

Bergen SmartCity

# Energieffektivisering



BERGEN KOMMUNE

SIEMENS

BELLONA



Bergen Næringsråd



Smartere bruk av energi





# Oppsummering

## Innhold

Oppsummering	3
Om rapporten	4
Bergen SmartCity	5
– Blant de smarteste	5
Bergen	
– Smarte byer utgjør en forskjell	6
Bygninger	10
– Næringsbygg	10
– Offentlige bygg	11
– Belysning	12
Industri	12
Gatebelysning	14
Oppgradert nett	15
Husholdninger	16
Metode og kilder	19

Ifølge International Energy Agency (IEA) er energieffektivisering det viktigste tiltaket for å nå det internasjonale målet om kun 2 grader høyere middeltemperatur fram mot 2030. I Energieffektiviseringsrapporten fra 2007, utarbeidet av Bellona og Siemens, ble det påvist at Norge kan frigjøre energi tilsvarende 20 prosent av strømforbruket ved å benytte moderne, tilgjengelig teknologi. I fjor dykket Bellona, Siemens og Trondheim Kommune dypere i materien og påviste at Trondheim kan spare 22 prosent av energiforbruket ved å ta i bruk tilgjengelig teknologi og løsninger.

Som Norges nest største by har også Bergen mye å hente på energieffektivisering. Ved å ta i bruk moderne energieffektiv teknologi kan Bergen redusere det stasjonære energiforbruket med 29 prosent - uten at det går utover innbyggernes levestandard eller komfort.

Dette er den overordnede konklusjonen i rapporten du nå holder i hånden. Den er basert på analyser av energieffektiviseringspotensialet for boliger, næringsbygg, industri, gatebelysning og strømnettet i Bergen kommune.

De fleste foreslåtte tiltak vil spare innbyggere, bedrifter og myndigheter for milliarder av kroner, samtidig som det legger forholdene til rette for en bærekraftig utvikling og fremtid.

Denne rapporten handler altså om hva som er mulig å gjøre allerede nå, med dagens utprøvde og tilgjengelige teknologi. Rapporten viser (med nøkterne forutsetninger som grunnlag for analysene) at energiforbruket innenfor Bergen kommunes grenser kan kuttes med over en fjerdedel. Det ville ta sykehusene i Bergen og helsebygg nesten ti år å forbruke tilsvarende mengde energi. Det handler med andre ord om smartere bruk av energi, om å tenke smart og om å handle smart - og denne rapporten viser at det er mulig.

### Bergens potensial for energieffektivisering

Ved å benytte moderne, tilgjengelig teknologi kan det frigjøres energi tilsvarende 29 prosent av byens stasjonære energiforbruk innenfor disse områdene:

Boliger	731 GWh
Næringsbygg	496 GWh
Industri	45 GWh
Gatelys	14 GWh
Oppgradering av strømnnett	53 GWh
<b>Totalt</b>	<b>1339 GWh</b>



# Bergen SmartCity

## Om rapporten

Denne rapporten tar for seg hvor mye energi som kan frigjøres i Bergen ved bruk av kjente metoder og løsninger. Beregninger og forslag til energieffektivisering tar utgangspunkt i utprøvde løsninger, det vil si at all den teknologi som er nødvendig for å effektivisere energibruken i kommunen er tilgjengelig på markedet allerede i dag. Vi trenger med andre ord ikke vente på utvikling av ny teknologi – dagens teknologi kan gjøre jobben for oss.

Rapporten har valgt å fokusere på fem overordnede områder: Næringsbygg, industrivirksomhet, distribusjon av strøm, boliger og gatebelysning.

Bergen kommunes innbyggere, politikere, offentlige og private virksomheter har allerede kommet et godt stykke på vei i sitt arbeid med å gjøre byen mer klimavennlig og energieffektiv. Mange tiltak er igangsatt og flere har allerede gitt effekt. Men som rapporten viser er potensialet for ytterligere energieffektivisering stort.

Til grunn for funnene ligger et omfattende kartleggingsarbeid hvor sentrale kilder har vært BKK, Bergen kommune, Enova, Statistisk sentralbyrå, Siemens og Osram. Analysebyrået Perduco har bistått med kartlegging og utarbeidelse av rapporten.

I kartleggingen av industrivirksomhet, gatebelysning, arealer, energibruk i Bergen kommune, baserer rapporten seg på nyeste tilgjengelige data. For de aller fleste beregninger er det underlagsmateriale fra 2008 som ligger til grunn.

Basert på kartleggingen av energibruk har Siemens gjennomført beregninger av potensialet for energieffektivisering. Forslagene til tiltak tar utgangspunkt i erfaringer fra Norge og utlandet, hvilket innebærer at all teknologi er utprøvd med gode resultater.

Tiltakene som presenteres i denne rapporten er selv sagt ikke uttømmende: Det finnes langt flere tiltak som kan gjennomføres, og som vil kunne øke energieffektiviseringen i Bergen ytterligere. Håpet er at denne rapporten vil være til inspirasjon for alle som vil jobbe for et mer energieffektivt Bergen og – ikke minst – for andre byer i Norge og utlandet.

### Begreper om energi

1000 kWh (kilowattimer) = 1 MWh (megawattime)  
1000 MWh = 1 GWh (gigawattime)  
1000 GWh = 1 TWh (terrawattime)

## Blant de smarteste i verden

Mange nasjoner og byer over hele verden har stor fokus på miljøvennlige løsninger som kan bidra til å redusere energibelastningen på miljøet. Men selv om mye er gjort er potensialet for ytterligere besparelser betydelig. Eksempelvis viser Energieffektiviseringsrapporten utarbeidet av Bellona og Siemens at Norge som nasjon kan frigjøre 20 prosent av energiforbruket ved bruk av moderne teknologi. Det tilsvarer absolutt alt forbruk av energi i halvparten av husstandene i Norge. Energieffektiviseringspotensialet i Bergen er også betydelig.

