

A nighttime photograph of a modern city street. In the background, a tall building is illuminated with blue lights and has "SLOITY OSLO" visible on its upper part. In the foreground, a yellow taxi and a dark car are parked on the street. The buildings are lit up with various colors, and there are many windows showing interior lights. The sky is dark blue.

BELLONA

SIEMENS

Energieffektiviseringsrapporten

- en rapport i regi av Bellona og Siemens

September 2007



Stort potensial ved energieffektivisering

Vi oppnår ikke våre klimaforpliktelser uten moderne teknologi.

I skjæringspunktet mellom energiknapphet og trusselen om klimaendringer, finnes det ikke lenger tvil om at fremtidens energi må være bærekraftig i forhold til miljøet. Dette vil prege kravene til energitilbudet fremover. Hensynet til miljøet må innfris gjennom innsats på tre områder:

Fornybar energiproduksjon, som vannkraft, vindkraft og biomasse vil øke sin relative andel av den totale energiproduksjonen, men siden fossilt brensel utgjør den vesentligste energikilden i verden, er den pågående forskningen mot **CO₂-fritt utslipp** fra kull- og gasskraftverk svært sentral. Energibehovet vårt kommer likevel ikke i balanse med klimaforpliktelsene, uten at også dagens **energiforbruk effektiviseres**. Det betyr i praksis at ny teknologi vil hjelpe oss å frigjøre mer energi, selv med dagens forbruksmønster.

21 TWh, tilsvarende 20 prosent av Norges innenlandske elektrisitetsforbruk, kan frigjøres. Vårt regnestykke for Norge viser at å skifte ut eksisterende teknologi med ny teknologi frigjør enorme mengder energi. Og ikke minst – alle investeringene som er nødvendig for å få dette til er lønnsomme.

Per Otto Dyb
Adm. direktør, Siemens AS

Frederic Hauge
Leder, Miljøstiftelsen Bellona

Om Energisparerapporten

Energisparerapporten er resultatet av en undersøkelse foretatt av Bellona og Siemens om muligheter for energieffektivisering i Norge. Rapporten tar for seg muligheten for effektivisering av stasjonær produksjon og forbruk av energi, og regner ikke med transportsektoren. Virkemidler for effektiv-

isering er basert på produkter eller løsninger som Siemens leverer, og kjenner virkningen av. Rapporten er på ingen måte uttømmende i forhold til effektiviseringsvirkemidler. Det kan altså finnes flere virkemidler som kan løfte sparepotensialet angitt i denne rapporten, ikke minst ved å ta med transportsektoren.

Foruten investeringer i det norske overføringsnettet, er alle tiltakene i Energisparerapporten bedriftsøkonomisk lønnsomme. Typisk nedbetalingstid baserer seg på Siemens' erfaring med gjennomførte prosjekter.

Vannkraftproduksjon

– potensial for 8-10 TWh gjennom oppgradering og utvidelse

Som ren og fornybar energikilde utgjør vannkraft en betydelig kraftressurs for Norge. Av den samlede strømproduksjonen i 2005 på 138,1 TWh, sto vannkraft for 98,9 prosent av produksjonen. Med en så kraftig dominans utgjør vannkraft så godt som alt av forbedringspotensial innenfor elektrisk kraftproduksjon i Norge. Effektivisering innenfor varme- og vindkraft, som utgjør den gjenværende prosentandelen av elektrisk produksjon i Norge, vil være neglisjerbar, og ses bort fra i denne rapporten.

ALDRENDE MASKINPARK

Vannkraftens produksjonsevne i et år med normalt tilsig ble ved utgangen av 2005 satt til 119,7 TWh. Til tross for vannkraftens betydelige andel av elektrisitetsproduksjonen i Norge, er store deler av maskinparken ved landets vannkraftanlegg av eldre dato. Ifølge tallmaterialet fra Voith Siemens er 13.500 MW av den installerte effekten på 27.700 MW mer enn 40 år gammel. Det vil si at 330 av 650 aggregater er eldre enn 40 år.

Voith Siemens har, på bakgrunnen av dette, beregnet effektivitetsgevinsten ved opprusting og utvidelse av landets vannkraftverk og introduksjon av ny teknologi. Ny teknologi medfører utskifting av turbiner og generatorer. En slik teknologioppgradering, vil sammen med en generell opprusting utvide vannkraftverket til 8-10 TWh. Det er da tatt hensyn til at flere vannkraftverk allerede har modernisert sin maskinpark.

