmotstand i sammenheng med ferroresonans. Også direkte produksjonsfeil ble avdekket.

Blant øvrige resultater fra prosjektet «Leveringskvalitet» kan nevnes:

- Vanntett PEX. Den norske PEX-kabelkonstruksjonen for 12 og 24 kV-kabler er forandret på grunn av de påviste egenskapene til kablene.
- Utarbeidelse av jordingshåndbok for fornuftig jording/vern som sikring mot elektromagnetisk puls.
- Retningslinjer for Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) for nettilknytning av vindkraftverk i fordelingsnettet. Retningslinjene er evaluert og verifisert gjennom målinger i en norsk vindkraftpark. Videre er det utviklet et målesystem for måling av flimmerbidrag («flicker») fra den enkelte kilde/last.

Prosjektleder har vært EBL Kompetanse, med SINTEF Energiforskning som utførende institusjon.

Strategier og verktøy for vedlikehold

Hvordan kan vedlikehold, tilstandskontroll og reinvesteringer innpasses i et everks samlede drift? Dette har vært gjenstand for en egen rapport innen prosjektet «Vedlikehold og Tilstandskontroll».



Et optimalt vedlikehold krever både effektive strategier og verktøy. (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning)

PROSEKTET HAR FREMSKAFFET BÅDE UNDERLAG OG VERKTØY for etablering av et optimalt vedlikeholds- og reinvesteringsnivå i overførings- og fordelingsnettet. I rapporten om vedlikeholdsstrategier legges det vekt på praktiske eksempler vedrørende transformatorer (levetidsvurderinger), kabler (prioriteringer med hensyn til utskiftninger) og brytere (overgang fra tidsstyrt til tilstandsstyrt vedlikehold).

Prosjektet har også utviklet et konsept for å vurdere nytteverdi av vedlikeholds- og fornyelsestiltak – med utgangspunkt i hvilken effekt disse har på funksjonsdyktigheten for et teknisk (del)system. Konseptet – som er basert på en kombinasjon av tekniske og økonomiske kriterier – er utviklet for å få

frem verktøy der informasjon om tilstand mer formelt benyttes i økonomiske analyser. Kostnadssiden beskrives ut fra hvilken tap- eller feilrisiko en nedsettelse av funksjon gir. Kan en detektere funksjonsnedsettelse og vet hva det koster å rette en feil, kan dette sammenlignes med tapsrisikoen (gitt ved hyppighet og konsekvens for utfall) som funksjonsnedsettelsen gir. Også i dette prosjektet har EBL Kompetanse vært prosjektleder, med SINTEF Energiforskning som utførende institusjon.

FORTSETTER NESTE SIDE

Også nordiske prosjekt

Blant de syv delprosjektene under hovedprosjektet, har det også vært et nordisk prosjekt knyttet til **«Fornylsesmodeller»**. Det er her utarbeidet modeller for teknisk-økonomisk analyse av vedlikehold og fornyelse av høyspennings distribusjonsnett. Analysemodellene omfatter blant annet analyser av nåverdi, budsjettering, kritikalitetsanalyser, beregninger av aldersprofiler ved ulike fornyelsesstrategier og kostnadsanalyser for vedlikehold sammenlignet med utskifting.

Modellene er implementert i et dataprogram, VefoNet, som er uttestet i de nordiske land. Metodene er nå kommersialisert.

Også **«Tilstandskontroll av kabler»** har vært et eget delprosjekt. For mellomspennings *PEX-kabler* har man testet ut hvordan ulike diagnoseopplegg basert på *dielektrisk respons* er i stand til å avsløre vanntrealdring, som nedsetter levetiden for en kabel. For første generasjons lakk og kabelbånd var resultatene ganske klare og entydige. Nå gjennomføres et støtte felt- og laboratorieforsøk for å utvikle diagnosekriterier for ulike kabelkonstruksjoner, med forskjellige skjoter og avslutninger.

For *kabelavslutninger* er det utviklet en akustisk metode for deteksjon av delutladninger, som er vanlig feilårsak. Metoden er kommersialisert. Det er også utarbeidet feilstatistikk for *massekabler*.

Innen delprosjektet **«Kraftledninger»** er skadetyper og skadesteder for *bendsling, klemmer, skjoter og oppheng* kartlagt. I tillegg har en utarbeidet tilstandskontrollopplegg for å evaluere

funksjonsdyktighet/restlevetid. Spesielt for klemmer og skjoter har en sett på hvordan strømbelastbarheten går ned ved korrosjonsskader; noe som er interessant blant annet ved eventuell belastningsøkning i nettene.

