

Etterprøving av bygningers energibruk

METODIKK



SINTEF Fag

Tor Helge Dokka og Catherine Grini

Etterprøving av bygningers energibruk

Metodikk

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Fag 6
Tor Helge Dokka og Catherine Grini
Etterprøving av bygningers energibruk
Metodikk

Emneord:
Energibruk, etterprøving, simulering, måling

Omslagsillustrasjon:
Marienlyst skole. Arkitekt: div.A Arkitekter AS. Utbygger: Drammen Eiendom KF
Foto: Espen Gees/FutureBuilt.

ISSN 1894-1583
ISBN 978-82-536-1340-6 (pdf)

© Copyright Enova og SINTEF akademisk forlag 2013
Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.
Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag
SINTEF Byggforsk
Forskningsveien 3 B
Postboks 124 Blindern
0314 OSLO
Tlf.: 22 96 55 55
Faks: 22 96 55 08

www.sintef.no/byggforsk
www.sintefbok.no

Innholdsfortegnelse

Forord	5
Sammendrag og anbefaling	6
1.0 Innledning	7
2.0 Hensikt med etterprøving av bygningers energibruk	7
2.1 Etterprøving i forhold til prosjektert energibruk	7
2.2 Energioppfølging	7
3.0 Metodikk for etterprøving av energibruk	8
3.1 Beregnet eller simulert energibruk	8
3.2 Detaljert måling og etterprøving av energibruk etter NS3031	9
3.3 Forenklet måling og etterprøving av energibruk etter NS3031	13
3.4 Energibruk i arealer utenfor klimaskjermen	14
3.5 Måling og etterprøving av energiytelsen til lokal fornybar energiproduksjon	15
3.6 Måling av viktige parametere for energibruk	17
4.0 Teoretisk sensitivitetsanalyse	18
4.1 Inndataparametere brukt i analysen.....	18
4.2 Resultater sensitivitetsanalysen.....	21
5.0 Energibruk i uoppvarmede- og delvis oppvarmede arealer	25
5.1 Uoppvarmede/dels oppvarmede arealer.....	25
5.2 Bruksareal, definisjon	25
5.3 Oppvarmet del av bruksareal, eksisterende definisjon	27
5.4 Forslag til nye definisjoner for klimaskjerm og oppvarmet bruksareal	28
5.5 Glassgård	30
5.6 Parkeringskjellere	30
5.7 Teknisk rom og varmesentral	30
5.8 VVS-sjakter	31
5.9 Heissjakter	31
5.10 Trapperom	31
5.11 Lagerrom, arkivrom, kjellerarealer.....	31
5.12 Kaldt lager	32
5.13 Kjernearealer uten oppvarmingskilde	32
5.14 Serverrom og datasentral.....	32

5.15 Tilfluktsrom	32
5.16 Arealer som er delvis eller ikke i bruk	33
5.17 Andre arealer.....	33
5.18 Oppsummering beregning av oppvarmet del av bruksareal.....	34
6.0 Uteområder	35
6.1 Energieffektivitet til en bygning vs energieffektivitet til en eiendom.....	35
6.2 All forbruk under samme måler	35
6.3 Bygningens energiytelse.....	35
6.4 Oppsummering måling av energibruk i uteområder.....	37
7.0 Korreksjon av væravhengig forbruk	38
7.1 Årlig graddagskorrigerings	38
7.2 Månedstemperaturkorrigerings	39
7.3 Full værkorrigerings, avansert metode.....	40
7.4 Anbefaling for værkorrigerings	41
8.0 Instrumentering og måling, forenkling.....	42
8.1 Eksisterende retningslinjer og forskriftskrav.....	42
8.2 Anbefalt målerstruktur.....	43
8.3 Målerstruktur i nye yrkesbygg	44
8.4 Målerstruktur i småhus	45
8.5 Målerstruktur i boligblokk.....	46
8.6 Målerstruktur i eksisterende yrkesbygg.....	46
Tillegg A: Detaljerte resultater sensitivitetsanalyse	49
Tillegg B.1: Graddager som enkel beregningsmetode for oppvarmingsbehov og klimanormalisering.....	55
Tillegg B.2: Utledning av balansetemperaturer for månedstemperaturkorrigerings	56
Tillegg C: BREEAM, krav til energimåling	60
Tillegg D: Forskrift om måling, avregning og samordnet opptreden ved kraftomsetning og fakturering av nettjenester	65

Forord

For at Norges satsing på energieffektivisering av bygningsmassen blir vellykket, er det behov for både oppfølging og verifisering av bygningers energibruk.

Standard Norge planlegger å utgi en norsk standard med felles bestemmelser om hvordan bygningers energibruk skal etterprøves. Denne rapporten presenterer en foreløpig metodikk for etterprøving av bygningers energibruk. Rapporten er ment som et underlag til den kommende standarden.

Denne rapporten er utarbeidet av SINTEF Byggforsk og Entro AS på oppdrag fra ENOVA.

SINTEF Byggforsk har hatt hovedansvar for kapittel 3 og 4. Entro har hatt hovedansvar for kapittel 2, 5, 6 og 8, mens kapittel 7 har vært skrevet i fellesskap.

Forfattere har vært Tor Helge Dokka hos SINTEF Byggforsk og Catherine Grini hos Entro.

Rapporten er utarbeidet i perioden oktober 2012 til juli 2013.

Sammendrag og anbefaling

For prosjekter som Enova gir støtte til på lavenergi-, passivhusnivå eller prosjekter med høyere ambisjonsnivå anbefales det å kreve måling og etterprøving av energibruk på energipostnivå som beskrevet i delkapittel 3.2. I tillegg bør man etterprøve og måle levert energi fordelt på ulike energivarer (elektrisitet, fjernvarme, olje, biobrensel, etc.), samt måle ytelsen til eventuell lokal fornybar varme- og strømproduksjon som beskrevet i delkapittel 3.5. Det anbefales også å måle luftmengder, virkningsgrad gjenvinner og spesifikk vifteeffekt for ventilasjonsanlegg i større bygg (yrkesbygg og leilighetsbygg).

I kapittel 5 er det gitt forslag til mer entydig definisjon av oppvarmet bruksareal enn dagens, og hvilke arealer som bør regnes med og hvilke som bør holdes utenfor oppvarmet bruksareal. Det er også gitt forslag til hvordan energibruk i arealer utenfor oppvarmet areal og uteområder skal måles og angis i energiregnskapet for et bygg.

I kapittel 7 er det vist ulike måter å værkorrigere målt (eller simulert) energibruk, og hovedanbefalingen er å temperaturkorrigere oppvarmingsbehovet på månedsbasis.

1.0 Innledning

Enova utlyste sommer 2012 en lukket konkurranse om utarbeidelse av rapport for metodikk ved energioppfølging og etterprøving av bygningers energibruk. Denne rapporten er tenkt som et underlag til en kommende norsk standard, som er planlagt i Standard Norges komite SN/K 34 *Bygningers energiytelse*.

2.0 Hensikt med etterprøving av bygningers energibruk

2.1 Etterprøving i forhold til prosjektert energibruk

Oppfølging av bygningers energibruk de første årene etter byggets oppføring bør ha følgende mål:

- Kontrollere at reell effektuttak og energibruk samsvarer med effekt- og energibudsjett fra prosjektering
- Sørgе for at det er samsvar mellom reell drift og prosjektert ytelse for bygget.
- Sammenligne (benchmark) bygg innen samme byggkategori på både prosjektert (beregnet) energibruk og reell (målt) energibruk på en konsekvent og entydig måte.

I dag gjennomføres oppfølging av energibruk i nye energieffektive bygninger på ulike måter. Både målinger og sammenligning mot budsjett praktiseres ulikt. Dette bidrar til uvisshet om den reelle energibruken blir tilsvarende lav som ambisjonene.

I rapporten *Systematisering av erfaringer med passivhus*¹ konkluderes det blant annet med følgende: "Energioppfølging skjer på ulik måte, med og uten formålsdeling og med felles eller individuell avlesning" og "Reelle tall må graddagskorrigeres for å være sammenlignbare, men dette er heller ikke konsekvent utført. Dermed sammenlignes målt forbruk med eller uten nødvendig korrigering med to ulike beregningsstandarder. Dette er ikke nødvendigvis oppklarende."

I en artikkel om evaluering av bygg i bruk sier Meir et al.² mye av det samme :

"In many case it is hard to compare the results of evaluation studies due to lack of uniform, standard procedures and protocols."

2.2 Energioppfølging

Energioppfølging gjennom hele bruksfasen har for øvrig følgende hensikt:

- avdekke driftsfeil
- kontrollere effekten av ENØK-arbeid
- gi mulighet til benchmarking av bygninger innen samme bygningskategori

For å muliggjøre benchmarking av energieffektivitet i bygninger må systemgrenser og retningslinjer for datainnsamling defineres.