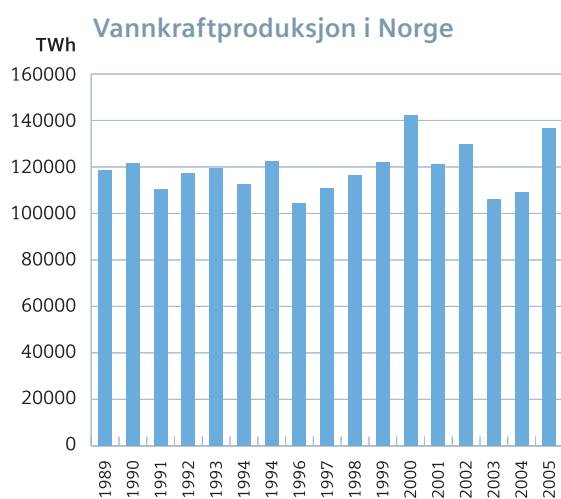
Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har tidligere anslått det totale opprustings- og utvidelsespotensialet i eksisterende vannkraftverk til rundt 11,8 TWh. I dette anslaget tar NVE høyde for en betydelig merutnyttelse av vannressurser, også tidligere uutnyttede felt. Potensielle miljøproblemer ved en betydelig utvidelse av slike prosjekter kan være kontroversielt i forhold til myndighetsgodkjenning. NVE anslår at dette potensialet i dag er i størrelsesorden 7 TWh når enkelte av de kontroversielle prosjektene trekkes ut.

Voith Siemens anslår ut ifra dette at det samlede potensialet for effektivisering av vannressursene kan gi en tilleggsproduksjon på til sammen 8-10 TWh.

SAGNFOSSEN: EKSEMPEL PÅ EFFEKTIVISERING AV SMÅKRAFT

Effektivisering av eksisterende vannkraftverk er generelt svært lønnsomme investeringer sett i et langsiktig perspektiv. Oppgraderinger av teknologi medfører ofte at et kraftverk kan utnytte betydelig mer av vannkapasiteten. Et eksempel er Eidsiva Energis oppgradering av Sagnfossen småkraftverk i Trysilvassdraget i Hedmark som tredoblet produksjonen fra 10 GWh til 32 GWh.

Typisk nedbetalingstid for investering i moderne aggregater og bedre bruk av vannressurser: 1 - 10 år



Nesten all strømproduksjon i Norge kommer fra vannkraft.

Kilde: SSB Elektrisitetsstatistikk



MODERNISERING: Opprusting og utvidelse av vannkraftverk med moderne teknologi kan levere 8+10 TWh i tilleggsproduksjon.

Overføringsnett

– betydelig potensial for begrensnig av nettap gjennom større opprustingsaktivitet

Vanskelig topologi med fjell og fjorder gjør at det er relativt kostbart å bygge ut kraftnettet i Norge, sammenlignet med andre nordiske land. I tillegg befinner vannkraftverkene seg langt fra tettbefolkede forbrukspunkter. NVE beregnet i 2004 tapet i det norske overføringsnettet til åtte prosent, som da tilsvarte rundt 10 TWh i året, mens Energirådet, oppnevnt av Olje- og energidepartementet, i 2007 anslo energitapet i det norske overføringsnettet til rundt 10 prosent av produsert energi, altså opp mot 12 TWh i et normalår. I en utredning av overføringssystemet i 2004 konkluderte NVE at det ikke finnes indikasjoner på at nettapene i Norge er urimelig høye, sammenlignet med nabolandene.

Følgende punkter forklarer noe av årsaken til effektivitetstapet i det norske kraftnettet:

- Fallende investeringsnivå.
- Nettselskapene har økonomiske incentiver i forhold til leveringspålitelighet, fremfor reduksjon av energitap.
- Det finnes 176 forskjellige nettselskaper i Norge, der de fleste er eid av en eller flere kommuner. Det høye antallet er i seg selv et hinder for et effektivt kraftfordelingssystem.
- Eierstrukturen i nettselskapene kan i tillegg være et hinder for samarbeid om effektivisering av kraftfordelingssystemet.