I 2007 bodde det for første gang i historien flere mennesker i byer enn utenfor. Energiforbruket i byene er betydelig høyere enn utenfor byene, og selv om byene i verden dekker kun 0,4 prosent av jordens overflate, genererer de så mye som 80 prosent av

drivhusgassene og står for 75 prosent av verdens energibruk. Det er med andre ord av avgjørende betydning at det utarbeides og implementeres helhetlige planer for å sikre smartere bruk av energi i byene. En SmartCity er nettopp en by som tenker smart når det gjelder energibruken. En by som både har beregnet potensialet for hvor mye energi som kan frigjøres på ulike områder, og som har som mål å ta ut potensialet.

Bergen er en SmartCity, og byen er blant de første i verden. Andre SmartCities er Trondheim i Norge, Ljubljana i Slovenia, Yekaterinburg i Russland og Göteborg i Sverige. Rapporten viser hvor mye energi som kan frigjøres i Bergen og hvor potensialet finnes. Neste fase er å igangsette konkrete tiltak og ta ut potensialet over de neste to-tre årene. Prosjektet har fått støtte fra mange sentrale kunnskapsleverandører foruten – initiativtakerne, og det kan spesielt nevnes at BKK og Bergens Næringsråd har bidratt med kunnskap og fakta.

### Sparte 200.000 kroner på varme- og ventilasjonssystemer

Et bevisst forhold til strømforbruk og sentral driftskontroll av varme og ventilasjon ga sykehjemmet Gullstøltunet anslagsvis 200.000 kroner mer å bruke på eldre og ansatte. I 2005 fikk Gullstøltunet installert et nytt SD-anlegg (et system som styrer varme og ventilasjon). Det ga resultater: Forbruket i 2006 var 240.000 kWh lavere enn forbruket i 2004. Det tilsvarer strømforbruket til hele 10 eneboliger.



# Bergen



## Smarte byer utgjør en forskjell

### Hvem velger byen

Bellona og Siemens har stått bak utnevnelsen av Bergen som den andre energismarte byen i Norge. Intensjonen er å videreføre SmartCity-konseptet til så mange byer som mulig - også utenfor Norge. Så langt er andre SmartCities Trondheim i Norge, Ljubljana i Slovenia, Göteborg i Sverige og Yekaterinburg i Russland.

### Befolkningsveksten er i byene

De siste 20 årene har den norske befolkningen vokst med 13 prosent til 4,8 millioner mennesker. 86 prosent av denne veksten har skjedd i og rundt byene Oslo, Bergen, Stavanger, Trondheim, Tromsø, Kristiansand, Moss og Drammen. Mens befolkningen i disse storbyregionene har vokst med 24 prosent fra 1990 til 2009, har veksten i resten av landet vært

på 4 prosent. Tar vi med 15 byer til, vil befolkningsveksten i resten av landet utenfor byene være omtrent null. Det er først og fremst Osloregionen som mottar de innenlandske flyttestrømmene: Fra 1994 til 2008 var nettoinnflyttingen til hovedstadsregionen på mer enn 48.000 personer, som utgjør 56 prosent av nettoinnflyttingen til de nevnte åtte storbyregionene. Nettoinnflyttingen til Bergensregionen var i det samme tidsrommet mer enn 7.700 personer. Dette utgjør 9 prosent av nettoinnflyttingen til storbyregionene.

Når vi vet at energiforbruket i byene er betydelig høyere enn utenfor byene, er det svært viktig å konsentrere miljøinnsatsen nettopp om byene. Smarte byer kan utgjøre en betydelig forskjell.

### Framtidens norske byer

«Framtidens byer» er et samarbeid mellom staten og de 13 største byene i Norge om å redusere klimagassutslippene – og gjøre byene bedre å bo i.

Framtidens byer er organisert i fire innsatsområder:

- Arealbruk og transport
- Stasjonær energibruk i bygg
- Forbruksmønstre og avfall
- Tilpasning til klimaendringer

De 13 byene som deltar er Oslo, Bærum, Drammen, Sarpsborg, Fredrikstad, Porsgrunn, Skien, Kristiansand, Sandnes, Stavanger, Bergen, Trondheim og Tromsø.

Programmet går fra 2008 til 2014 og skal hjelpe bykommunene til å dele sine gode ideer med hverandre – og til å utvikle nye samarbeidsarenaer med næringsliv, region og stat.

### En klimanøytral by

Bergen har som langsiktig målsetning å bli en klimanøytral by. Sammen med 12 andre byer deltar kommunen i samarbeidet "Framtidens byer - byer med lavest mulig klimagassutslipp og godt bymiljø", som er igangsatt av Regjeringen. Framtidens byer har fire innsatsområder: areal- og transport, stasjonær energi, forbruksmønstre og avfall og tilpasning til klimaendringer. Bergen har en rekke prosjekter innen alle innsatsområdene. Prosjektperioden varer i 6 år, fra 2009 til 2014.

Bergen kommune satte som mål å redusere klimagassutslipp fra 700 av kommunens egne biler med 25 prosent innen januar 2011. Innen 2015 er målet å få halvert de sammen utslippene. 194 kommunale bygg var fra 2003-2009 med i et prosjekt for energiledelse, der de oppnådde 6 prosent kutt i energiforbruket.