¹ *Systematisering av erfaringer med passivhus – oppfølging. Nærmere analyse med fokus på innemiljø, energibruk og kostnader*, Prosjektrapport 113 SINTEF Byggforsk, 2012.

² I.A.Meir, Y.Garb, D.Jiao, A.Cicelsky "Post-Occupancy Evaluation: An inevitable Step Toward Sustainability", Advances in Building Energy Research, 2009

3.0 Metodikk for etterprøving av energibruk

3.1 Beregnet eller simulert energibruk

NS3031³ angir metodikk og regler for beregning av energibruk i bygninger. NS 3031 åpner for både månedsstasjonære beregninger, men også for dynamiske simuleringer⁴ som er validert⁵. I denne standarden er det også angitt to typer energibudsjett: 1. For netto energibudsjett som vist i figur 3.1 der budsjettet er delt opp i energiposter etter formål (hva energien brukes til), og et "budsjett" for levert energi delt opp i ulike energikilder som vist i figur 3.2. Det er også oppsett (budsjett) for primærenergi behov, CO₂-utslipp, energikostnad og vektet levert energi i NS3031, men dette er ikke så relevant for denne rapporten.

Når det gjelder oppdelingen i romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) og romkjøling og ventilasjonskjøling fordrer dette dynamiske simuleringer.

Både oppdelingen etter netto energibudsjett og oppsett for levert energi er relevant for måling og etterprøving av energibruk.

Energipost	Energibehov [kWh/år]	Spesifikt energibehov [kWh/(m ² ·år)]
1a Romoppvarming		
1b Ventilasjonsvarme ^a		
2 Varmtvann		
3a Vifter		
3b Pumper		
4 Belysning		
5 Teknisk utstyr		
6a Romkjøling		
6b Ventilasjonskjøling		
Totalt netto energibehov, sum 1 - 6		
Utendørs ^b		
^a Varmebehovet til frostsikring av varmegjenvinneren skal tillegges energipost 1b. ^b I tilfeller der utendørs energibehov for oppvarming/snøsmelting, utstyr, belysning eller lignende utgjør en betydelig del av bygningens energibruk, skal dette angis som en egen energipost under selve energibudsjettet. Men energibehov for dette skal ikke regnes inn i summen for totalt netto energibehov (sum 1-6).		

Figur 3.1: Netto energibudsjett som gitt i NS3031.

³ NS 3031:2007 Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data.

⁴ Dynamiske simuleringer der effekter, temperaturer og annet beregnes med et tidstepp på 1 time eller mindre.

⁵ I henhold til standarden EN 15265

Energivare	Levert energi [kWh/år]	Spesifikk levert energi [kWh/(m ² ·år)]
1 Elektrisitet ^a		
2 Olje		
3 Gass		
4 Fjernvarme		
5 Biobrensel		
6 Annen energivare ^{b, i}		
Totalt levert energi, sum 1-6		
^a For elektrisitet kan denne posten eventuelt deles opp i fire underposter: 1a Direkte elektrisitet 1b, Elektrisitet til varmepumpesystemer, 1c Elektrisitet til solenergisystemer og 1d Elektrisitet til kjølesystemer (komfortkjøling). ^b I tilfeller der det er flere andre energivarer ut over elektrisitet, olje, gass, fjernvarme og biobrensel, kan også post 6 deles opp i flere underposter 6.a., 6.b. osv.		

Figur 3.2 Oppsett (budsjet) for levert energi for ulike energikilder etter NS3031.

3.2 Detaljert måling og etterprøving av energibruk etter NS3031

I teorien er det mulig å måle energibruk ned på energipostnivå etter NS 3031 som gitt i figur 3.1. I praksis er det ofte en god del utfordringer å få til formålsdelingen gitt i netto energibudsjett, for eksempel:

- I større bygg vil man ofte ha egen kursmåler for hvert ventilasjonsaggregat. I denne målingen kan både motor for rotordrift, sirkulasjonspumpe til kjøle- og varmebatteri, annen automatikk og eventuelt elektrisk varmebatteri inngå. Det kan derfor være vanskelig/umulig å skille ut eksakt hva som er vifteenergi og hva som går til annet. Ofte må man derfor supplere med andre korttidsmålinger, eller gjøre analyser ved ulike driftsituasjoner for å skille ut energibruk til de ulike formålene.
- Ofte er sirkulasjonspumper i et større bygg distribuert rundt i bygget, og det vil være kostbart og ressurskrevende å legge opp kurs(er) som bare dekker pumpedrift. Mange pumper vil derfor ligge på kurser som vanligvis vil ligge under energiposten utstyr.
- Selv om det er mulig å legge opp egne lyskurser og egne kurser for stikk til utstyr med tilhørende kursmålere, vil man ofte ha punktbelysning som går via stikkontakter. Særlig vil dette være en feilkilde i boliger, men kan også være et problem i andre byggkategorier.
- Det kan også oppstå en interessekonflikt mellom å måle formålsdelt etter NS3031 oppsett, og å dele opp målere etter leietagere i større bygg (kontor, kjøpesenter, o.l.) der man krever fakturering på hver leietager.

Selv om man ofte vil måtte gjøre noen tillempninger og estimering for å få til formålsdelt energibruk etter netto energibudsjett i NS3031, vil man med god planlegging av termiske og elektriske kurser i et nytt bygg (eller ved en hovedrehabilitering) kunne med god tilnærming få til en formålsdeling på energipostnivå.

En annen utfordring når man skal sammenligne målt og simulert/beregnet energibehov ned på energipostnivå, er at man måler vanligvis varmemengdene ut fra energisentralen. Dvs. man måler ikke netto varmeavgivelse til rommet/sonen. I praksis vil man måtte estimere distribusjons- og avgivelsestap, og i noen

tilfeller også akkumuleringstap (varmetap fra tank) fra varmesentralen. Distribusjonstap kan måles, men vil kreve omfattende instrumentering, mens avgivelsestap i praksis er umulig å måle på bygget⁶. Den enkleste måten å estimere tapene på er å bruke veiledende verdier for virkningsgrader for tap etter tillegg B i NS3031. En mer nøyaktig og riktig måte er å regne detaljert på akkumulerings-, distribusjonstap og avgivelsestap ut fra gjeldende standarder (blant annet NS-EN 15316 serien). På samme måte som oppvarmingssystemet, må man også for eventuelt kjølesystem estimere/regne distribusjonsvirkningsgrad og avgivelsesvirkningsgrad, og for varmtvannssystemet kun distribusjonsvirkningsgrad⁷.

Når man har estimert eller beregnet distribusjon- og avgivelsesvirkningsgrad er det to måter å sammenligne målt og beregnet/simulert energibruk på:

1. Regne om netto beregnet/simulert energibehov over til levert energi *fra energisentralen* per energipost, ved å dele på virkningsgradene. Dette kan da sammenlignes direkte med målt varmemengde fra energisentralen.
2. Alternativt kan man regne om målt levert energi fra sentralen ved å multiplisere med virkningsgradene. Man regner da over til "målt" netto energibruk som kan sammenlignes med beregnet/simulert netto energibehov for hver energipost.

Det er gode argumenter for å bruke metode 1, dvs. å beregne "energiebehov" fra energisentralen. Man bruker da "rådata" for reell energibruk og sammenligner med beregnede tall. Problemet med dette er at det blir inkonsistent med dagens NS3031 og netto energibudsjett gitt der. Hvis man velger å lage en ny norsk standard for etterprøving av energibruk, vil det imidlertid være naturlig og diskuteres om man isteden skal korrigere beregnet energibudsjett dvs. metode 1. *Foreløpig anbefales det å regne om målt levert energi ved energisentral ved å multiplisere med distribusjons- og avgivelsesvirkningsgrad, og dermed kunne sammenligne direkte med beregnet netto energibudsjett, dvs. metode 2.*

Tabell 3.1 viser målt energibruk på Marienlyst skole. På denne skolen ble både elektriske kurser og vannbårne kurser lagt opp og instrumentert slik at man skulle kunne måle formålsdelt energibruk etter netto energibudsjett (figur 3.1). Det er totalt 22 energimålere installert, både elektriske og termiske varmemålere.

I caset Marienlyst skole er simulert energibudsjett regnet etter NS3031 vist i tabell 3.3. Energiebruk til romoppvarming og ventilasjonsvarme er målt til henholdsvis 95 380 kWh (14,5 kWh/m²år) og 35 410 kWh (5,5 kWh/m²år) for skoleåret 2011/2012. Dette skoleåret var relativt varmt med en årsmiddeltemperatur på 7,8 °C (mot normalt 6,3 °C). En månedsmiddeltemperaturkorrigering som beskrevet i kapittel 7, gir et temperaturkorrigert forbruk på 105 322 kWh (16,3 kWh/m²år) og 39 938 kWh (6,2 kWh/m²år) for hhv. rom- og ventilasjonsoppvarming.