For *trestolper* har en undersøkt hvordan skadetyper og skadeforekomster varierer i landet. For skadede trestolper er det utført knekktester for å finne ut hvordan funksjonsnedsettelse avhenger av skadetyper/-grad.

Innenfor **«Transformatorer og koblingsstasjoner»** er det utviklet en instrumentering og en programvare for automatisk å hente inn og evaluere *akustiske signaturer* fra *effektbrytere* som lukker/bryter. Opplegget er testet ut i felt og virker godt. Det vil bli brukt til kontinuerlig overvåking av effektbrytere for å få tidlig varsel om oppstått skade.

For *SF₆-anlegg* har man testet ut en instrumentering for akustisk diagnose. To viktige feilkilder – frie partikler og partikler på støtter – er nøye undersøkt, og deres oppførsel og muligheter for diagnose er kartlagt.

Når det gjelder *transformatorer*, har en arbeidet med aldringsproblematikk, diagnose og rehabilitering. Blant annet er to diagnosteknikker nøye undersøkt; *måling av delutladninger* og *måling av frekvensrespons*. Den siste metoden brukes for å finne viklingsforskyvninger, som kan oppstå etter en kortslutning.

Hovedinnsatsen har allikevel gått på å kartlegge hvordan isolasjonssystemet aldres termisk, blant annet under innflytelse av vann. Eksperimenter på papirladning er utført, og underlag for evaluering av levetid og effektivitet av ulike rehabiliteringstiltak er opparbeidet.

Et mer miljøvennlig mastedesign

Kostnaden ved det nye og mer miljøvennlige mastedesignet blir kun 6–7 prosent høyere enn ved en konvensjonell belagt faselinje (BLX). Dessuten er det rom for reelle kostnadsreduksjoner ved serieproduksjon.

Dette er konklusjonen etter byggingen av en 24 kV prøvelinje innen prosjektområdet **«Kraftledninger»**. I et annet delprosjekt er det også utarbeidet et underlag for bygging av 132 kV BLX-prøvelinjer basert på trekant- og planoppeng. Det er også utviklet en metodikk for minimalisering av livsløpskostnader med utgangspunkt i vedlikeholdsutskifting av trestolper.

Et generelt system for registrering av lynnedslag er videreutviklet for å avklare om lynnedslag kan være årsak til feil i kraftledninger. Blant resultatene er også et interaktivt grafisk PC-basert prosjekteringsverktøy for mekanisk dimensjonering av kraftledninger (ProLIN).

Det kortsiktige delmålet for prosjek-

tet **«Kabelisolasjon»** har vært å fremkaffe kunnskaper om hvordan impregnerert papirisolasjon for HVDC-massekabel (High Voltage Direct Current) oppfører seg under temperatursykling. Et eget doktorgradsarbeid gir grunnlag for utvikling av isolasjonssystemer med økt holdfasthet, dvs. HVDC-massekabler for høyere effekter.

I et annet doktorgradsarbeid er også aktuelle isolasjonssystemer basert på syntetiske materialer (plast) undersøkt. Plastproblematikken og utviklingen av kostnadseffektive alternativer til dagens HVDC-kabler undersøkes videre i det nye Forskningsrådsstøttede prosjektet «Polymerisolasjon for neste generasjon HVDC-kabel» som startet i 2001.

EFFEKT-programmet har videre støttet fem prosjekter knyttet til *elektromagnetiske felt (EMF)*. Innen prosjektet «Elektromagnetiske felt og virkninger på avkommet» er boliger langs norske kraftlinjer identifisert, og flyttehistorien (fra 1980) til mødre registrert. I tillegg er strømdata for



kraftlinjene er innhentet, og beregninger av magnetfelt i boligene pågår.

Det er også gjennomført undersøkelser og analyser av fødselsskader i forhold til foreldrenes yrke. Undersøkelsen viste en liten overrisiko for manglende hjerne hos barn av eksponerte fedre og ryggmarksbrokk hos barn født av eksponerte mødre, men assosiasjonene er svake, og resultatene må tolkes med forsiktighet. Særlig fordi ingen andre har rapportert slike funn og mange sammenligner er gjort.

Et tastetrykk er nok...

Via Internett kan du som bruker slå av og på elektriske innstallasjoner. Når kapasiteten i det lokale elnettet er nær ved å sprenges, kan nettselskapet slå av eller redusere tilgjengelige laster.



SLIK LYDER BUDSKAPET FRA ELINK AS, SOM HAR KLART Å KOMBINERE INTERNETT OG RADIOTEKNOLOGI PÅ EN HELT NY MÅTE. Bedriften ble etablert som følge av resultater innen EFFEKT-programmet, som har støttet både ett forprosjektet og ett hovedprosjektet.