### Bergen og energi

Totalt energibruk	6,7 TWh
Hvorav stasjonært energibruk	4,6 TWh
Hvorav forbruk av strøm	3,7 TWh

Det stasjonære energiforbruket fordeler seg som følger:	
Drøyt 120 000 boliger	2,1 TWh
6.600 næringsbygg	1,7 TWh
500 industribedrifter	0,8 TWh

Den nylig åpnete Bybanen i Bergen skal være rygggraden i Bergens fremtidige kollektive transportsystem. Banen skal avlaste veiene og gå mest mulig i egen trase. Bybanen er planlagt bygget fra sentrum til Flesland. Første byggetrinn går fra sentrum til Nesttun.

Også privat sektor deltar. Sparebanken Vest har vært blant initiativtagerne til Norsk Klimastiftelse. Dette er en ikke-kommersiell stiftelse forankret i internasjonalt ledende norske kunnskaps- og klimaforskningsmiljøer. Stiftelsen har bred støtte fra næringslivet, fagmiljøer og anerkjente organisasjoner. Hensikten er å være pådriver for å få utviklet og tatt i bruk ny teknologi og nye energiformer som kan bidra til å redusere energiforbruk og utslipp av klimagasser.

Bergen er Norges nest største by med rundt 257.000 innbyggere fordelt på drøyt 120.000 husstander, og energiforbruket per person i Bergen er 8 prosent lavere enn landsgjennomsnittet. Den totale energibruken innenfor kommunegrensene er omtrent 6,7 TWh, som utgjør rundt 3 prosent av Norges samlede energiforbruk. Energiforbruket til andre formål enn transport – det stasjonære forbruket – er 4,6 TWh. Av dette utgjør forbruket av elektrisitet 3,7 TWh i året. Fordeles den stasjonære energibruken i husholdninger i Bergen på hver innbygger, er forbruket 8.450 kWh i året (2008), sammenlignet med landsgjennomsnittet på rundt 9.200 kWh (2008).

# Bygninger

Byggmassen utgjør 40 prosent av energiforbruket i Norge, og i verden for øvrig. Økt bruk av elektroniske produkter og høyere krav til komfort, bidrar til at energiforbruket stadig øker. Dersom tiltak ikke iverksettes, anslår det internasjonale energibyrådet IEA at bygninger vil stå for rundt halvparten av etterspørselen etter energi frem mot 2030.

Bygninger er den største energiforbrukeren og representerer en langsiktig utfordring dersom det ikke adresseres med strenge energikrav. Bygninger har lang levetid, og arves gjerne fra den ene generasjonen til den neste. Å tilpasse eksisterende bygninger med energieffektive teknologiske løsninger er en svært god investering i reduksjon av framtidig energiforbruk. Siemens har erfaringer fra energieffektivisering av over 6.500 bygninger verden over, og de fleste av energieffektiviseringstiltakene er svært lønnsomme.

Som vi skal se under, er det samlede potensialet for energieffektivisering i boliger og andre private og offentlige bygninger i Bergen kommune til sammen 1227 GWh. Dette er like mye energi som Bergens hoteller og restauranter bruker på tolv år (disse bruker 103 GWh i året) – eller like mye som samtlige undervisningsbygg i Bergen til sammen bruker på nesten fem år (disse bruker 259 GWh i året).

Vi presenterer først omfanget og energiforbruket til næringsbygg (offentlige kontorer og private næringsbygg), før vi ser på andre offentlige bygg. Private boliger beskrives på side 16.

## Næringsbygg i Bergen (private og offentlige)

Bergen er et regionalt senter på Vestlandet, med flere arbeidstakere som pendler inn til kommunen enn det som reiser ut av kommunen for å jobbe. Det er rundt regnet 156.000 arbeidsplasser i byen. 35.000 personer reiser fra andre steder til Bergen for å arbeide, mens 16.000 reiser ut av kommunen. En arbeidsplass er som oftest knyttet til et kontor, butikklokale, lager eller annen driftsbygning. Bergen har nesten 6.500 næringsbygg og offentlige bygg (alt unntatt bolig) med til sammen 8,4 millioner kvadratmeter under tak. Det betyr at næringsarealene er tilsvarende størrelsen på 1100 fotballbaner – større enn arealene brukt til leiligheter.

Energieffektiviseringstiltakene som foreslås vil gi et samlet potensial for energieffektivisering på 496 GWh. De fleste tiltakene er også bedriftsøkonomisk lønnsomme: Med en kalkulasjonsrente på 6 prosent og energipris på 1 krone/kWh (ekskl. mva) har de foreslåtte tiltakene til sammen en nedbetalingstid på snau 9 år.

## Private næringsbygg

I disse bygningene finner man nesten 9.200 private arbeidsgivere som huser 65 prosent av fylkets arbeidsplasser i privat sektor, 113.000 til sammen. Næringsseiendommene har til sammen 5,8 millioner kvadratmeter, utgjør rundt 23 prosent av bygningsmassen i Bergen og står for en like stor andel av kommunens energiforbruk. Vi har her holdt energi til produksjonsprosesser utenfor. Potensialet for energieffektivisering i private næringsbygg er 347 GWh.

Næringsbygg har ulikt potensial for energieffektivisering. Mens kontorer, lager, hoteller og restauranter ligger rundt 35 prosent, har arealer brukt til industri og forretning et lavere potensial. Denne type næringsbygg har et potensial for energieffektivisering på 106 GWh.