For å regne om fra temperaturkorrigert levert energi til netto energibehov er det brukt virkningsgrader fra tillegg B i NS3031. Virkningsgrader for produksjon (fjernvarmeveksler), distribusjon og avgivelse (gulvvarmesystem) er henholdsvis 98, 95 og 90 %, som gir en samlet systemvirkningsgrad på 84 %. Temperaturkorrigert og virkningsgradkorrigert netto energibehov til henholdsvis romoppvarming og ventilasjonsvarme blir da 88 470 kWh (13,7 kWh/m²år) og 33 548 kWh (5,2 kWh/m²år). I tabell 3.4 er temperatur og virkningsgrad korrigert målt energibruk for Marienlyst skole vist. Det er kun romoppvarming og ventilasjonsvarme som er korrigert⁸, de andre postene er "rådata" målt med de ulike

⁶ Kan måles i laboratorier/testrom men krever da meget detaljert instrumentering.

⁷ Per i dag regnes det i NS3031 ikke distribusjonstap fra varmt tappevann, dvs. tap fra bereder til tappested. Det diskuteres om dette skal inn i en revidert versjon av NS3031.

⁸ Heller ikke varmtvann er justert for virkningsgrader, selv om det rent fysisk hadde vært mest riktig. Men per i dag er det noe usikkerhet rundt systemgrenser for hvordan varmtvann skal beregnes/måles, og det er heller ikke gitt virkningsgrader for dette i NS3031.

kursmålerne. Figur 3.3 er en grafisk sammenligning av simulert og korrigert målt energibruk, der vi ser at totalt netto energibehov er nesten helt likt, men at det er en del differanse ned på den enkelte energipost (særlig ventilasjonsvarme og varmtvann).

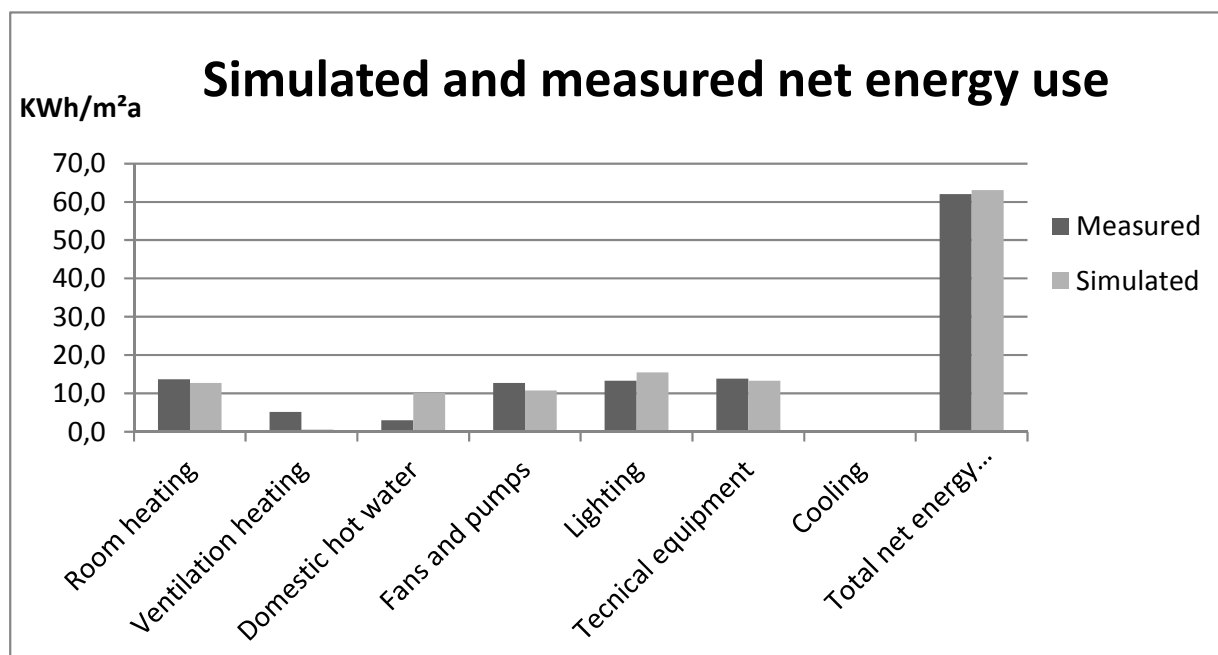
Tabell 3.5 og 3.6 viser henholdsvis simulert levert energi etter oppsett i NS3031 og temperaturkorrigert målt levert energi for fjernvarme og elektrisitet for Marienlyst skole. Resultatene for dette illustrerer noe av problemet med å kun måle levert energi for de ulike energivarene. Her er jo målt (temperaturkorrigert) og simulert energibehov for både fjernvarme og elektrisitet i praksis helt like. Men ser vi på sammenligningen ned på energipostnivå er det stor forskjell for både ventilasjonsvarme og varmtvann som begge forsynes med fjernvarme. Men siden den ene er høyere enn simulert og den andre lavere enn simulert, jevner de hverandre ut og totalt levert fjernvarme blir tilnærmet like. Selv om måling av levert energi ned på ulike energivarer er nyttig, gir måling ned på energiposter langt mer informasjon og dermed mulighet til å analysere og "tune" bygget mot prosjekterte (beregnete) ytelser.

Tabell 3.3 **Beregnet energibudsjet** (netto energibehov) etter NS3031, beregnet for Marienlyst skole.

	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	83 453 kWh	12,8 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme	3 622 kWh	0,6 kWh/m ²
2 Varmtvann	65 051 kWh	10,1 kWh/m ²
3 Vifter og pumper	69 681 kWh	10,8 kWh/m ²
4 Belysning	99 844 kWh	15,5 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	85 586 kWh	13,3 kWh/m ²
6 Kjøling	0 kWh	0
Total netto energibehov	406 237 kWh	63,1 kWh/m ²

Tabell 3.4 **Målt energibruk på energipostnivå** for Marienlyst skole, der målte verdier er korrigert for reelt klima (temperaturkorrigert) og for virkningsgrader i varmesystemet.

	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	88 470 kWh	13,7 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme	33 548 kWh	5,2 kWh/m ²
2 Varmtvann	20 011 kWh	3,1 kWh/m ²
3 Vifter og pumper	82 458 kWh	12,8 kWh/m ²
4 Belysning	85 928 kWh	13,3 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	89 853 kWh	13,9 kWh/m ²
6 Kjøling	0 kWh	0 kWh/m ²
Total netto energibehov	400 268 kWh	62,0 kWh/m ²



Figur 3.3 Sammenligning av simulert netto energibehov og temperatur- og virkingsgradkorrigert målt energibruk ned på energipostnivå og for totalt netto energibehov.

Tabell 3.5 *Simulert levert energi* for skolen, fordelt på elektrisitet og fjernvarme.

Energivare	Levert energi [kWh/år]	Spesifikk levert energi [kWh/(m ² ·år)]
1 Elektrisitet	254751	39,5
2 Olje		
3 Gass		
4 Fjernvarme	167521	26,0
5 Biobrensel		
6 Annen energivare, <i>i</i>		
Totalt levert energi, sum 1 – 6	422272	65,5

Tabell 3.6 *Temperaturkorrigert målt levert energi* til skolen, fordelt på fjernvarme og elektrisitet.

Energivare	Levert energi [kWh/år]	Spesifikk levert energi [kWh/(m ² ·år)]
1 Elektrisitet	258239	40,0
2 Olje		
3 Gass		
4 Fjernvarme	165271	25,6
5 Biobrensel		
6 Annen energivare, <i>i</i>		
Totalt levert energi, sum 1–6	423510	65,7

3.3 Forenklet måling og etterprøving av energibruk etter NS3031

Detaljert måling på energipostnivå som beskrevet i avsnitt 3.2 er teknisk fullt mulig, men krever betydelig investering i instrumentering og et robust kommunikasjonssystem (overføring av data), og også noe mer kostnader for presentasjon og analyse av data. I mange eksisterende bygg vil det ikke være mulig med en slik instrumentering uten en omfattende ombygging av kurser (både elektrisk og termisk), noe som er vanskelig å forsvare økonomisk. En nærliggende forenkling i instrumentering er å slå sammen all el-spesifikk energibruk (post 3.-5.), men fortsatt måle oppvarming og varmtvann separat. Dette vil være relativt enkelt i bygg med fjernvarme (som dekker alt varmebehov), der man bare trenger å ha egne målere for varmtvann og oppvarming ut fra energisentral. I bygg med kjøling vil man også måtte instrumentere dette⁹. Tabell 3.7 viser hvordan denne forenklingen ville vært for caset Marienlyst skole. I tillegg bør man også ha oppsett for levert energi som vist i tabell 3.5 og 3.6 (likt for detaljert og forenklet etterprøving).

I tilfeller der man ikke har vannbåren oppvarming, men har f.eks. direkte elektrisk oppvarming, vil man måtte skille ut og instrumentere egne el-kurser for oppvarming. Dette er relativt enkelt å gjøre på nybygg, men vil ofte være vanskelig på eksisterende bygg der det ikke er skilt ut egne kurser for oppvarming.

