



Rapport om potensialet i Norge

Energieffektivisering

BELLONA

SIEMENS



Konklusjoner

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 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

”Vi løser ikke alt med teknologi, men vi løser ingenting uten.

Frederic Hauge, Bellona, kåret av Times i 2007 til en av verdens 40 utvalgte miljøhelter

Norge kan frigjøre energi tilsvarende forbruket til 1 million husstander

Vannkraft

Effektiviseringspotensial 8-10 TWh

- Opprusting
- Utvidelse
- Typisk nedbetalingstid: 1-10 år
- Bedriftsøkonomisk lønnsomt

Industri

Effektiviseringspotensial 3,6 TWh

- Avanserte styringssystemer for elektriske motorer
- Energimålere og automatisering
- Typisk nedbetalingstid 1-2 år
- Bedriftsøkonomisk lønnsomt

Transmisjon

Betydelig effektiviseringspotensial

- 10% av energien går tapt i nettet, tilsvarte 12 TWh i 2005
- Betydelig potensial for modernisering av overføringsnettet gjennom større opprustningsaktivitet

Bygninger

Effektiviseringspotensial 8,4 TWh

- Betydelig effektiviseringspotensial i bygg
- Typisk nedbetalingstid 1-9 år
- Bedriftsøkonomisk lønnsomt

Om Energieffektiviseringsrapporten

Energieffektiviseringsrapporten er resultatet av analyser 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 omfatter ikke transportsektoren.

Virkemidler for effektivisering 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 effektiviseringspotensialet angitt i denne rapporten, ikke minst ved å inkludere transportsektoren.

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

Vannkraftproduksjon

Industri

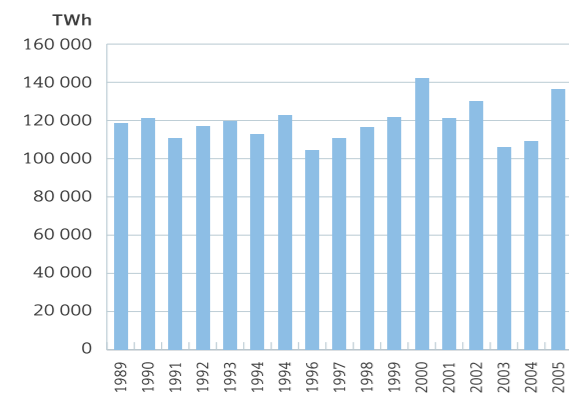
Potensial: 8-10 TWh gjennom oppgradering og utvidelse

Av den samlede strømproduksjonen i 2005 på 138,1 TWh, sto vannkraft for 98,9 prosent av produksjonen. Potensialet for energi-effektivisering er betydelig.

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. Store deler av maskinparken ved landets vannkraftanlegg er av eldre dato. Ifølge tallmaterialet fra Voith Hydro 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.



Nesten all strømproduksjon i Norge kommer fra vannkraft.

Kilde: SSB
Elektrisitetstatistikk

Voith Hydro har, på bakgrunnen av dette, beregnet effektivitetsgevinsten ved opprusting og utvidelse av landets vannkraftverk og introduksjon av ny teknologi. Ny teknologi medfører utskiftning 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 slike utvidelser 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 Hydro 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.

Potensial: 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 anslår en effektiviseringsgevinst 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: 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 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 om lag 1 TWh i årlig besparelse.

Typisk nedbetalingstid: 1 - 2 år

Strømnett



Betydelig effektiviseringspotensial 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 insentiver 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 figurene 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.

NVE fastsetter inntektene til nettselskapene slik at drifts- og avskrivningskostnader over tid skal dekkes, i tillegg til en viss avkastning. NVE justerte i 2007 inntektsbetingelsene for nettselskapene ved å ta hensyn til nettselskapenes nåverditap, i tidsforskyningen mellom investeringskostnader og inntekter, ved fastsettelse av inntektsrammene. Innføring av flere insentivordninger for å løfte investeringsnivået i overføringsnettet kan være samfunnsmessig formålstjenlig gjennom styrking av nettet i forhold til leveringssikkerhet og medfølgende

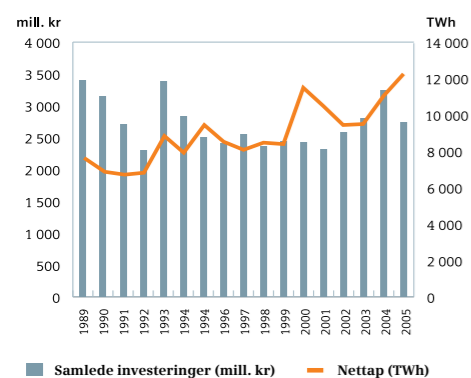
Siemens er en betydelig produsent av produkter for effektive overføringsnett, og tilpasser løsninger over hele verden. Dette er blant tiltakene, som i forbindelse med opprusting av nettet, kan redusere overføringstapet:

Virkemiddel	Virkning
1. Reaktiv kompensering	Motvirker uheldig virkning av ekstra belastning på elektrisk utstyr som bl.a. kan øke spenningsstap.
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: Siemens PTD

reduksjon av overføringstapet. En reduksjon av nettapet med ett prosent-poeng tilsvarer rundt 1 TWh elektrisk kraft i året.