## Offentlige bygg

27 prosent av sysselsettingen i Bergen er i offentlig sektor. Denne knyttes blant annet til:

- 286 barnehager
- 87 grunnskoler (barne- og ungdomstrinn)
- 12 videregående skoler
- 42 aldershjem (privat og offentlig eide)
- Bergen kommune
- Universitetet i Bergen
- Norges Handelshøgskole
- Høgskolen i Bergen
- Haukeland Universitetssykehus

I Bergen er det 2,5 millioner kvadratmeter bygningsmasse klassifisert som skole, helsebygg/sykehus, idrettsbygg og kulturbygg. I tillegg kommer arealer knyttet til offentlige kontorer, som er behandlet under private næringsbygg i forrige avsnitt. I disse byggene jobber 43.000 offentlige arbeidstakere. Bergen kommune disponerer en kommunal byggmasse på 900.000 kvadratmeter, blant disse 286 barnehager og 87 grunnskoler. Den kommunale virksomheten har et energiforbruk på til sammen 267 GWh. 194 kommunale bygg var fra 2003-2009 med i et prosjekt for energiledelse, der de oppnådde 6 prosent kutt i energiforbruket.

Også helsebygg, som inkluderer pleiehjem, er en stor gruppe med 637.000 kvadratmeter. Resten av den offentlige bygningsmassen knytter seg til fylkes-

kommunale og statlige virksomheter, som for eksempel Universitetet i Bergen og Haukeland universitetssykehus. Universitetet i Bergen eier 95 bygg på til sammen 318.000 kvadratmeter og leier i tillegg 55.000 kvadratmeter.

De offentlige byggene bruker til sammen 627 GWh energi årlig. Prosjektet har beregnet at skolebygg og helsebygg/sykehus har et potensial for energieffektivisering på 29 prosent, mens kultur- og idrettsbygg har et potensial på 11 prosent. Deres samlede potensial for energieffektivisering er 149 GWh. Dette er mer enn det samlede strømforbruket til alle hoteller og restauranter i Bergen.

## Belysning

Belysningen i norske næringsbygg er en blanding av lite energieffektive armaturer opp mot 30 års alder og nye moderne armaturer med avansert lysstyring. Moderne lyskilder med elektronisk forkoblingsutstyr, bevegelsensensorer og dagslystyring kan spare over 80 prosent av strømforbruket sammenlignet med eldre typer. Det er allerede gjort en del oppgraderinger, og mulige besparelser i næringsbygg anslås derfor til 45 prosent.

Bergens næringsbygg består av kontorbygg, lagerbygg, verksteder, driftsbygg, fabrikker, helsebygg/sykehus, kultur- og idrettsbygg og andre typer bygg. Disse har forskjellige typer belysning og ulike andeler av energibruken går med til dette formålet. Osram og Lyskultur anslår at belysning står for i gjennomsnitt 20 prosent av strømforbruket i norske næringsbygg. Siden Bergen har et bredt sammensatt næringsliv, velger vi å bruke 20 prosent som en forutsetning for å beregne potensialet for energieffektivisering innenfor belysning.



# Bygninger (forts)



Dersom vi forutsetter at en femtedel av næringsbyggenes energiforbruk knytter seg til belysning innebærer dette at det går med nesten 273 GWh til å lyse opp Bergens mer enn 6.600 næringsbygg.

Det er mer enn den totale mengden elektrisitet Bergens barnehager, skoler, universitet og høyskoler bruker på et helt år. Med en innsparing på 45 prosent kan det spares 123 GWh. Dette tilsvarer det totale energiforbruket til mer enn 8.000 boliger.

Dersom vi bytter ut et lysarmatur av eldre type (for eksempel 2x36W armaturer med magnetisk reaktor og tenner) med et nytt og moderne armatur (for eksempel 2x28W armatur med elektronisk

forkobling) vil investeringen være tilbakebetalt på mellom ett og tre år, viser beregninger fra Osram. Integreres sistnevnte med dagslys- og bevegelsesautomatikk, blir investeringens tilbakebetalingstid noe lengre, men gir en større besparelse i løpet av utstyrets levetid.

En mer energieffektiv belysning avgir mindre varme og reduserer byggets kjølebehov. Denne energibesparelsen er ikke tatt med i beregningene.

**FORKLARING TIL TABELLEN PÅ HØYRE SIDE:** Tabellen viser et forslag til hvordan et samlet energieffektiviseringspotensiale kan nås. Effektiviseringspotensialet og investeringene er vist for hele Bergen kommune. Effektiviseringspotensialet og investeringskostnader er anslått av Siemens og Osram. Investering i kroner per sparte kWh gir en indikasjon på hvor raskt investeringen i det spesifikke tiltaket for energieffektivisering er tilbakebetalt. Jo lavere investering desto raskere tilbakebetaling. Med en kalkulasjonsrente på 6 prosent og energipris på 1 krone/kWh har tiltakene til sammen en nedbetalingstid på 9 år.