Hjernen i systemet er Ebox – en liten trådløs «datamaskin» som plasseres i stikkontakten og styrer strøm av eller på, basert på tid eller temperatur. Støpselet til det elektriske apparatet som skal styres, plugges i Eboxen. Deretter kan utstyret slås av og på fra en hvilken som helst datamaskin med Internett-tilgang, en WAP-telefon, en PDA (en liten håndholdt datamaskin) eller en tastafon.

Den intelligente styringsenheten inneholder blant annet radiomottaker, dataprosessor, klokke, termostat og kalender. Programvaren legges ut på Internett, og brukeren setter opp sine ønskede innstillinger fra sin personlige Internettside. Innstillingene sendes trådløst til Eboxen via teleselskapene sitt landsdekkende radionett. Som kunde sparer du installasjonskostnader og slipper flere ledninger. Alt som trengs er det datastyrte støpselet.

Energileverandøren på sin side kan få kontroll med det totale energi- og effektforbruket hos sluttbrukerne, slik at toppbelastningen kan reduseres. Et konkret prosjekt er effektstyring i Lilleberget borettslag i Oslo, jfr foregående prosjektpresentasjon.

Elink har en avtale med Telenor knyttet til bruk av teleselskapets radionett for å styre Eboxer. I tillegg har selskapet

Bergensfirmaet Elink AS er nå klar for verdensmarkedet med sin Ebox. Som kunde sparer du installasjonskostnader og slipper flere ledninger. Alt som trengs er det datastyrte støpselet.

fått tildelt en prøvekonsesjon av Post- og Teletilsynet i Norge for utplassering av radiosenderutstyr for fjernstyring av enhetene. Den første senderen er plassert på taket hos Viken Energinett på Solli plass i Oslo. Sammen med Statoil er dette nettselskapet en de viktigste samarbeidspartnere her hjemme.

God markedsrespons

Frem til nå har Elink vært gjennom en utviklingsfase som har resultert i spennende produkter. Produktene er ferdig utviklet for det norske og svenske markedet, og responsen fra markedet er god. Så langt er ca. 14.000 produkter solgt, hvorav 2.000 er ute hos sluttbruker.

Konseptet er patentgodkjent i Norge og USA, og det er forventet at patenter også vil bli gitt i de øvrige nordiske land, Europa, Canada og Russland.

Produsenter og leverandører av produkter og tjenester er mer og mer ute etter produkter som bidrar til økt lojalitet og bedre kundedialog på Internett. Lojalitetsprodukter er produkter som selges som merverdi til eksisterende omsetning. Ebox er et typisk lojalitetsprodukt som bidrar til at lojaliteten mellom (energi)leverandør og kunde styrkes.

Elinks målsetting er å få store volum av produkter ut i markedet, slik at de årlige abonnementsinntektene vokser raskt. Store volum kan oppnås gjennom salg av produkter sammen med annen omsetning.

Viktige kunder/samarbeidspartnere vil derfor være både energiselskaper (nettselskaper og energileverandører), smart-husaktører, teleselskaper, selskaper innenfor boligsektoren, bank, finans og forsikring samt andre bedrifter som tilbyr lojalitetsprogrammer.

*«Vi ville aldri ha greid dette uten
bevilgningen vi fikk fra Norges forskningsråd»*

(Nilmar Lohne og Kjell Øverbø, adm.dir og styreleder
i Elink AS til Teknisk Ukeblad 13/2000)

Ingen effektrekord med sluttbrukertiltak

I morgentimene 5. februar 2001 ble det satt ny norsk effektrekord med 23.100 MW (megawatt). Et sammenbrudd ble unngått ved å importere 1.000 MW fra Danmark i de mest kritiske timene.



En spørreundersøkelse viste at hele 80 prosent av beboerne i Lilleberg borettslag i Oslo (bildet) var tilfreds med effektstyringen.

HVIS RESULTATENE FRA GRORUD-PROSJEKTET KUNNE VÆRT OVERFØRT TIL LANDSMÅLESTOKK, ville effektforbruket ha vært 10–11 prosent eller 2–3.000 MW lavere. En analyse av elnettet i Groruddalen i Oslo viser at en betydelig del av en planlagt nettutbygging kan unngås ved gjennomføring av energi- og effektbesparende tiltak hos sluttbrukere. Tiltakene vil redusere maksimaleffekten for understasjonene Grorud og Veitvet med 7.7 – 9.2 MW innen år 2010.

Dette er resultater i prosjektet «Energi- og effektbesparende tiltak hos sluttbruker som alternativ til nettutbygging», også kalt Implementering av DSM (Demand Side Management) i Oslo (IDO).