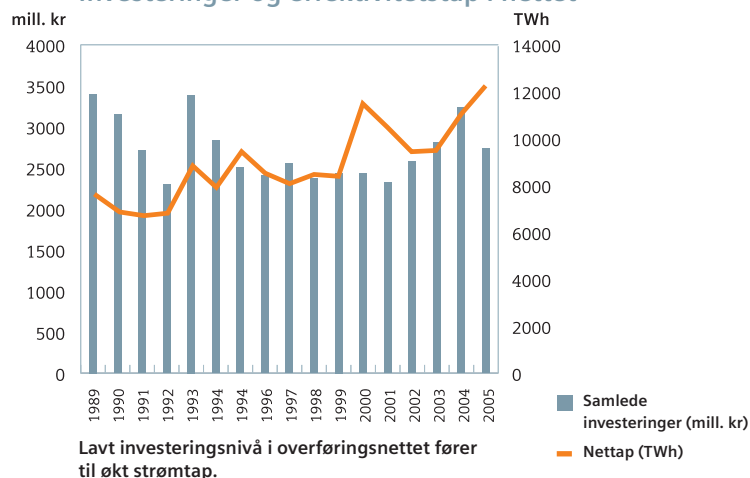
EFFEKTIVISERING AV NETTET SVÆRT KOSTBART

Overføringstap varierer i takt med vannkraftproduksjonen, og følgelig vil en økning i den norske vannkraftproduksjonen, som følge av investeringer i effektivisering, øke dette overføringstapet ytterligere, målt i TWh. Av figuren under går det frem at tapene i det norske overføringsnettet er størst i distribusjonsnettet, sammenlignet med sentral- og regionalnettet. Distribusjonsnettet utgjør rundt 50 prosent av de samlede nettapene. Investeringer for å effektivisere kraftnettet krever imidlertid lønnsomhet på vegne av nettselskapet. I en utredning fra 2004 konkluderte NVE med at en minimalisering av overføringstapene vil medføre svært høye kostnader, og være samfunnsmessig lite rasjonelt.

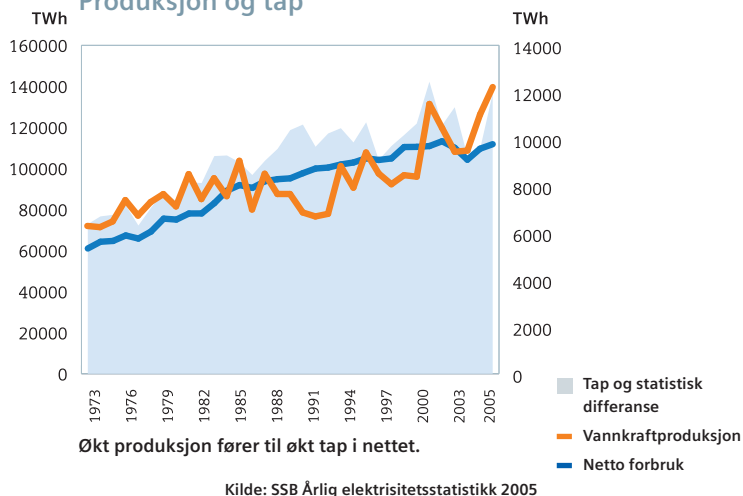
OPPRUSTING BEGRENSER TAPENE

Ifølge NVE har en reduksjon i investeringene fra slutten av 1980-tallet medført en gradvis økning i det årlige nettapet. Med en høyere aktivitet i den generelle opprustingen av kraftnettet, kan man regne med at overføringstapet faller på mellomlang sikt.

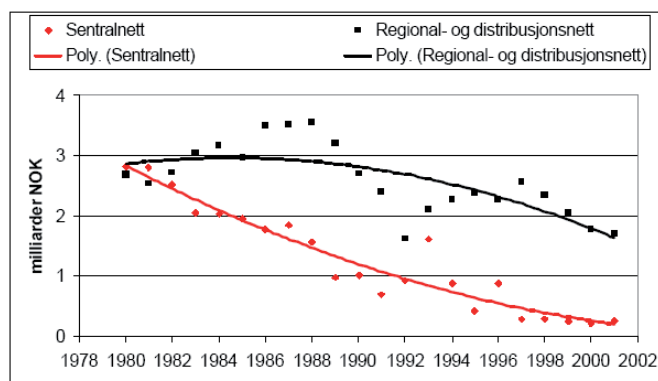
Investeringer og effektivitetstap i nettet