Næringsbygg, privat og offentlige	Effektiviseringspotensial (MWh)	Investering eks mva (Mkr)	Investering i kroner (eks mva) pr sparte kWh	Prosentvis andel av areal tiltak gjennomføres på
<b>Bygningsmessig</b>	<b>49 426</b>	<b>989</b>	<b>20</b>	
Isolering tak og/eller vegg	3 591	47	13	1
Tettelister for vinduer og dører	15 697	63	4	10
Utskifting av vinduer	22 604	659	29	2
Utskifting av ytterdører	7 535	220	29	1
<b>Sanitær</b>	<b>611</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Sparedusjer/armaturer	611	0,2	0	50
<b>Varme</b>	<b>54 209</b>	<b>245</b>	<b>5</b>	
Isolering av rør og ventiler	1 255	4,96	4	70
Shunting og utetemperaturkompensering	2 114	13,53	6	30
Overgang til mengderegulert varmeanlegg med turtallsregulert pumpe	50	4 933	28,19	6
Innregulering av varmeanlegg i kombinasjon med vannrensing	2 819	13,53	5	40
Varmepumpe	41 205	170	4	15
Termostatiske radiatorventiler	1 884	15	8	20
<b>Kjøling</b>	<b>23 546</b>	<b>471</b>	<b>20</b>	
Automatisk utvendig solavskjerming	16 482	377	23	30
Overgang til mengderegulert kjøleanlegg med turtallsregulert pumpe	7 064	94	13	13
<b>Ventilasjon</b>	<b>65 143</b>	<b>773</b>	<b>12</b>	
Bedre varmegjenvinner for ventilasjon	28 255	220	8	20
Bytte til direkte drevne vifter	14 127	118	8	30
Frekvensomformere til vifter	11 773	59	5	50
Behovstyring ventilasjon (VAV)	10 988	377	34	20
<b>Belysning</b>	<b>123 000</b>	<b>410</b>	<b>3</b>	
<b>Styring og regulering</b>	<b>180 015</b>	<b>448</b>	<b>2</b>	
Sentral driftskontroll (SD-anlegg) med oppgradering av undersentraler	23 546	141	6	15
Energiledelse/energioppfølgingssystem (EOS)	31 394	126	4	40
Urstyring ventilasjon	40 263	34	1	27
Nedbørsstyring av snøsmelteanlegg	39 243	63	2	5
Termostat og tidsstyring av el-varme	15 383	62	4	28
Automatikk for tidsstyring av vannbåren varme	5 074	22,55	4	40
Redusere innnetemperatur	25 113	0	0	55
<b>Sum næringsbygg</b>	<b>495 949</b>	<b>3 336</b>	<b>7</b>	

# Industri



Bergen har flere hundre industribedrifter. Disse står for nesten halvparten av energiforbruket på byens arbeidsplasser, men kun for hver tiende arbeidsplass. Det er mye å hente på å innføre moderne løsninger for energieffektivisering for denne sektoren. En beregning viser at potensialet for energieffektivisering vil gi en samlet besparelse tilsvarende strømforbruket til 3.000 boliger (disse bruker 15.000 kWh i året).

Et fellestrekk ved all industrivirksomhet er bearbeiding av råvarer og halvfabrikata med bruk av maskiner. I Norge drives slike maskiner som oftest av elektriske motorer, men også gass og annet drivstoff brukes til å produsere energi for å drive motorene. Både selve maskinene og organiseringen av produksjonsprosessene påvirker hvor mye energi som brukes.

## Reduksjonspress

Industrien presses fra flere kanter for å redusere energibruken: Sterkere internasjonal konkurranse i produktmarkedene innebærer at lavere energikostnader blir en sentral del av industribedriftenes konkurransekraft. Stadig mer miljøbevisste forbrukere etterspør produkter som setter lavest mulig "klimaavtrykk", noe som energieffektive prosesser i hele verdikjeden kan bidra til.

En del av Bergens industri faller innunder såkalt kvotepliktig sektor, det vil si at de betaler for klimagassutlipp fra bruk av fyringsolje og andre fossile kilder når de overstiger gitte nivåer. Myndigheter setter dermed krav til utslippsreduksjoner av klima-

gasser og dette oppnås ved konvertering til fornybar energi og energieffektivisering i form av energiledelse. Klima- og forurensningsdirektoratet har i sin Klimakurstudie for industrien beregnet at man ved hjelp av energiledelse årlig kan spare 2,1 TWh elektrisitet og 0,9 TWh fyringsolje på nasjonalt nivå innen 2020, sammenliknet med "business as usual".

## Energy Optimization

Siemens har analysert potensialet for energisparing i ca 2 000 industribedrifter verden over og har på basis av dette utviklet konseptet Energy Optimization. Erfaringene viser at, uavhengig av bransje, ligger potensialet for innsparing mellom 10-15 prosent. En analyse gjort for en næringsmiddelprodusent i Oslo, viste at potensialet for energieffektivisering var omtrent dobbelt så høyt, ca 27 prosent. Hver sjette industribedrift i Bergen med minst ti ansatte ligger innenfor nettopp næringsmiddelindustri, men for å ta høyde for mulige variasjoner er det lagt til grunn et konservativt gjennomsnittlig potensial på 12 prosent. Se tekstboksen "Den energieffektive industribedriften" for eksempler på hvilke tiltak som fører til slik energieffektivisering.

## Variierende potensial

Bergen har flere store industribedrifter hvor vi har undersøkt energiforbruket i produksjonsprosessene: Toro, Hansa Bryggerier, Tine, Kavli, Friele, Bir Avfallsenergi og Rolls-Royce. Disse bedriftene har i ulik grad jobbet med energieffektivisering, og potensialet for innsparinger er derfor varierende. En gjennomgang viser et samlet potensial på 10 prosent energi- besparelse i produksjonen.

## Den energieffektive industribedriften

Industribedriften presses fra flere kanter for å redusere energibruken. Konkurranse i produktmarkedene betyr kostnadsfokus – og energi koster penger. Og forbrukere og myndigheter stiller strengere krav enn før til produksjon med lavere klimaavtrykk.

Et prosjekt for energieffektivisering handler i dag om langt mer enn maskiner og automatisering. Når man skal gjennomføre et energieffektiviseringsprosjekt i en industribedrift må man ta for seg en rekke områder av driften. Konsept Energy Optimization gjør nettopp dette.