40 sluttbrukere

I løpet av 2000 er det foretatt enøkanalyser av byggene til 34 av de 40 sluttbrukerne i prosjektet – hvorav 20 vil gjennomføre ett eller flere tiltak. Av de dokumenterte effektreduserende tiltakene kan maksimalbelastningen for området reduseres med totalt 4.5 MW. Dette tilsvarer tre prosent av maksimallasten for Grorud og 11 prosent for Veitvet. Innen utgangen av 2001 vil flere av tiltakene være gjennomført.

Som en del av prosjektet har samfunnsforskere fra SINTEF Energiforskning og SINTEF Teknologiledelse sett på «Motivasjon og beslutningsprosess hos næringskunder i gjennomføring av

energi- og effektreduserende tiltak». Ut fra erfaringer fra Grorud-prosjektet skal forskere utvikle ulike modeller og fremgangsmåter overfor forskjellige kundegrupper.

Effektstyring i borettslag

To øvrige prosjekter innenfor IDO-prosjektet har vært knyttet til Lilleberg borettslag og effektstyring med henholdsvis utstyr fra Nobø Electro og Elink sin Ebox.

I det første av Lilleberg-prosjektene var målet å redusere effektuttaket for seks av boligblokkene (156 leiligheter) med gjennomsnittlig 10 prosent gjennom styring av varmtvannsberedere. Resultatene for 1999 og 2000 viser at effektreduksjonen varierer fra 0-10 prosent fra blokk til blokk. Et bedre estimat for effektreduksjon vil gjøres på bakgrunn av måledata for 2001. En spørreundersøkelse viste at over 80 prosent av beboerne er tilfreds med effektstyringen.

I prosjekt nr. 2 var målet å redusere effektuttaket med 20 prosent i 17 rekkehusleiligheter. I tillegg til varmtvannsberedere, skulle her også elektriske panelovner styres. Vinter-

FORTSETTER NESTE SIDE

80 % av beboerne var tilfreds!

sesongen 1999/2000 benyttet beboerne hver sin Ebox (se egen omtale i foregående artikkel) på en varmeovn. Neste sesong ble installasjonen utvidet med to nye Eboxer for 13 av beboerne. De to nye benyttes både på varmeovn og varmtvannsbereider.

Prosjektet har foretatt effektstyring av varmtvannsbereidere og forventet en maksimal effektreduksjon på 20 kW (kilowatt), tilsvarende 20 prosent av maksimaleffekten. Utkoblinger så langt viser en reduksjon på fem kW eller fem prosent av maksimaleffekten. Avviket fra forventet effekt kan skyldes at effektene på varmtvannsbereider ikke ligger inne ved tidspunkt for utkobling.

Disse forholdene vil analyseres nærmere i 2001, sammen med ytterligere målinger av effektstyring – også av varmeovner. Energiforbruket til prosjektdeltakerne er redusert med fem prosent etter at Eboxene ble tatt i bruk. Sannsynligvis er også andre forhold enn bruken av Eboxen medvirkende

årsaker til dette. Prosjektleder og utførende firma har vært E-Co Smart AS v/Håvard Nordvik (tidligere Oslo Energi Enøk).

Samarbeidsforum etablert

Som en følge av prosjektet er det etablert et samarbeidsforum mellom Viken Energinett AS og E-Co Smart AS. Forumet har blant annet utarbeidet en beskrivelse av nye samarbeidsrutiner for informasjonsflyt og kvalitetssikring mellom Viken sine el- og fjernvarmenett og E-Co Smart. Rutinene inkluderer mellom annet informasjonsflyt fra Plan- og bygningsetaten på et tidlig tidspunkt.

De etablerte rutinene danner utgangspunkt for et nytt samarbeidsprosjekt mellom de to selskapene i 2001 for kvalitetssikring av energi- og effektbudsjetter. I tillegg gir rutinene et bedre grunnlag for igangsetting av enøkarbeid og optimal utnyttelse av el- og fjernvarmenett.

Mye effekt kan frigjøres

På en vanlig vinterdag er utkoblingspotensialet innen alminnelig forsyning ca. 1.700 MW (megawatt). Effektpotensialet i kraftkrevende industri er om lag 3.500 MW. Dette er blant resultatene fra EFFEKT-prosjektet «Sluttbrukermarked».



HOVEDINTENSJONEN MED ENERGILOVEN ER Å FREMME ET EFFEKTIVT KRAFTMARKED. En tilnærming fra kundesiden avdekker at sluttbrukermarkedet vil ha relasjoner mellom sluttbrukere og både nettvirksomheter, kraftomsettere, systemoperatør og tredjeparts aktører.