Produksjon og tap



Opprustning og tap i nettet



Siemens er en betydelig produsent av produkter for effektive overføringsnett, og tilpasser løsninger over hele verden. Dette er blant tiltakene, som i forbindelse med opprusting av nettet, kan redusere overføringstapet:

Virkemiddel	Virkning
1. Reaktiv kompensering	Motvirker uheldig virkning av ekstra belastning på elektrisk utstyr som bl.a. kan øke spenningsfall.
2. Spenningsheving	Større kraftmengder kan overføres over større avstander med mindre tap.
3. Utskiftning av transformatorer	Høy snittalder på generatorparken. Nye modeller gir lavere motstand, og dermed mindre krafttap.
4. Toveiskommunikasjon for husholdninger	Åpner for fjernavlesning av kraftforbruk, bedre muligheter til å tilpasse forbruket.

Kilde: SSB 2001 - korrigert 17.10.05.

NVE fastsetter inntektene til nettselskapene slik at drifts- og avskrivningskostnader over tid skal dekkes, i tillegg til en viss avkastning. NVE justerte i 2007 inntekstbetingelsene for nettselskapene ved å ta hensyn til nettselskapenes nåverditap, i tidsforskyvningen mellom investeringskostnader og inntekter, ved fastsettelse av inntektsrammene. Innføring av flere insentivordninger for å løfte investeringsnivået i overføringsnettet kan være samfunnsmessig formålstjenelig gjennom styrking av nettet i forhold til leveringssikkerhet og medfølgende reduksjon av overføringstapet. En reduksjon av nettapet med ett prosentpoeng tilsvarer rundt 1 TWh elektrisk kraft i året.

Bygninger

– potensial for 8,4 TWh gjennom helhetlig effektivisering av byggmassen

Byggmassen blant husholdninger og tjenesteytende sektor i Norge har brukt 82 TWh i gjennomsnitt de ti siste årene. Av dette er rundt halvparten elektrisk forbruk.

ENERGIPOSTER OG BESPARELSESPOTENSIAL

Energiflyten i bygg er avhengig av byggets energimessige yteevne, som bestemmes av byggtipe, kvalitet på utførelsen, valg av tekniske løsninger, type virksomhet, drift og bruken av bygget, samt beliggenhet. Sparepotensialet vil av den grunn variere fra bygg til bygg. Det er derfor ikke mulig å angi helt eksakt hvor stort sparepotensialet er, selv om tallmaterialet gir gode anslag. Boligarealet i Norge er beregnet ut fra snitt, og er derfor ikke eksakte tall.

Med utgangspunkt i tallmateriale utarbeidet av SSB, NVE, underlag fra diverse rapporter i forbindelse med utarbeidelsen av nasjonal tilpassning til bygningsenergidirektivet og NOU (Norges Offentlige Utredninger), har Siemens Building Technologies analysert hvilket potensial som ligger i energieffektivisering av husholdning og tjenesteytende bygninger.

Estimert besparelse gjenspeiler erfaringer gjennom prosjekter rapportert gjennom ENOVA, erfaringer med ENØK og Performance Contracting (PFC) prosjekter gjennomført i regi av Siemens.

	Antall	Estimert areal (m2)	Andel av befolkningen (%)
Husholdning	1 961 548	235 000 000	100
Bolig	1 119 844	160 000 000	63,8
Tomannsbolig	415 068	43 500 000	20,4
Leilighet	360 770	26 000 000	13,4
Annet	65 866	5 500 000	2,5
Fritidsboliger	379 000		
Tjenesteytende næring	761 272		
Totalt			

Kilde: SSB 2001 – korrigert 17 oktober 2005

For norske husholdninger finnes et potensial for effektiviseringsbesparelse på minimum 15 prosent. At dette potensialet foreløpig ikke er utløst, skyldes delvis lav energipris på strøm, tilgang til billig ekstern oppvarming (ved), dårlig avkastning på grunn av for høye investeringskostnader i forhold til inntjening (ref billig energipris) og bevisstgjøring.