Hvor mye man sparer i instrumenteringskostnader ved forenklet kontra detaljert måling vil være sterkt avhengig av bygget, men på et enkle mindre bygg vil man kun trenge 3 eller 4 målere (uten eller med kjøling). Dette vil gi overkommelige instrumenteringskostnader. For større og mer komplekse bygg vil man selvsagt trenge flere målere.

⁹ I tilfellet der man har fjernkjøling er dette enkelt, der har man allerede måling av tilført kjøling som må regnes om til netto behov via virkningsgrader. Har man vannbåren kjøling (isvannmaskin) må man ha en termisk måler (flow og temperaturforskjell) som måler kjøleenergimengden ut fra isvannmaskinen, som igjen må korrigeres til netto behov ut fra virkningsgrader. Har man direkte kjøling til luft, f.eks. fordampere i ventilasjonsanlegget (såkalt DX-kjøling) må man måle luftmengde og temperaturfall over kjølebatteriet på luftsiden.

Tabell 3.7 Forenklet energipost-oppsett for beregnet og målt energibruk. Tall for Marienlyst skole.

	Simulert netto energibehov	Temperatur- og virkningsgrad korrigert energibruk
1. Oppvarming	13,4 kWh/m ²	18,9 kWh/m ²
2. Varmtvann	10,1 kWh/m ²	3,1 kWh/m ²
3.-5 El-spesifikk energibruk	39,6 kWh/m ²	40,0 kWh/m ²
6. Kjøling	0 kWh/m ²	0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov	63,1 kWh/m ²	62,0 kWh/m ²

3.4 Energibruk i arealer utenfor klimaskjermen

I mange bygg vil man ha arealer som er uoppvarmet eller delvis oppvarmet, dvs. de holder ikke en innetemperatur gitt for byggkategorien i NS3031, tillegg A. Slike arealer kan f.eks. være parkeringskjellere, glassgårder, tekniske rom på tak og lignende. Selv om disse arealene ikke er fullklimatisert vil de kunne ha betydelig energibruk både i form av oppvarming, elektrisitet og i enkelte tilfeller kjøling¹⁰. I NS3031 kan man beregningsmessig enten regne med arealene i oppvarmet bruksareal hvis man regner at arealet holder gitt innetemperatur for byggkategorien (etter tillegg A i NS3031). Alternativt tar man ikke med arealet, men regner det som en passiv sone som reduserer varmetapet for konstruksjoner mellom det oppvarmede bygget og den uoppvarmede sonen¹¹. Begge disse metodene er lite egnet ved måling og etterprøving av energibruk.

I oppsettet for netto energibudsjett i NS3031 er det for utendørs energibruk satt opp en egen energipost, men som ikke regnes inn i totalt energibehov. Argumentet for ikke å ta det med inn i energibudsjettet er at utendørs energibruk ikke nødvendigvis sier noe om hvor energieffektivt selve bygget er. Det samme argumentet kan man også bruke om andre arealer, f.eks. en delvis oppvarmet parkeringskjeller. Med modell av utendørs energibruk, kan man utvide denne modellen til andre arealer som vist i tabell 3.8.

Hvilke arealer som skal tas med i oppvarmet areal, og hvem som skal skilles ut som uoppvarmede/delvis oppvarmede arealer er mer detaljert behandlet i kapittel 5.

Tabell 3.8 viser forslag til hvordan energibruk i uoppvarmede eller delvis oppvarmede soner kan behandles som egne energiposter utenfor netto energibudsjett for selve bygget.

¹⁰ Uoppvarmede eller delvis oppvarmede glassgårder kan i sommerhalvåret ofte bli så varme at de krever mekanisk kjøling, f.eks. ventilasjonskjøling eller kjølegulv.

¹¹ Det er gitt beregningsformler i NS3031 hvordan man skal regne på dette.

Tabell 3.8 Egne energiposter for energibruk utenfor oppvarmet bruksareal

Energipost	Energibehov [kWh/år]	Spesifikt energibehov [kWh/(m ² ·år)]
1a Romoppvarming		
1b Ventilasjonsvarme		
2 Varmtvann		
3a Vifter		
3b Pumper		
4 Belysning		
5 Teknisk utstyr		
6a Romkjøling		
6b Ventilasjonskjøling		
Totalt netto energibehov, sum 1–6		
I. Utendørs energibruk ^a		
II. Energibruk i parkeringskjellere ^a		
III. Energibruk i glassgårder/atrium ^a		
IIII. Energibruk i andre uoppvarmede eller delvis oppvarmede arealer ^a		
a. I tilfeller der disse arealene både bruker elektrisitet, varme og kjøling kan hver underpost I.-IIII. deles opp i elektrisitet, varme og kjøling.		

3.5 Måling og etterprøving av energiytelsen til lokal fornybar energiproduksjon

Varmepumpe- og termiske solfangersystemer

I tilfeller der man har lokal fornybar varmeproduksjon i form av varmepumpesystemer¹² eller termiske solfangersystemer, vil den reelle ytelse til disse systemene kunne påvirke den totale energibruken (levert energi) til et bygg betydelig. Det er derfor av stor interesse å få kontrollert at prosjektert/beregnet ytelse stemmer rimelig med reell installert ytelse. Dette kan gjøres ved å måle varmefaktoren (COP) til varmepumpesystemet:

$$COP = \frac{Q}{W} \quad (3.1)$$

Q er levert varme fra varmepumpen.

W er tilført elektrisk energi til varmepumpen.

Her må levert varme måles med termisk varmemåler og elektrisk energi måles med el-måler enten integrert i varmepumpen, som egen måler i stikkontakt eller som kursmåler i sikringsskap/tavle der det er skilt ut egen kurs for varmepumpen. Ved kontinuerlig måling (typisk timesmålinger) av Q og W kan man både se

¹² Som tar varme fra omgivelsene, f.eks. luft, vann, jord eller berg.

hvordan ytelsen er under ulike driftsbetingelser, og også summere det over året og da regne ut årsvarmefaktoren (SCOP) til varmpumpen.

Termiske solfangersystemer kan måles på samme måte med en SCOP, der varme(Q) tilført akkumulator/-bereder fra solfangere måles med termisk varmemåler. I solfangersystemer er det kun el-bruk (W) til sirkulasjonspumper mellom solfanger og akkumulator som skal regnes inn. Dette er vanligvis små pumper som har 2000–3000 timer driftstid i året. Det kan derfor være nok å estimere dette forbruket ved å gange opp merkeeffekten til pumpen, og anslå/estimere driftstiden til pumpen, da de vanligvis reguleres ON/OFF og ikke modulerende.

Biobaserte kjelsystemer

For annen fornybar produksjon som ulike bio-baserte kjelløsninger (fast, flytende eller gass) vil man ved detaljert eller forenklet måling både ha måling av varmeproduksjon fra energisentral og levert energi til ulike energivarer. Ved hjelp av brennverdier for ulike bio-brensler kan man da regne om til estimert produksjonsvirkningsgrad over året for bio-kjelsystemet. Det samme gjelder for ulike fossile brensler (olje og gass).

Distribusjons-, lagrings- og avgivelsestap

I tilfeller med vannbårne systemer kan lagrings- distribusjons- og avgivelsestapene være betydelige. Som omtalt i prosjektrapport 76 fra SINTEF Byggforsk¹³, kan man i teorien måle disse tapene, men i praksis ville det innebære en omfattende instrumentering med trolig flere hundre målere på et mellomstort bygg. Kostnadene til dette ville ikke kunne balansere nytten.

Et bedre alternativ er derfor å beregne og prosjektere de vannbårne anleggene med større grad av nøyaktighet, og dermed få ut gode estimater på distribusjons-, lagrings- og avgivelsestap. Dette kan også suppleres med stikkprøver /korttidmålinger av f.eks. distribusjonstap ved å måle flow (væskestrøm) og temperatur på en eller flere kritiske kurser (vannbårne).

Med målte års-produksjonsvirkningsgrader og SCOP'er, sammen med estimerte distribusjons- lagrings- og avgivelsestap vil man kunne beregne et godt estimat på årsmidlere systemvirkningsgrad for et vannbårent system. Denne systemvirkningsgraden er det "endelige" målet på hvor effektivt energiforsyningssystemet er som helhet.

Solstrømproduksjon

I tilfeller der man har solstrømproduksjon på bygget vil det være fornuftig å måle denne også separat. I tilfeller man bruker all solstrømmen selv, holder det å måle den totale solstrømproduksjonen. I tilfeller der man har et nettilkøpelt system og eksportert periodevis til nettet vil det være fornuftig også å måle hvor mye som eksporteres, og da indirekte hva som er egenbruk (differansen mellom total produksjon og eksportert til nett). Måleopplegg for dette må samstemmes med krav fra nettleverandøren, og innføring av automatisk målesystemer (AMS).