Områder man fokuserer på er:

- Kjøling/varme
- Varmegjenvinning – utnyttelse f.eks av spillvarme
- Trykkluft
- Elektro
- Prosess
- Automatisering
- Vann
- Energieffektive holdninger blant alle medarbeidere
- Støtteordninger som er tilgjengelig

## Nesten 500 industribedrifter

Ifølge Statistisk sentralbyrås bedrifts- og foretaksregister er nesten 500 industribedrifter lokalisert i Bergen kommune, og disse sysselsetter drøyt 12.000 arbeidstakere. Drøyt 160 av kommunens industribedrifter har mer enn 10 ansatte, som vi forutsetter som en minste størrelse for industriproduksjon av et visst omfang.

## Muligheter for store gevinster

Bergens industribedrifter brukte i 2008 375 GWh strøm og totalt 775 GWh energi i sine produksjonsprosesser. Industribedriftenes strømforbruk tilsvarer 12 prosent av det totale energiforbruket, og 31 prosent av det stasjonære forbruket knyttet til arbeidsplasser i privat og offentlig sektor. Til sammenligning står industrien for drøyt 8 prosent av Bergens totale sysselsetting. Energieffektivisering i industribedrifter vil gi forholdsvis store gevinster for kommunens totale energibruk.

For enkelthets skyld legges det i denne rapporten til grunn et anslag på innsparingspotensialet knyttet til strømforbruket. Årsaken til dette er at fjernvarmeproduksjonen er inkludert i industriens totale energiforbruk på 775 GWh, hvor avfall og gass er betydelige innsatsfaktorer, og denne rapporten har ikke vurdert potensialet for energieffektivisering i fjernvarmeproduksjonen. En 12 prosents reduksjon av 375 GWh vil utgjøre 45 GWh. Dette er mer elektrisitet enn hele Bergens bygge- og anleggsvirksomhet bruker i løpet av et år.



# Gatebelysning

I Bergen kommune er veiene og gatene belyst av 41.300 gatelys. Disse brenner i 4400 timer i året og har et årlig strømforbruk på 26 GWh.

Gatelys har gjort kvantesprang i energieffektivisering de siste tiårene. I tillegg er det kommet nye regler med krav til innhold av giftstoffer i lampene. Gatelysene i Bergen er en blanding av nyere og eldre teknologi. 10 prosent er av den eldre kvikksølvtypen, 70 prosent av den noe nyere natriumtypen og 20 prosent av nyeste teknologi, metall halogen. Potensialet for energieffektivisering ved å bytte lyskilder på kvikksølv-lampene fra HQ til NatriumHCl/HQI vil være rundt 1,4 GWh. I tillegg finnes det et stort potensial for energieffektivisering ved mer omfattende bruk av lysstyring. Hvis en i tillegg kombinerer dette med bruk av behovsstyrt LED-teknologi, kan strømforbruket til gatelysene reduseres med 50 prosent. Dette utgjør et potensial for energieffektivisering på 13 GWh. Det totale potensialet for energieffektivisering for gatelys er dermed 14,4 GWh. Potensialet inkluderer ikke muligheten som ligger i at bruk av LED-lys kan gi mer presis belysning, mindre lysforurensning og dermed behov for mindre lys.

## Earth Hour

27. mars 2010 var Bergen én av 162 norske kommuner som slo av lyset fra klokken halv ni om kvelden i forbindelse med Earth Hour, som er en internasjonal begivenhet støttet av World Wide Fund for Nature (WWF). Begivenheten går ut på å markere klimaproblematikken ved å få privatpersoner, virksomheter, myndigheter og organisasjoner til å slå av elektrisk lys i én time. Mange private bedrifter i Bergen var også med på markeringen. I en befolkningsundersøkelse gjennomført av Norstat i Norge svarte 46 prosent at de deltok i Earth Hour i år.



# Oppgradert nett

På veien fra produksjon til strømuttak i boliger og bedrifter, tapes i snitt 10 prosent av den produserte kraften. Dette utgjør 12 TWh årlig. I Bergen anslås tapene i nettet å være i underkant av 5 prosent.

Den viktigste årsaken til tapene er det lave spenningsnivået i den delen av strømmettet som leder fra transformatorstasjonene og ut til sluttbrukerne. 50-60 prosent av tapene finner sted her. Denne delen av strømmettet kalles for distribusjonsnettet, mens de overliggende nettene kalles regionalnett og sentralnett.

Strømmen kommer inn til Bergen via 25 transformatorstasjoner som omformer til 11kV distribusjonsspenning. 90 prosent av nettet er kabler i bakken, 10 prosent luftnett.

En oppjustering av spenningsnivået i distribusjonsnettet vil redusere tapene. Energieffektiviseringen vil kunne utgjøre 52,8 GWh, som innebærer en besparelse på 16,2 millioner kroner i et normalt år.

Et annet virkemiddel for å redusere nettapene er innføring av såkalt toveiskommunikasjon. Ved toveiskommunikasjon får nettselskapene muligheten til å redusere lasten hos de enkelte sluttbrukerne i høylastsituasjoner og dermed få en jevnere lastprofil gjennom døgnet, uken og året.

Tiltakene er lønnsomme innenfor samme tids-horisont som legges til grunn hos Enova for slik infrastruktur, 30 år.







# Husholdninger

Bergens boliger bruker mindre energi enn resten av fylket, men likevel er det fullt mulig å kutte energiforbruket ytterligere. Ved å ta i bruk tilgjengelig teknologi kan det spares en energimengde stor nok til å dekke energiforbruket i 49.000 husstander i Bergen.