Tilskuddsordninger gjennom eksempelvis ENOVA mottas derimot med stor interesse i markedet.

For tjenesteytende næring er variasjonen stor mellom de enkelte byggkategoriene, avhengig av brukstype. Eksempelvis bruker en barnehage betydelig mindre energi enn en forretning med stort kjølebehov.

Potensialet vil derfor variere betydelig mellom de enkelte byggkategoriene.

Som det fremgår av tabellen nedenfor er det store sprang i energibruken per m². Siemens har angitt en forsiktig antagelse for besparelspotensialet for både husholdninger og tjenesteytende næring på henholdsvis 15 og 20 prosent. Tallene er korrigert med henholdsvis 0,7 og 0,5 da det for en rekke bygg er gjennomført ENØK-tiltak. Dette er grunnet støtte fra ENOVA og andre støtteprogrammer, stigning i energiprisen og det generelle fokuset på energisparing. Ut fra disse forutsetningene ligger besparelsen for husholdning på 4,7 TWh og tjenesteytende sektor på 3,7 TWh, noe som gir totalt et besparelspotensial på 8,4 TWh.

Erfaringsmessig ligger investeringskostnaden for større tiltak på mellom 100 - 400 kroner per kvadratmeter. Ved å korrigere are-

alet med korreksjonsfaktoren og beregne en investeringskost på 200 kroner per kvadratmeter, tilsvarer dette en total investeringssum på 52 milliarder kroner fordelt på rundt 40 milliarder for husholdninger og 12,5 milliarder for tjenesteytende sektor. Besparelsen per år er totalt 7 milliarder kroner fordelt på 4,5 for husholdninger og 2,5 for tjenesteytende sektor. Dette gir en tilbakebetalingstid på henholdsvis 8,9 og 4,8 år.

En rekke forskjellige tiltak gir til sammen et betydelig effektiviseringspotensial. Bare innenfor belysning er potensialet enormt. En utregning i regi av Osram viser at dersom hver husholdning skiftet 6 vanlige lyspærer med sparepærer, ville den samlede besparelsen tilsvare elektrisitetsforbruket til Trondheim. Utover det finnes en rekke tiltak innenfor romoppvarming, ventilasjon, vifter/pumper og varmtvann.

Byggkategori	Sintef middel (kWh/m ²)	Energiforbruk kWh per m ²	Energiforbruk (TWh) - snitt 1997-2006	% av forbruk	Areal (m ²)	Besparelspotensiale (%) Variasjon ligger mellom 15-40%	Korreksjonsfaktor	Besparelse (TWh)	Investeringskost 100-400,- pr m ²	Besparelse %	Energipris	Sum investering (MNOK)	Netto besp. MNOK/å	Levetid	TT
Andre sektorer			82												
Husholdning	191	154-201	45	54,9	285 000 000	15	0,7	4,725	200	9,5	0,95	39 900	4 489	15	8,9
Tjenesteytende sektor	276	200-330	37	45,1	125 156 000	20	0,5	3,7	200	10	0,7	12 516	2 590	20	4,8
Totalt			219					8,4				52 416	7 079	35	

1,5 TWh kan spares i byggmassen i Oslo kommune

Det internasjonale energibyrået IEA påviste i 2002 at bygninger sto for 40 prosent av verdens energiforbruk, og utgjorde i tillegg 21 prosent av energirelaterte CO₂-utslipp. Bygningsmassen krever større energimengder enn de fleste nok er klar over. Her er det spesielt byer, der bygninger finnes i høy konsentrasjon, at storstilte effektiviseringstiltak kan være nyttige for å redusere energiforbruket. En rekke effektiviseringsprosjekter er kontinuerlig på gang i storbyer i Europa og i USA.

Som Norges største by har Oslo også en betydelig byggmasse, og dermed også et potensial for effektiviseringsforbedring. En utregning Siemens Building Technologies har gjort viser at investeringer på til sammen 6,7 milliarder kroner i den totale byggmassen vil kunne gi årlige gevinster i form av lavere energiforbruk tilsvarende 1,5 TWh. Effektivisering av Oslos byggmasse kan altså frigi 1,4 prosent av landets samlede elektrisitetsforbruk.