¹³ Energibruk i bygninger - Nasjonal database og sammenligning av beregnet og målt energibruk, Prosjektrapport 76 SINTEF Byggforsk 2011.

3.6 Måling av viktige parametere for energibruk

Som vist i kapittel 4 er energiytelsen til ventilasjonsanlegget av avgjørende betydning for energibruken til et bygg. Det foreslås derfor at der det skal gjøres detaljert energimåling (se avsnitt 3.2) at følgende parametere måles og registreres kontinuerlig:

1. Luftmengder, summert for alle aggregater i bygget.
2. Virkningsgrad varmegjenvinner.
3. Spesifikk vifteeffekt. Ved måling av vifteenergi i henhold til detaljert måling (avsnitt 3.2) og luftmengder i 1., trenger man kun å regne ut SFP uten andre tilleggsmålinger.

I tillegg bør også lekkasjetallet måles ved ferdigstillelse av bygget (AS-BUILT)¹⁴.

¹⁴ Er også et krav for passivhus og lavenergibygg bygget i henhold til NS3700 og NS3701.

4.0 Teoretisk sensitivitetsanalyse

For å kunne se hvilke parametere som influerer mest på energibruken er det gjort en sensitivitetsanalyse på et typisk kontorbygg. Analysen er basert på samme modell som ligger til grunn for dagens forskriftskrav (TEK10), og simuleringene er gjort med programmet SIMIEN 5.0¹⁵. Bygget er i 3 etasjer og har et bruksareal (BRA) på 3600 m².

Siden mange variable varierer mye og dermed påvirker oppvarmings- og kjølebehovet er det valgt å kun bruke lokal kjøling og ingen sentral ventilasjonskjøling. Dette gjør at man (teoretisk) vil oppnå samme termiske inn klima for ulike "energimessige kvaliteter" på bygget. Settpunkt kjøling er satt til 22 °C som angitt i NS 3031 tillegg A, og for både oppvarming og kjøling er det brukt nok kapasitet slik at sette settpunkttemperaturer nås til en hver tid på året.

I 4.1 er det valgt hvilke inndataparametere som er variert i analysen, og hvilket område de er variert innenfor. Det er valgt et område for de ulike parametere som varierer fra tilnærmet TEK97-nivå (forskriftskrav som trådte i kraft i 1997) til dagens State-Of-The-Art nivå, dvs. passivhus, nullenergi eller plussenergi prosjekter. Avsnitt 4.2 viser resultater fra sensitivitetsanalysen.

4.1 Inndataparametere brukt i analysen

Ut fra erfaring med mange simuleringer av både reell og teoretiske bygg er det valgt ut et sett av parametere som man vet har stor betydning for energibruken til et bygg. Det er andre parametere som kunne vært variert, og man kunne selvsagt også gjort samme analyse på andre byggkategorier, men på grunn av prosjektets omfang har man gjort en bevisst avgrensning i denne studien. Følgende inndataparametere har blitt undersøkt:

- **U-verdi opake konstruksjoner:** Her har man slått sammen (arealvektet) U-verdien til vegger, gulv og tak som vender mot det fri, eller mot grunnen. Verdien er variert fra et superisolert nivå for passivhus/nullenergibygg til et relativt dårlig TEK97 nivå. U-verdier for konstruksjoner blir ofte kun beregnet teoretisk (ISO 6946), selv om de kan bli målt i laboratorier (Hotbox).
- **U-verdi vinduer:** Krav til U-verdi vinduer i kontorbygg var for TEK97 2,0 W/m²K, mens vi ser at U-verdien for vinduer i de mest ambisiøse prosjektene nærmer seg 0,60 W/m²K. U-verdier for konstruksjoner blir oftest beregnet teoretisk (ISO 10077), selv om de også kan bli målt i laboratorier (Hotbox).
- **g-verdi vinduer og solskjerming:** g-verdien, dvs. den totale soltransmisjonen, for kombinasjonen glassrute og kunstig avskjerming varierer typisk mellom 0,05 (tre lags energirute + utvendig persiener) til 0,75 (to lags energirute). g-verdier for konstruksjoner blir oftest beregnet teoretisk (EN 13363), men kan også bli målt i laboratorier.
- **Prosent vinduer og dører:** Arealet vinduer og dører delt på bruksareal varierer sterkt fra prosjekt til prosjekt. Noen prosjekter med relativt dype planløsninger og mye interne rom/soner uten dagslys krav vil kunne ha vindusprosent så lavt som 12 %. Andre bygg har fasader som er 100 % transparente. For kontorbygg-modellen vi bruker vil man med helt transparent fasade (vinduer/glassfelt) få en vindusprosent(vindusareal/oppvarmet bruksareal) på 42 %.

¹⁵ www.programbyggerne.no

- **Lekkasjetall:** Lekkasjetallet målt ved 50 Pa trykkforskjell over klimaskjerm, varierer fra ca. 6 oms/t for de mest utette byggene ned til 0,2 oms/t for bygg der det er satt strenge krav til lufttetthet. Lufttetthet måles i ferdig bygg etter standarden EN 13829, men kan/bør også måles/estimeres i byggfasen da utbedringer enklere kan gjøres (f.eks. ved vind/værtett bygg).
- **Normalisert kuldebroverdi:** I bygg med mange og meget dårlige kuldebroløsninger vil normalisert kuldebroverdi kunne komme opp i 0,15 W/m²K. I de beste passivhusprosjektene med stor fokus på gode kuldebroløsninger kan normalisert kuldebroverdi kunne komme ned i 0,02 W/m²K. Kuldebroverdier beregnes numerisk (2D eller 3D) etter EN-ISO 10211 eller tas fra tabellverk(kuldebroatlas).
- **Normalisert varmekapasitet:** I bygg med meget lette konstruksjoner(f.eks. et rent trebygg) kan normalisert varmekapasitet komme ned i 15 Wh/m²K, mens det for et tungt bygg med mye eksponert betong i gulv, tak og vegger kan normalisert varmekapasitet komme helt opp i 150 Wh/m²K. Effektiv varmekapasitet for enkeltkonstruksjoner beregnes etter EN ISO 13786, og summeres for alle konstruksjoner som vender mot inneluften i bygget.
- **Luftmengder:** Luftmengder for kontorbygg kan i enkelte ekstreme tilfeller komme helt opp i 20 m³/hm² i driftstiden, særlig i tilfeller der design av fasaden er så dårlig at man må fjerne mye varme gjennom ventilasjonssystemet. I bygg der man bruker lavemiterende materialer, bruker avansert behovsstyring og tilfører luften meget effektivt (fortrengningsventilasjon) har man tilfeller der gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden er nede i 4 m³/hm². Utenfor driftstiden varierer typisk luftmengdene fra 0 til 3 m³/hm². Luftmengder måles ofte ved overtagelse av bygget, men det finnes også leverandører (aggregater) som måler luftmengder kontinuerlig og kan overføre dette til et SD-anlegg.
- **Spesifikk vifteeffekt(SFP):** Spesifikk vifteeffekt for de dårligste løsningene vil typisk være oppe i 6 kW/(m³/s), mens SFP på bygg med høye energiambisjoner prosjekteres ned mot og også under 0,5 kW/(m³/s) (regnet ut fra snitt luftmengde i driftstiden). SPF kan beregnes i prosjekteringsfasen, men kan også måles i drift ved å måle luftmengder og elektrisitetsbruk til vifter. Enkelte leverandører (aggregater) måler SFP kontinuerlig og kan overføre dette til et SD-anlegg.
- **Virkningsgrad gjenvinner:** I underdimensjonerte aggregater med lite effektive gjenvinnertyper og der hastighetsprofilen inn i gjenvinner er ugunstig har man målt virkningsgrader for varmegjenvinnere ned i 40 %. I optimaliserte aggregater med lav hastighet og store varmeoverføringsflater kan man med roterende gjenvinnere eller motstrømsvarmevekslere kunne nå virkningsgrader over 90 %. For motstrømsvekslere fordrer dette frostsiktingsløsninger uten tilføring av energi, f.eks. forvarming i grunnen. Virkningsgrad til gjenvinner kan måles i laboratorier etter EN 308, og justeres for reelle driftsforhold etter tillegg H i NS3031 (f.eks. frostsikring). Men virkningsgrad kan også måles i drift, og det finnes også leverandører (aggregater) som måler virkningsgrad kontinuerlig og kan overføre dette til et SD-anlegg.
- **Snitteffekt belysning:** Det er lagt til grunn en snitteffekt på 10 W/m² i driftstiden for en "dårlig belysningsløsning", som tilsvarer ca. 31 kWh/m²år. Til sammenligning ligger dagens TEK10-nivå på 8 W/m², og kravet i passivhusstandarden NS3701 er på 4 W/m² for kontorbygg. De mest ambisiøse prosjektene (nullenergi, plusshus) nærmer man seg en snitteffekt på 2 W/m² (6,3 kWh/m²år) ved hjelp av meget energieffektive belysningsarmaturer og avansert behovsstyring. Belysningseffekt- og energibruk kan beregnes etter NS-EN 15193 og NS-EN 12464-1 (kvalitetskrav

belysning). Men energibruk kan også måles i drift hvis man skiller ut belysning i egen (egne) kurs(er) som instrumenteres med kursmålere. (se også avsnitt 3.2).