Bygninger står for rundt 40 prosent av verdens energiforbruk og av dette utgjør private boliger omtrent 67 prosent. Private boliger står dermed for 29 prosent av verdens samlede energiforbruk og 21 prosent av drivhusgassutslippene.

Andelen er omtrent den samme i Norge, der husholdninger står for 30 prosent av Norges stasjonære energiforbruk. Selv om husholdningenes energiforbruk de senere årene har vært stabilt, finnes det et betydelig potensial for å redusere dette energiforbruket.

I en tett befolket by blir tallene noe annerledes: I Bergen kommune står bygningsmassen for 57 prosent av energiforbruket. Av bygningenes energiforbruk utgjør boliger omtrent halvparten, 55 prosent, mot 30 prosent på landsbasis.

Den gjennomsnittlige byboligen er i utgangspunktet mer energieffektiv enn boliger i mer spredtbygde strøk. Nesten annenhver bolig i Bergen er en leilighet. Det gjennomsnittlige energiforbruket i blokkleiligheter på 12.600 kWh i året, ligger under halvparten av eneboliger, som i 2006 gjennomsnittlig brukte 26.700 kWh.

Husholdninger i Bergen hadde i 2007 et energiforbruk på 2,1 TWh. Av dette utgjorde elektrisitet 1,8 TWh. Mens hver bolig i Norge gjennomsnittlig

bruker drøyt 14.500 kWh i året, har den gjennomsnittlige boligen i Bergen et energiforbruk på rundt 15.000 kWh. Urbaniseringsgraden i Bergen er trolig forklaringen på at energiforbruket ligger under nivået i resten av fylket på 15.800 kWh.

I rapporten har vi gjennomgått potensialet for energieffektivisering i Bergen, der vi har tatt utgangspunkt i hva som er vanlig for norske husstander og justert for spesielle særtrekk knyttet til urbanisering. Ved å ta i bruk eksisterende produkter for energieffektivisering kan husholdningene i Bergen spare inn 23 prosent av dagens energiforbruk. Dette utgjør 474 GWh. Legger man til potensial knyttet til belysning og husholdningsapparater, blir det totale potensialet for energieffektivisering 731 GWh. Dette tilsvarer 41 prosent av strømforbruket til private husholdninger. Se tabell for spesifikke tiltak.

## Belysning

Osram og Lyskultur anslår at 15 prosent av strømforbruket i norske boliger brukes til belysning. Det innebærer at det går med nesten 270 GWh til å lyse opp Bergens drøye 120.000 boliger.

Belysningen i norske boliger er en blanding av tradisjonelle, lite energieffektive glødelamper, mer effektive halogenlamper (både med og uten dimming) samt enda mer effektive sparepærer. En klasse A sparepære bruker 80 prosent mindre energi enn en tradisjonell glødepære. Et nøkternt anslag på hvilken energieffektivisering som kan oppnås, er å ta utgangspunkt i at litt mer enn halvparten av lyspærene i Bergen er av den lite effektive, gamle sorten. I så fall kan man si at energiforbruk på belysning kan reduseres med 50 prosent.

Under disse forutsetningene kan det spares 130 GWh dersom alle mindre effektive lyspærer byttes ut med

sparepærer. Dette tilsvarer det totale strømforbruket til mer enn 8500 boliger. Moderne armaturer, bedre plassering av lyskilder, riktigere bruk av armaturer, bevegelsessensorer og annen styring kan gi en energieffektivisering på ytterligere 15-20 prosent. Dette er imidlertid ikke tatt inn i regnestykket.

Som man ser i oversikten over tiltak for energieffektivisering, er bytte av tradisjonelle glødelamper og over til sparepærer (70 prosent av utskiftingen), halogen (29 prosent av utskiftingen) og LED-lamper (1 prosent av utskiftingen) blant tiltakene med aller lavest investeringskostnad i forhold til innsparingspotensial. Investeringen vil være tilbakebetalt på mindre enn ett år. Dersom dette integreres med dagslys- og tilstedeværelseskontroll øker tilbakebetalingstiden, men energieffektiviseringen i utstyrets levetid vil bli høyere.

## Effektiviseringspotensialet fordelt på ulike bygg

	[GWh]	%
Kontor	102	26 %
Helse- og sosialtjenester	40	20 %
Universitet og høyskole	36	36 %
Skole og barnehage	28	18 %
Lager og logistikk	61	25 %
Hotell og restaurant	27	27 %
Idrett og kulturbygg	5	3 %
Forretningsbygg	44	11 %
Lett industri	30	10 %
Sum næringsbygg	373	18 %
Husholdning	474	22 %
Totalsum	847	20 %

Potensialer knyttet til belysning og husholdningspotensialer er holdt utenfor. Disse representerer til sammen et potensial for energieffektivisering på ytterligere 380 GWh.

## Husholdningsapparater

Å skifte ut eldre, ineffektive husholdningsapparater med nye med høy energiklasse gir svært gode gevinster for miljøet. Energi som går med til å produsere produktene er liten – bare 5-10 prosent av den energien som brukes i husholdningsapparatets levetid.