	Antall	m ²	Energiforbruk kWh/m ²	Energiforbruk kWh	Sparepotensialet	Spart kWh	Investering kr/m ²	Sum invest	Energipris	Besparelse kr	Rentabilitet
Bolig	266 856	24 268 955	175	4 247 067 125	15 %	637 060 069	150	3 640 343 250	0,95	605 207 065	8,1
Næringsbygg		15 579 710	276	4 300 000 000	20 %	860 000 000	200	3 115 942 029	0,7	602 000 000	6,6
Totalt	266 856	39 848 665		8 547 067 125		1 497 060 069		6 756 285 279		1 207 207 065	7,3

Industri

– potensial for 2,6 TWh gjennom effektiv bruk av elektriske motorer

Industrielle elektriske motorer forbruker betydelige mengder energi. Verdens rundt 20 millioner industrielle elektriske motorer står for omtrent 65 prosent av industriens totale energiforbruk, viser anslag fra Siemens. Tilhørende CO₂-utslipp tilsvarer Østerrikes årlige utslipp.

Bruk av elektriske motorer utgjør også en betydelig del av det totale kraftforbruket i norsk industri. Norsk Industri hadde i 2006 et forbruk av elektrisk energi på 49 TWh. Studier fra tysk industri viser at elektriske motorer utgjør rundt 70 prosent av dette energiforbruket. Nivået i Norge er noe lavere og på rundt 60 prosent, dette på grunn av innslaget av smelteverksindustri.

Uavhengige studier fra Tyskland viser at 30 prosent av alle elektriske motorer kan kjøres mer energieffektivt. Siemens' erfaringer fra norsk industri tyder på at det ikke er bevis for å tro at vi har kommet lenger i Norge med tanke på reduksjon av energiforbruket.

Bruk av frekvensomformere og energieffektive motorer gir inntil 50 prosent reduksjon i energibehov i forbindelse med drift av pumper, vifter, kompressorer, transportbånd, ekstrudere, møller m.m. Siemens Energy and Automation mener en effektivise-



KUTTER FORBRUKET: Bruk av frekvensomformere kan kutte industriens strømforbruk kraftig.

ringsgevinst på 30 prosent ved utskiftning til frekvensomformere er realistisk. Omregnet til TWh blir gevinsten dermed 2,65 TWh (49 TWh x 60 prosent x 30 prosent x 30 prosent).

Typisk nedbetalingstid: 1- 2 år

– potensial for 1 TWh gjennom automatisering

Selv om industriens produksjonsprosesser er blitt stadig mer effektive, er det fremdeles mange anlegg som ikke gir tilstrekkelig informasjon om forbruksmønstrene, eller som automatisk styrer prosessene mot lavere energiforbruk - uten å minke produksjonen. Nøyaktig informasjon om energiforbruket gir grunnlag for bedre beslutninger rundt tiltak for effektivisering. Denne informasjonen kan brukes til manuelle inngrep, eller til automatiserte operasjoner som kjører prosessene mer effektivt.

Siemens har betydelig erfaring med leveranser av systemer som ivaretar disse behovene. Potensialet for besparelser varierer betydelig fra anlegg til anlegg, avhengig av anleggets størrelse og tidligere iverksatte tiltak. Siemens Energy and Automation mener at et nøkternt anslag tilsier at industrien samlet sett kan drive sine prosesser minst to prosent mer energieffektivt. Med et samlet elektrisk forbruk på 49 TWh, tilsvarer det omtrent 1 TWh i årlig besparelse.

Typisk nedbetalingstid: 1 - 2 år



AUTOMATISERING: Et forsiktig anslag tilsier at norsk industri kan drive sine prosesser to prosent bedre i året gjennom automatisering.

Kilder:

NVE: "Energi i Norge 2006 – sammendrag"
NVE: "Opprusting og utvidelse"
Presentasjon Eidsiva Energi ved Oddleiv Sæle – oktober 2006
NVE: "Opprusting av kraftnettet for å redusere energitapet" 2004
Energirådet til OEDs rapport: Møteplass for energisektoren
Olje- og energidepartementet: Fakta 2006 – energi og vannressurser i Norge
SSB: Elektrisitetsstatistikk
Siemens: Pressemelding Industrial Solutions and Services 09.03. 2006
Siemens Industrial Solutions & Services: "Energy optimization of drive systems"
Siemens: "Megatrends"