- **Snitteffekt utstyr;** Det er få prosjekter med målt energibruk til utstyr, men målt elektrisitetsbruk i enkelte bygg indikerer et relativt høyt energibruk til utstyr. Dette er her kvantifisert til 15 W/m² (47 kWh/m²år), selv om det sikkert er bygg med enda høyere verdier. Som beste løsning/laveste verdi er det brukt verdien 6 W/m² (19 kWh/m²år). Til sammenligning ligger standardverdien for TEK10 (tillegg A i NS3031) på 11 W/m². Det er i dag ingen standard for beregning av energibruk til utstyr, men energibruk kan måles i drift hvis man skiller ut teknisk utstyr(stikk) i egen (egne) kurs(er) som instrumenteres med kursmålere. (se også avsnitt 3.2).
- **Virkningsgrad varmesystem;** Det menes her en total systemvirkningsgrad regnet som snitt over året, som tar hensyn til produksjonsvirkningsgrad (COP for varmepumpe og solfangersystemer), lagrings- og distribusjonstap og avgivelsestap. Det er lagt til grunn en systemvirkningsgrad på 70 % som "dårligere løsning" her, selv om det sikkert er betydelige dårligere virkningsgrader i praksis. Dette tilsvarer en moderat "dårlig" kjelløsning med typiske distribusjons- og avgivelsestap (tillegg B i NS3031). Som beste løsning er det i flere prosjekter på nullenergi- og plussenerginivå jobbet med kombinerte solfanger- og geovarmepumpe-systemer som samlet har en års-systemvarmefaktor på 4,0 eller bedre. Dette krever god prosjektering og nøye avstemning av temperaturnivåer, riktig dimensjonering av varmepumpe- og solfangere, optimalisering av energibrønner og minimalisering av lagrings-, distribusjons- og avgivelsestap. Systemvirkningsgrader kan beregnes etter EN 15316-serien med underliggende prøvestandarder, eller med avanserte simuleringstøyer. Det er også mulig å måle/estimere systemvirkningsgraden(e), se avsnitt 3.6.
- **Virkningsgrad kjølesystem;** For et kjølesystem (komfortkjøling) vil et system med fjernkjøling, eller kjølemaskin med veldig dårlig ytelse, samt typiske distribusjons- og avgivelsestap ha en systemvirkningsgrad ned mot 80 %, som er brukt som "dårligste løsning". Et meget effektivt kjølesystem basert på frikjøling fra energibrønner, dvs. kun bruk av sirkulasjonspumper, vil kunne ha en kjølefaktor på ca. 25 indikerer beregninger¹⁶. Systemvirkningsgrader kan beregnes etter EN 15316-serien med underliggende prøvestandarder, eller med avanserte simuleringstøyer. Det er også mulig å måle/estimere systemvirkningsgraden(e), se avsnitt 3.5.

¹⁶ Simulering av energibruk til brine-pumper i geotermiske systemer, der energibrønner brukes til frikjøling om sommeren. Simuleringer utført med programmet Polysun (www.velasolaris.com)

Tabell 4.1 Parametere valgt ut til sensitivitetsanalysen, med område, TEK10-verdi og hvordan parameteren kan bestemmes ved måling eller beregning.

Variabel	Typisk område for verdi	TEK10-verdi	Målbarhet
U-verdi opake konstruksjoner	0,06–0,25 W/m ² K	0,18 W/m ² K	Beregnes eller måles i laboratorier
U-verdi vinduer og dører	0,60–2,0 W/m ² K	1,2 W/m ² K	Beregnes eller måles i laboratorier.
g-verdi vindu&solskjerming	0,05–0,75	0,08	Beregnes eller måles i laboratorier
Prosent vinduer og dører	12–42 %	20 %	Måles på tegning eller på bygget.
Lekkasjetall	0,2–6,0 oms/t	1,5	Kan måles i felt
Normalisert kuldebroverdi	0,02–0,15 W/m ² K	0,06 W/m ² K	Må beregnes
Normalisert varmekapasitet	15–150 Wh/m ² K	68 Wh/m ² K	Må beregnes
Luftmengder	4/0–20/3 m ³ /hm ²	10/3 m ³ /hm ²	Kan måles i felt
Spesifikk vifteeffekt, SFP	0,5–6 kW/(m ³ /s)	2,0 kW/(m ³ /s)	Kan måles i felt
Virkningsgrad gjenvinner	40–90 %	80 %	Kan måles/estimeres i felt
Belysning, snitteffekt	2–10 W/m ²	8 W/m ²	Kan måles i felt.
Utstyr, snitteffekt	6–15 W/m ²	11 W/m ²	
Systemvirkningsgrad/COP varmesystem	0,8–4,0	1,0	Kan måles/estimeres.
Systemvirkningsgrad/COP kjøleanlegg	80–2500 %	200 %	Kan måles/estimeres.

4.2 Resultater sensitivitetsanalysen

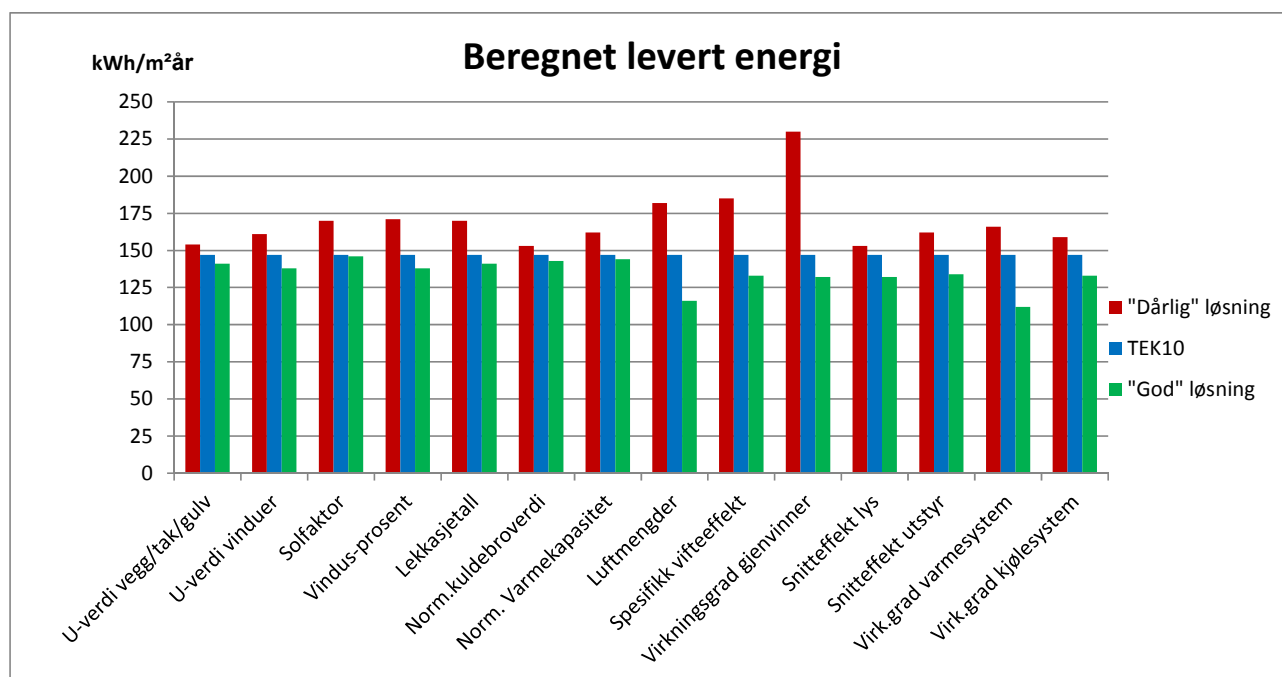
Figur 4.1 viser resultater av sensitivitetsanalysen for de valgte inndataparametere. Rød er levert energi med den "dårligste" verdien, blå er TEK10-nivået (147 kWh/m²år) og grønn er den energiteknisk beste løsningen. Ser vi bort fra luftmengder og systemvirkningsgrad varmesystem så er effekten å gå fra TEK10 til den best tilgjengelige teknologi/løsning aldri mer enn 15 kWh/m²år reduksjon. Selv om effekten av hvert tiltak er moderat, vil den samlede effekten av mange tiltak være stor (som vist under). Den største energibruks-effekten får man ved å redusere luftmengder (uten at det går utover inneklime) og å installere høyeffektivt varmesystem, der kan man spare hhv. 31 og 35 kWh/m²år. Skal man gå fra et TEK10-nivå mot passivhus, nesten-nullenergi eller nullenergi vil det derfor være nærliggende og først se på ventilasjonssystem med streng behovsstyring og effektiv lufttilførsel, samt et høyeffektivt varmesystem. Dernest må man finne en optimal kombinasjon av andre tiltak for å komme ned på ønsket nivå. Optimalisering bør både omfatte kostnader, men også robusthet og levetid til tiltak.