Tall fra Elektronikkbransjen (levetid) og Bosch Siemens (energieffektivisering av egne og sammenlignbare produkter) viser følgende data for hvitevarer:

Produkt	Levetid	Energieffektivisering siden 1995
Komfyr	15 år	50 %
Oppvaskmaskin	12 år	40 %
Kjøleskap	15 år	60 %
Frysere	17 år	60 %
Kombiskap kjøll/frys	15 år	74 %
Vaskemaskin	12 år	50 %
Tørketrommel	12 år	60 %

I gjennomsnitt bruker nevnte Bosch Siemens' husholdningsapparater halvparten så mye energi i dag som for 15 år siden, og det er grunn til å tro at også andre produsenter er betydelig mer energieffektive i dag enn før. Enova har anslått at en gjennomsnittlig husholdning bruker 4.200 kWh til bruk av elektriske apparater i løpet av et år.

Dersom vi forutsetter at de elektriske apparatene i Bergens boliger består av en kombinasjon av eldre og nyere modeller, kan det anslås at energiforbruket til elektriske apparater kan kuttes med 25 prosent eller 1.050 kWh per husholdning. For hele byen vil dette utgjøre anslagsvis 127 GWh – like mye som det samlede energiforbruket til nesten 8.500 boliger.

# Husholdninger (forts)

# Metode og kilder

Tiltak	Effektiviserings- potensial (MWh)	Investering inkl. mva (Mkr)	Investering i kroner (inkl. mva) pr sparte kWh	Prosentvis andel areal tiltak gjennomføres på
<b>Bygningsmessig</b>	<b>185 562</b>	<b>4 617</b>	<b>25</b>	
Isolering tak og/eller vegg	59 399	974	16	10
Tettelister for vinduer og dører	30 401	152	5	10
Utskifting av vinduer	58 370	2 128	36	2
Utskifting av ytterdører	37 392	1 363	36	2
<b>Sanitær</b>	<b>33 900</b>	<b>65</b>	<b>2</b>	
Sparedusjer/armaturer	19 565	7	0	40
Ny varmtvannsbereider	14 335	58	4	10
<b>Varme</b>	<b>58 605</b>	<b>324</b>	<b>6</b>	
Isolering av rør og ventiler	1 192	6	5	20
Shunting og utetemperaturkompensering	1 950	16	8	20
Overgang til mengderegulert varmeanlegg med turtallsregulert pumpe	2 730	19	7	20
Innregulering av varmeanlegg i kombinasjon med vannrensing	975	6	6	10
Varmepumpe	49 418	254	5	15
Termostatiske radiatorventiler	2 340	23	10	30
<b>Ventilasjon</b>	<b>46 361</b>	<b>353</b>	<b>8</b>	
Bedre varmegjenvinner for ventilasjon	27 361	266	10	10
Bytte til direkte drevne vifter	15 200	76	5	10
Frekvensomformere til vifter	3 800	11	3	5
<b>Belysning og husholdningsapparater</b>	<b>257 000</b>	<b>130</b>	<b>1</b>	
Belysning	130 000	130	1	
Husholdningsapparater	127 000		0	
<b>Styring og regulering</b>	<b>149 206</b>	<b>495</b>	<b>3</b>	
Urstyring ventilasjon	17 328		0	6
Termostat og tidsstyring av el-varme	68 402	342	5	45
Automatikk for tidsstyring av vannbåren varme	7 020	39	6	40
Individuell måling av varme og varmtvann	13 680	114	8	5
Redusere innnetemperatur	42 775	0	0	50
<b>Sum husholdning</b>	<b>730 634</b>	<b>5 985</b>	<b>8</b>	

I summen for investeringer i millioner kroner og investering per kWh er husholdningsapparater holdt utenfor.

Beregningene av potensialet for energieffektivisering i denne rapporten er basert på at den totale energibruken i Bergen er knyttet til arealer og anvendelser. Til grunn for kartleggingen av totalt energibruk ligger tall fra BKK, Statistisk sentralbyrå (SSB) og Norsk Petroleumsinstitutt.

Tall for arealer i bygg er i all hovedsak basert på tall fra Etat for plan og geodata i Bergen kommune, men de er også samkjørt med tall fra SSB. Informasjon om industribedrifter i Bergen kommer fra SSB og Dun & Bradstreet. Tall for trafikktegninger og antall gateløp kommer også fra Bergen kommune. Data om strømmettet i Bergen kommune kommer fra BKK Nett.

Hvor ikke annet er oppgitt, kommer andre data fra SSB. Alle tall som er brukt, er siste tilgjengelige tall. Disse er i all hovedsak fra 2008.

Bergen kommune og BKK har bidratt med informasjon om energibruk, arealer og anvendelse. Med bakgrunn i materiale fra Enova har Siemens og

Osram gjennomført analyser og beregninger av potensialet for energieffektivisering og tallmaterialet er kvalitetssikret av Bellona. Denne type beregninger vil alltid måtte hvile på forenklinger av virkeligheten. Hvert enkelt tiltak og prosentsats for energieffektivisering er imidlertid basert på konkrete erfaringer gjort i Norge og utlandet.

Analysebyrået Perduco har bidratt til å samle og sammenstille informasjon om potensialet for energieffektivisering på de ulike områdene som dekkes av rapporten.

#### ◀ FORKLARING TIL TABELLEN PÅ VENSTRE SIDE:

Tabellen viser et forslag til hvordan et samlet energieffektiviseringspotensial kan nås. Effektiviseringspotensialet og investeringene er vist for hele Bergen kommune. Investering i kroner per sparte kWh gir en indikasjon på hvor raskt investeringen i det spesifikke tiltaket for energieffektivisering er tilbakebetalt. Jo lavere investering, desto raskere tilbakebetaling. Effektiviseringspotensial og investeringskostnader er anslått av Siemens.



**bellona.no**

**bergen.kommune.no**

**bergen-chamber.no**

**siemens.no**