Strategisk viktig

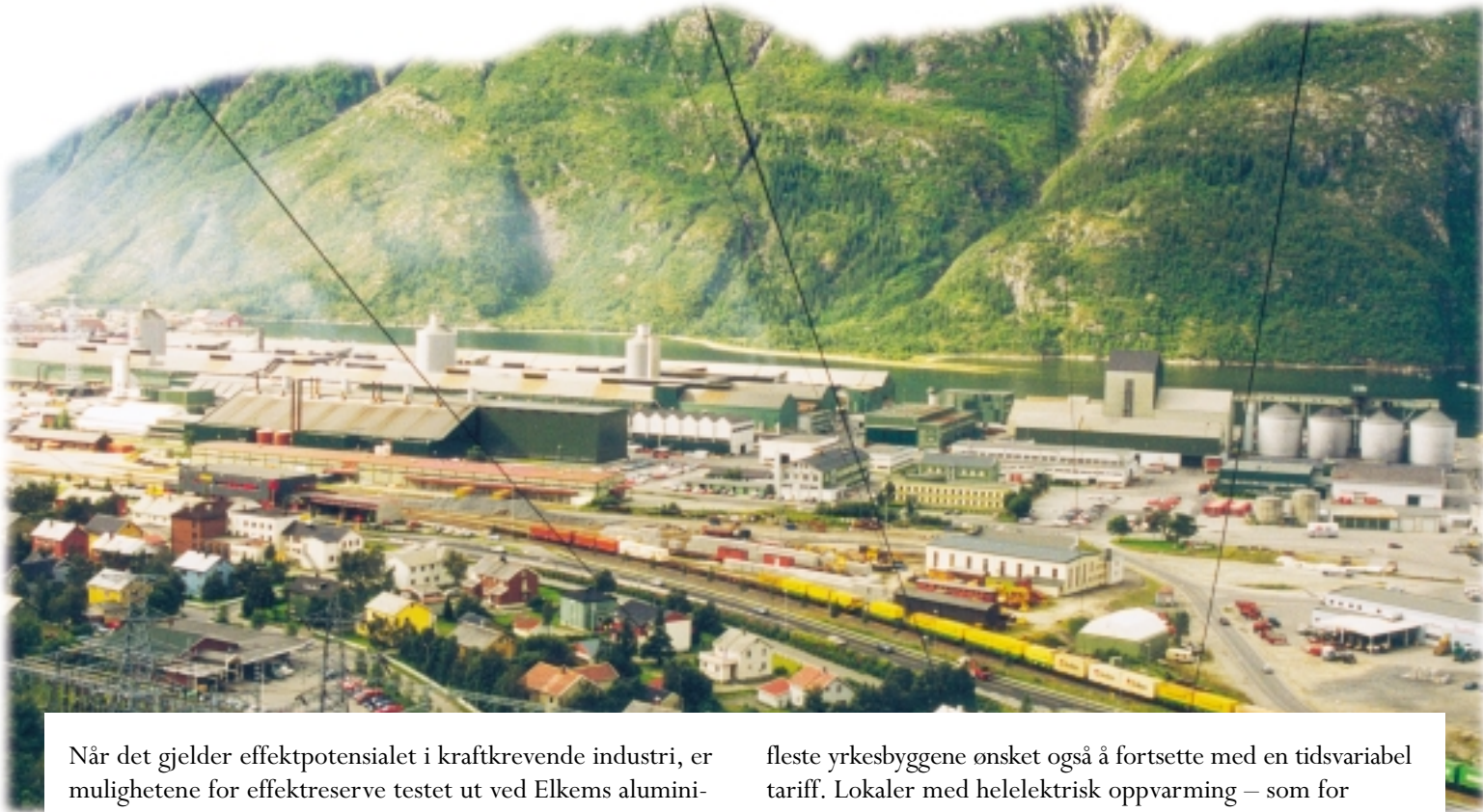
Med nye produkter og teknologi rettet mot sluttbruker, viser analyser at nye energiprodukter vil kunne utvikles innenfor både tradisjonelle og nye forretningsområder. Området er ennå lite utviklet og vil bli viktig for energiselskaperens fremtidige strategier. Hovedmålsettingen med «Sluttbrukermarked»-prosjektet har vært å peke på aktiviteter som fremmer et

Effektpotensialet er stort – både innenfor alminnelig forsyning og i kraftkrevende industri. (Foto: Harald Danielsen, SINTEF Energiforskning)

velfungerende kraftmarked. Fokus har vært satt på sluttbrukerforhold i form av nye muligheter, behov for tilpasninger, endrede incentiver, nye rammevilkår, ny teknologi etc.