Når man ser den andre veien, dvs. å gå fra et TEK10-nivå til en dårlig løsning ser vi at de største utslagene er relatert til ventilasjon, gjennom luftmengder, SFP (vifteeffekt) og virkningsgrad gjenvinner. Går man fra en 80 % til en 40 % gjenvinner vil levert energi øke hele 83 kWh/m²år, dvs. energibruken øker med hele 56 %. I eksisterende bygg der energibruken er høy er det derfor nærliggende å undersøke ventilasjonsanlegget før andre forhold analyseres.

Figur 4.2 viser beregnet levert energi for tilfellet man har valgt de energiteknisk beste løsningene for alle parametrene, sammenlignet med TEK10-nivået og den energiteknisk dårligste løsningen. Dette gir beregnet levert energi på ca. 30 kWh/m²år for den beste løsningen, som er ca. en faktor 5 bedre enn TEK10-nivået, og ca. en faktor 23 bedre enn den dårligste løsningen. Dette kan høres voldsomt ut, men ser vi på Enovas

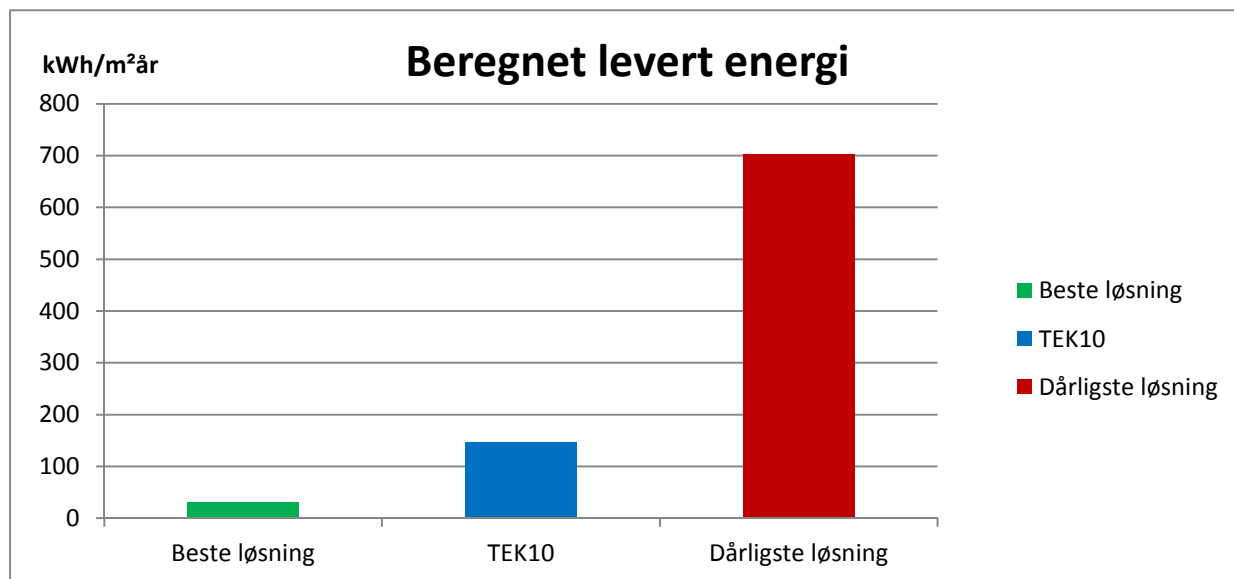
byggstatistikk fra 2011¹⁷ ser vi at dette faktisk stemmer rimelig godt med det dårligste bygget i statistikken som ligger rette under 700 kWh/m²år i målt levert energi. Laveste målte energibruk (levert energi) ligger på ca. 50 kWh/m²år, dvs. litt over det beregnede på 30 kWh/m²år. Nå vet man veldig lite om energibruken til dette bygget, det kan jo være at bygget bare er delvis i bruk og har lavt forbruk pga. det. Det er også tvilsomt at bygget i statistikken har så energieffektive komponenter og løsninger som brukt i simuleringen her.

Resultatene vist i figur 4.1 og 4.2 er en grov sensitivitetsanalyse, der man kun ser ytterpunktene av hver inndataparameter. I mange tilfeller har man ingen lineær sammenheng mellom endring av inndataparameteren og beregnet energibruk. Beregnet energibruk som funksjon av virkningsgraden til varmegjenvinner illustrerer det, som vist i figur 4.4. Fra 0 % til ca. 80 % virkningsgrad reduseres energibruk, (både oppvarmingsbehov, totalt netto energibehov og levert energi) med ca. 22–23 kWh/m²år for hver 10 % økning virkningsgraden. Fra 80 til 100 % virkningsgrad flater kurven ut, og man sparer mindre per prosent økning i virkningsgrad (grovt sett halvert besparelse). Andre inndataparametere kan ha enda mer ikke-lineær sammenheng enn det som vises her for virkningsgrad gjenvinner. Det er utenfor denne rapportens omfang å gjøre tilsvarende analyse for alle inndataparameterne.

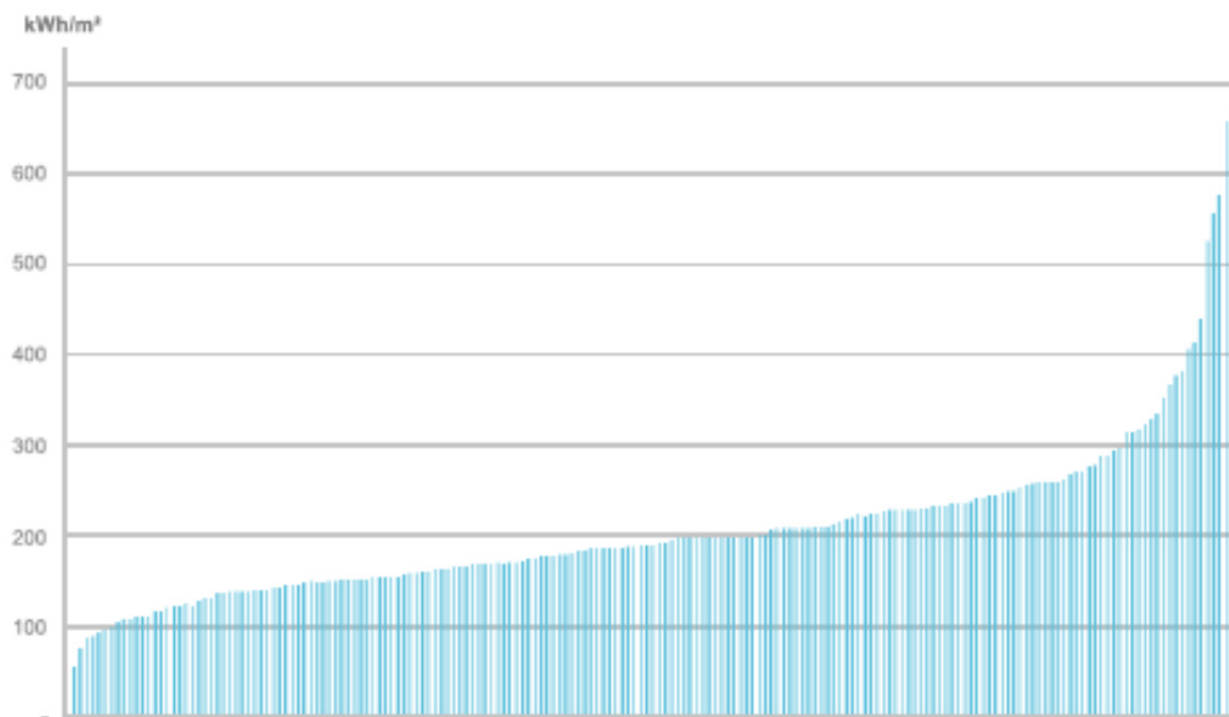


Figur 4.1 Beregnet levert energi for de 14 inndataparameterne, der energibruk for energiteknisk god og dårlig løsning er sammenlignet med TEK10-nivå.