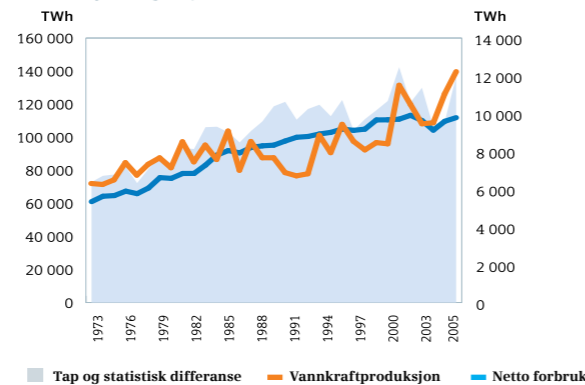
Investeringer og effektivitetstap i nettet



Samlede investeringer (mill. kr)

Lavt investeringsnivå i overføringsnettet fører til økt strømtap.
Kilde: SSB Elekrisitetsstatistikk

Produksjon og tap



Tap og statistisk differanse Vannkraftproduksjon Netto forbruk

Økt produksjon fører til økt tap i nettet.
Kilde: SSB Årlig elekrisitetsstatistikk 2005

Bygninger



Potensial: 8,4 TWh gjennom helhetlig effektivisering av bygningsmassen

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 besparelspotensial

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. Boligareal 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 tilpasning 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 Energy Performance Contracting (EPC) prosjekter gjennomført i regi av Siemens.

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.

Byggkategori	Sintef middel (kWh/m²)	Energiforbruk kWh per m²	Energiforbruk (TWh) - snitt 1997-2006	% av forbruk	Areal (1000 m²)	Besparelspotensiale (%) Variasjon ligger mellom 15-40%	Korreksjonsfaktor	Besparelse (TWh)	Investeringskost 100-400,- pr m²	Besparelse %	Energipris	Sum investering (MNOK)	Netto besp. MNOK/år	Levetid	TT
Andre sektorer			82												
Husholdning	191	154-201	45	54,9	285 000	15	0,7	4,7	200	9,5	0,95	39 900	4 489	15	8,9
Tjenesteytende sektor	276	200-330	37	45,1	125 156	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	

Potensialet vil derfor variere betydelig mellom de enkelte byggkategoriene.

Som det fremgår av tabellen nedenfor er det store sprang i energibruken per kvadratmeter. 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 arealet 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.

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	m²	Energiforbruk kWh/m²	Energiforbruk kWh	Sparepotensialet	Spart kWh	Investering kr/m²	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

Referanseprosjekter



Energieffektive bygg i Lier kommune

På verdensbasis har allerede 6500 bygninger blitt optimalisert av Siemens, som har gitt en CO₂-reduksjon på 2,4 millioner tonn og over 1 milliard € i økonomiske besparelser.

I Norge går kommuner som Lier i Buskerud og Namdalseid, Leksvik, Fosnes og Rissa i Trøndelag i spissen når de går sammen om å effektivisere energiforbruket sitt. Vedlikehold av kommunale bygg når ofte ikke opp i den årlige budsjettkampen. Stram økonomi, lav kapasitet og manglende kjennskap til nye metoder er ofte årsaker til at kommunene ikke gjennomfører energitiltak, selv om disse er lønnsomme.

For dem som ikke ser seg i stand til å prioritere gjennomføring av energitiltak på tradisjonell måte, åpner

Energy Performance Contracting (EPC) nye muligheter for effektiv energieffektivisering.

EPC er en modell for gjennomføring av lønnsomme energieffektiviseringstiltak som garanterer besparelser. Modellen har lenge vært i bruk i USA og har de siste ti årene også har gitt svært gode resultater i Tyskland og Østerrike.

Lier kommune har siden 2003 satset sterkt på energieffektivisering, og denne energibevisstheten gir sterke resultater. I 2003 inngikk kommunen en avtale med Siemens om å gjennomføre en pakke med tekniske tiltak som skulle gi en innsparing på 7,5 prosent av kommunens energibruk over seks år. Allerede i 2005 var en besparelse på nær det dobbelte av dette, nemlig 14 prosent.

Oslo Sporveier sparer millioner

Ny generasjon t-baner til Oslo Sporveier reduserer energiforbruket med 30 prosent. De 189 nye T-banevognene levert til Oslo Sporveier er en helt ny generasjon T-banevogner som vil spare betydelige mengder energi: De nye vognene fører til en reduksjon av strømforbruket med ca 30 prosent sammenlignet med de gamle vognene. Hovedårsaken til dette er at de nye

togene benytter en tilbakematingsteknologi som fører energien som oppstår når togsettet bremses tilbake til det eksterne forsyningsnettet. Beregninger foretatt av Oslo Sporveier viser at de økonomiske besparelsene beløper seg til ca. 25 millioner kroner årlig. I tillegg fører den reduserte energibruken til mindre belastning på miljøet.

Full kontroll hos Felleskjøpet

Felleskjøpet sparer 20-30 prosent av sitt energiforbruk ved å installere logistikk- og driftskontroll.

På fabrikken på Kambo utenfor Moss ble det installert Programmerbar Logisk Styring (PLS) og driftskontroll, som førte til 20-30 prosent redusert strømforbruk.

I første fase av prosjektet ble det installert et system som måler strømforbruket ved anlegget. Målinger i automasjonssystemene gir nødvendig informasjon

for å kunne redusere energiforbruket. I andre fase kan eksempelvis motorer slås av når de ikke er i drift, og det er mulig å sette inn motorer med høyere effektivitet eller å bruke frekvensomformere til motorstyring. Felleskjøpet har installert målebokser med mulighet for å logge energiforbruk i fabrikanlegget. Måleboksene måler strøm, spenning, kW forbruk og lignende. Dataene bearbeides før de sendes videre til en sentral driftskontroll, slik at det kan utføres aktiv energistyring i hele prosessen.

”Energy efficiency is by far the most cost-effective way to fulfill three major energy-related challenges: Increased energy security, reduced energy costs and a cleaner environment.

Nobuo Tanaka,
Executive Director ,
International Energy Agency (IEA)

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»