Alminnelig forsyning omfatter husholdning og jordbruk, tjenesteyting, treforedling, bergverk og annen industri (ikke kraftintensiv), anleggskraft og transport. Kundene i denne kategorien representerer en effektreserve på minimum 1.700 MW – et potensial som kan realiseres til en kostnad i området 2-4.000 kr/kW (kilowatt) eks. mva, avhengig av størrelsen på boligen. I yrkesbygg er kostnaden beregnet til kun 300 kr/kW.

FORTSETTER NESTE SIDE



Når det gjelder effektpotensialet i kraftkrevende industri, er mulighetene for effektreserve testet ut ved Elkems aluminiumsverk på Lista og smelteverket til Tinfos AS på Øye. Resultatene viser at kravene til hurtig effektreserve blir tilfredsstillende. Selv om effektreguleringen påvirker andre elektriske systemer i bedriften, er påvirkningen innenfor akseptable grenser. Regulerbar effekt i norsk kraftintensiv industri er totalt beregnet til mer enn 3.500 MW. Maksimal energimengde som kan reguleres, er i størrelsesorden 50 GWh per uke eller ca. 2,5 TWh i året.

Som beslutningsgrunnlag

Disse og flere andre resultater fra prosjektet er brukt som grunnlag for beregninger og beslutninger i offentlige dokumenter. Blant annet er vilkårene for effektregulering i St. prp nr 52 (1998-99), Om Statkrafts industrikontrakter og leieavtaler, basert på prosjektets resultater med hensyn til effektflexibilitet i de enkelte prosessene. Prosjektet har også bidratt til nye markedsmekanismer for tilbakesalg av effekt fra sluttbruker.

Via uttesting av nye faktureringsrutiner hos husholdningskunder, har «Sluttbrukemarked» også bidratt til nye rammebetingelser for måling av avregning. Innføring av månedlig strømregning ble av test- og referansegruppen sett på som svært positivt.

Tidsvariable tariffer

Gjennom uttesting av nye tariffstrukturer blant husholdningskunder, har prosjektet også vært en viktig bidragsyter i diskusjonen om innføring av sesongvariable nettariffer. Resultater har vist at prisendringer har større virkning på forbruket enn et generelt prisnivå, såfremt forbrukerne er bevisst sitt eget strømforbruk.

Tidsvariable tariffer har størst effekt i kombinasjon med virkemidler som teknologi, informasjon og rådgivning. De

fleste yrkesbyggene ønsket også å fortsette med en tidsvariabel tariff. Lokaler med helelektrisk oppvarming – som for eksempel skoler, yrkesbygg og kontorer – har et potensial for reduksjon av maksimaleffekten på ca. 8 prosent.

«Vinn-vinn»-situasjoner

På teknologisisiden har «Sluttbrukemarked» i nært samarbeid med norske industribedrifter som Intelli AS, IT & Process AS (ITP) og PCTVnet ASA bidratt til både utvikling og uttesting av nye smarthus-konsepter. Resultater viser at slik teknologi gir klare «vinn-vinn»-situasjoner mellom sluttkunder og aktører i kraftforsyningen. I tillegg er det industrielle potensialet og muligheter for verdiskapning med slikt utstyr svært stort.

For El.vippen til ITP er det registrert en effektreduksjon i området 10-12 prosent, ferdig sammenlagret i nettstasjon. Samtidig er det målt en energibesparelse på 6-9 prosent. Det er dessuten registrert en økning i maksimaleffektens brukstid.

Denne type utstyr har også fjernavlesing av målere som en viktig funksjon. Uttesting innenfor prosjektet har vist at ny teknologi for informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) for måling, avregning og sluttbrukertiltak vil være viktige premissgivere også for energipolitiske beslutninger.

Som en del av prosjektet er det også gjennomført et eget EU/SAVE-prosjekt med VTT i Finland og IT-Energy i Danmark som partnere. Prosjektet har vist hvordan bruk av IKT vil påvirke den strategien ulike typer selskaper (nettvirksomhet, kraftomsetting, systemoperatør) i kraftmarkedet utformer. Dette er eksemplifisert gjennom pilotprosjekter og strategiske analyser. Det er også utarbeidet en beskrivelse av totalt 60 ulike IT- og miljørelaterte produkter og tjenester som tilbys sluttbrukere av energiselskaper, nettoperatører eller systemoperatører.

Prosjektleder har vært EBL Kompetanse v/Audun H. Wilberg, med SINTEF Energiforskning som utførende institusjon.

EFFEKT

– Noen utvalgte forskningstemaer

TITTEL	KONTRAKTPARTNER	KONTAKTPERSON
KRAFTUTVEKSLING, KRAFTSYSTEM OG TEKNOLOGI		
Overvåking og kontroll i overføringsnettet	ABB AS	Jan Ove Gjerde
Termisk sykling av statorstaver	ABB AS	Arvid Elstrøm
Kabelisolasjon	Nexans	Georg Balog
Effektprising	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Sluttbrukermarkedet	EBL Kompetanse AS	Audun Wilberg
Storskala kraftutveksling	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Effektkjøring - teknikk	GE Energy (Norway) AS	Torbjørn K. Nielsen
Effektregulering - miljøvirkninger og konfliktreduserende tiltak	NVE	Haavard Østhagen
Konsekvenser av effektkjøring på økosystemer i rennende vann	SINTEF / Konsortium	Atle Harby
Ultrakompakte høyeffekts frekvensomformere	Stadt Automation	Hallvard Slettevold
Driftssikkerhetsplanlegging og kontroll	Statnett SF	Ole Gjerde
Kraftledninger	Statnett SF	Svein Fikke
NETT		
Integrasjon mellom nettautomasjon og sluttbruker	ABB AS	Geir Glømme
Underlag for kompaktering av isolasjonssystem i krafttransformatorer	ABB AS	John-Bjarne Sund
Spenningsstabilisering i svake nett	ABB AS	Kjartan Øye
Effektivisering av testmetode for PEX-kabler.	Nexans	Arve Ryen
Optimalisering av dagens PEX-kabler for fordelingsnett	Nexans	Georg Balog
Informasjons- og kommunikasjonssystemer	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Kraftledninger	EBL Kompetanse AS	Ola Eide
Leveringskvalitet	EBL Kompetanse AS	Annie Heieren
Monopolkontroll/Monopolregime	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Nettutforming. Kabelteknologi for fremtidens eforsyning	EBL Kompetanse AS	Ola Eide
Vedlikehold og tilstandskontroll	EBL Kompetanse AS	Annie Heieren
Energi- og effektbesparende tiltak hos sluttbruker.	E-CO Smart AS	Håvard Nordvik
FACTS Kraftelektronikk omformere – Modellering, simulering og realisering	Siemens A/S	Atle Hjertenæs
Systemnytte av effekt-teknologi i det norske og nordiske kraftsystem	Statkraft SF	Terje Gjengedal
Tilstandskontroll av kontakter i SF6-anlegg	Transinor as	Asle Schei

YTRE MILJØ, SIKKERHET OG PRODUKSJON

Ny fornybar energiproduksjon i Norge	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Vassdragsdrift og verifisering av fordelte snømodeller	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Identifisering av tilhørighet hos fisk vha mikrosatelitt DNA	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Produksjonsplanlegging i et deregulert kraftmarked	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Teknisk drift og vedlikehold-endret driftsstrategi, optimalisering av vedlikehold og fornyelse	EBL Kompetanse AS	Thomas C. Wiborg
Vannkraftstasjoner - teknologiutvikling	EBL Kompetanse AS	Thomas C. Wiborg
Vassdragssikkerhet, vassdragsteknikk og dammer	EBL Kompetanse AS	Torgeir Johnson
Virkninger av vassdragsreguleringer på vassdragsbiologi	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Brann og eksplosjonssikring av krafttransformatorer	Norconsult AS	Ole A. Westberg
Snowtools (EU-prosjekt)	Norut Informasjonsteknologi	Tore Guneriussen
Kraftledninger og villrein	NVE	Jan H. L'Abbe Lund
Storskala integrasjon av vindkraft	Statkraft SF	Terje Gjengedal

ØKONOMI OG DIVERSE

Eierstruktur, foretaksstrategier og reguleringspolitikk	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Energiscenarier og energistrategier	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Økonomiske vekselvirkninger mellom nett og krafthandel	EBL Kompetanse AS	Aril F. Thommesen
Elink og Virtuell markeds plass for energi	Elink AS	Nilmar Lohne
Deltakelse i IEAs vannkraft teknologi- og miljøprogram	ICH	Tore S. Jørgensen
Standardisert bruk av IEC-protokoll for fjernkontroll	Rogalandforskning	Odd-Terje Høie
Remafex- Remote Maintenance for Facility Exploitation (EU-prosjekt)	Sintef Energiforsknings AS	Eivind Solvang
LAN datanettverk på kraftnettet	TransSensor AS	Geir Vavik

VIRKNINGER AV ELEKTROMAGNETISKE FELT (EMF)

EMF og kreft	Kreftregisteret	Tore Tynes
Elektromagnetiske felters biofysikk	NTNU, Fysisk Inst.	Anders Johnsson
EMF og virkninger på avkommet	Statens Arbeidstilsyn	Tore Tynes
Teratologiske virkninger av EMF	Statens Strålevern	Jon B. Reitan
Cellulær signalomforming ved eksponering for M-felt	UiB, Biokjemi og molekylærbiologi	Holm Holmsen

Over til «Energi, Miljø, Bygg og anlegg»

Den brukerstyrte energiforskningen
– som tidligere tilhørte
programmene EFFEKT, NATURGASS
og NYTEK – vil fra år 2002 bli
adressert til det felles programmet
«Energi, Miljø, Bygg og anlegg».

AT BYGG OG ANLEGG HAR KOMMET MED I SAMME PROGRAM SOM ENERGI, skyldes hovedsakelig erkjennelsen av at ca. 60 prosent av vårt energiforbruk til alminnelig forsyning går til romoppvarming. Det er derfor viktig at FoU relatert til bruk av energi i bygg- og anleggssektoren, sees i sammenheng på tvers av bransjene dersom vi skal oppnå en effektivisering som monner.

Det nye programmet forventes å ha et budsjett på omkring 150 millioner kroner, som skal brukes til brukerstyrte innovasjonsprosjekter (BIP) og kompetanseprosjekter med brukermedvirkning (KMB). For mer informasjon, se «Energi, Miljø, Bygg og anlegg» sin hjemmeside på:

<http://program.forskningsradet.no/energi-miljo-bae/>

Budsjettoversikt energiprogrammene 1995 til 2001*

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	SUM
EFFEKT								
OED	–	12,0	31,0	33,0	33,0	36,8	34,7	180,5
Privat	–	9,0	61,0	56,0	76,0	55,0	50,0	307,0
SUM EFFEKT	0,0	21,0	92,0	89,0	109,0	91,8	84,7	487,5
NYTEK								
OED	17,2	17,5	13,5	17,1	21,1	24,4	22,9	133,7
NHD	–	–	7,0	7,0	6,0	5,8	6,9	32,7
Privat	16,5	20,4	25,5	34,3	37,0	43,0	41,0	217,7
SUM NYTEK	33,7	37,9	46,0	58,4	64,1	73,2	70,8	384,1
NATURGASS								
OED	–	14,0	9,3	9,0	7,5	7,9	7,3	55,0
NHD	–	–	7,5	7,5	6,0	4,8	5,0	30,8
Privat	–	18,0	27,0	31,0	35,0	22,0	15,0	148,0
SUM NATURGASS	0,0	32,0	43,8	47,5	48,5	34,7	27,3	233,8

* Alle tall er i millioner kroner.

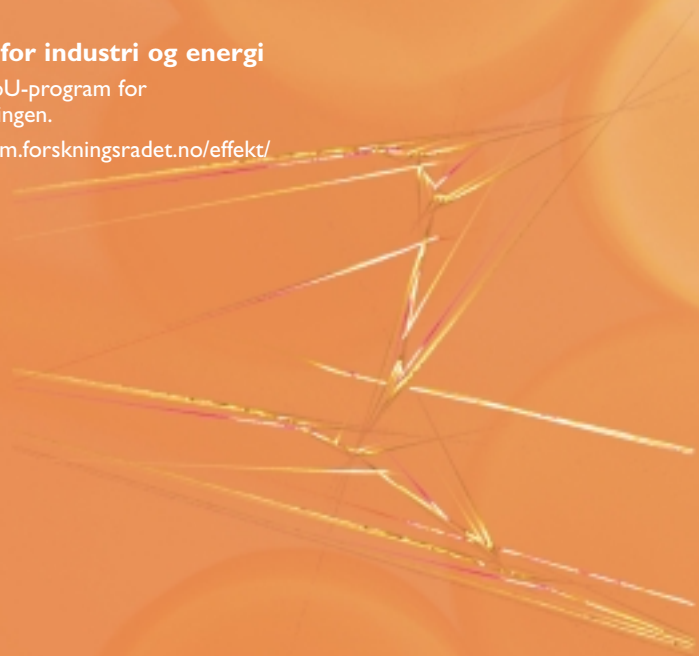


Norges
forskningsråd

Området for industri og energi

EFFEKT – FoU-program for
energiforsyningen.

<http://program.forskningsradet.no/effekt/>



Norges forskningsråd
Postboks 2700 St.Hanshaugen
0131 Oslo

Telefon: 22 03 70 00
Faks: 22 03 70 01
www.forskningsradet.no

ISBN 82-12-01625-0