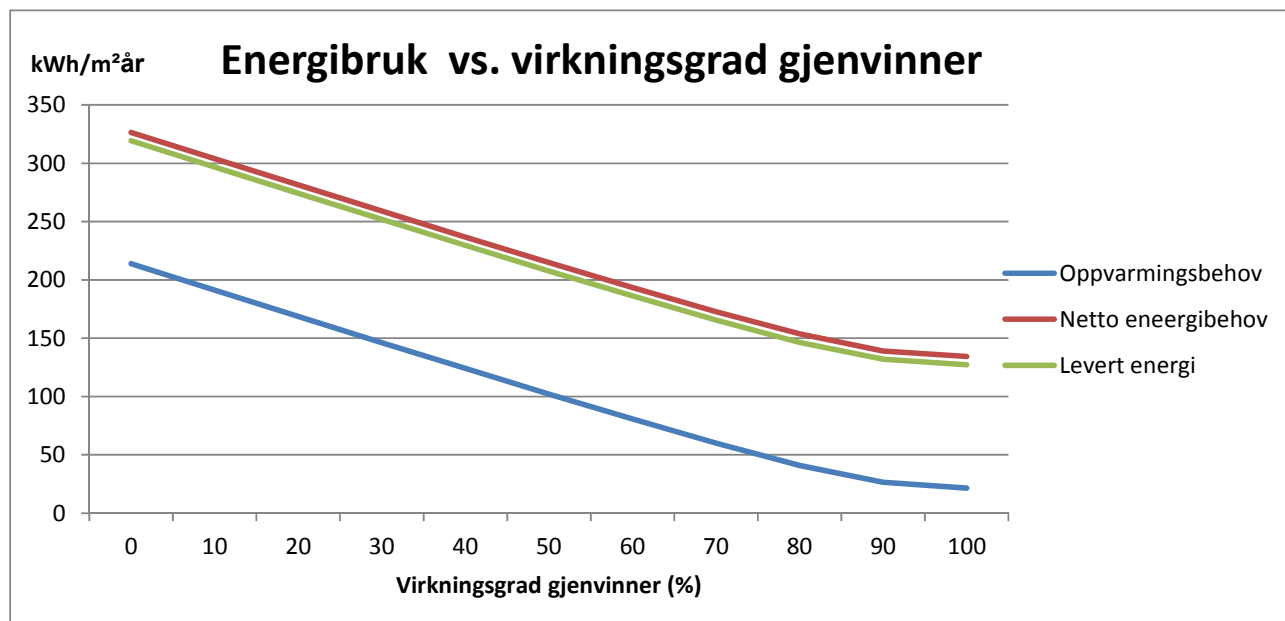
¹⁷ Se <http://www.enova.no/innsikt/rapporter/byggstatistikk-2011/sammendrag/476/0/>



Figur 4.2 Viser beregnet levert energi for energiteknisk "beste" løsning og "dårligste" løsning, sammenlignet med TEK 10-nivået.



Figur 4.3 Målt energibruk fra Enovas byggstatistikk 2011. For 187 kontorbygninger.



Figur 4.4 Beregnet levert energi, totalt netto energibehov og oppvarmingsbehov (rom- og ventilasjonsvarme) som funksjon av varmegjenvinnerens virkningsgrad.

5.0 Energibruk i uoppvarmede- og delvis oppvarmede arealer

Nesten all oppfølging av energibruk i bygg er basert på sammenligning av tallmateriale: ukes forbruk sammenlignes med forrige ukes forbruk, årets forbruk sammenlignes med fjorårets forbruk, målt forbruk sammenlignes med beregnet forbruk, energibruk i bygninger som hører til samme virksomhet sammenlignes mot hverandre osv.

For å være relevant må sammenligningen baseres på sammenlignbare størrelser. Disse størrelser må beregnes lik uavhengig av personen som foretar beregningen, og det er følgelig behov for felles bestemmelser for å vite hvordan beregningen skal gjøres.

Minst tre problemstillinger praktiseres ulikt i dag:

- Problemstilling 1. Hvordan håndtere uoppvarmede og dels oppvarmede arealer? I hvilken grad skal disse arealer medregnes i oppvarmet del av bruksareal?
- Problemstilling 2. Hvordan håndtere energibruk til uteområder?
- Problemstilling 3. Hvordan håndtere korreksjon av termisk forbruk i forhold til normal klima?

Problemstilling 1, 2 og 3 er behandlet i henholdsvis kapittel 5, 6 og 7. I forhold til dagens praksis for måling og sammenligning av energibruk er det her forsøkt å gi entydige regler for hvordan energibruk i disse arealene skal vurderes.

5.1 Uoppvarmede/dels oppvarmede arealer

Det er per i dag svært vanlig å bruke benevnelse «kWh/m²·år» for å uttrykke energibruken i et bygg. Gjeldende byggeforskrift, energimerkeforskriften og temarelaterte standarder henviser blant annet til arealspesifikk energibruk. Å relatere energibruken til et areal og et bestemt tidsintervall er smart. Det gjør sammenligning mot et "normert" nivå mulig, noe som gir en rask indikasjon om energieffektiviteten til et bygg. Definisjon av et år er for de fleste av oss entydig. Definisjon av byggets areal er dessverre noe vanskeligere. Myndighetenes krav er uttrykt i forhold til *oppvarmet del av bruksareal*, et begrep uten tydelig definisjon.

5.2 Bruksareal, definisjon

For definisjon av bruksareal henvises til Norsk Standard 3940:2012 *Areal- og volumberegninger av bygninger*, pkt. 5.3.1, Målereglene for bruksareal.

5.3.1 Målereglene for bruksareal

Bruksareal (BRA) er arealet innenfor omsluttende vegger, se figur 4.

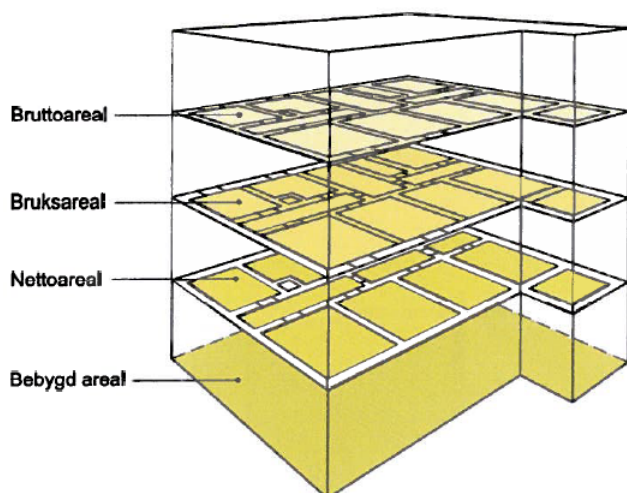
Bruksareal omfatter nettoareal og areal av innvendige vegger og sjakter, se figur 4 og 11.

Det skal måles langs gulvplanet uten hensyn til gulvlister, innredningsenheter, installasjoner og liknende, se figur 12.

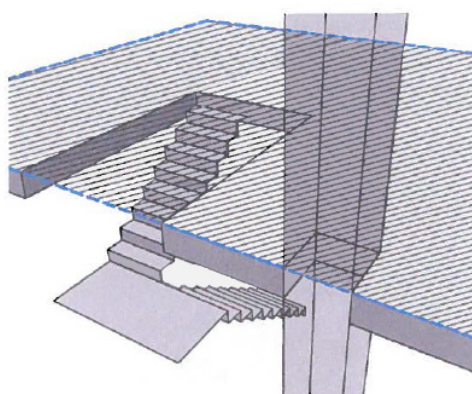
Hvis ikke annet er bestemt, skal måleverdig areal heft eller delvis under terreng regnes med i bruksarealet.

MERKNAD 1 I henhold til T-1459 skal åpninger i etasjeskiller for sjakter, trapper og liknende regnes med i innvendig areal.

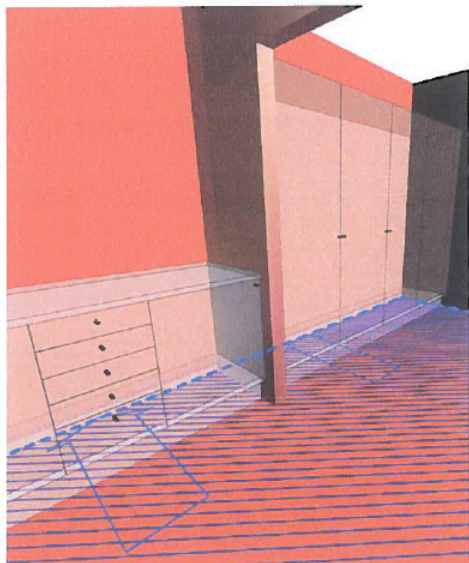
MERKNAD 2 I henhold til T-1459 skal det for bygninger med etasjehøyder over 3 m beregnes bruksareal som om det var lagt et horisontalplan for hver tredje meter, hvis ikke annet er fastsatt i bestemmelser for arealplan.



Figur 4 – Presentasjon av grunnleggende arealbegreper



Figur 11 – Eksempel på bestemmelse om måling av bruksareal med åpninger i gulv (etasjeskiller)



Figur 12 – Eksempel på bestemmelse om at bruksareal måles uten hensyn til innredning og listverk

NS 3940:2012 fastsetter regler for beregning av bruksareal for et rom, en bruksenhet, en etasje, et plan, en bygning og en tomt. Standarden inneholder ingen definisjon av begrepet oppvarmet del av bruksareal.

5.3 Oppvarmet del av bruksareal, eksisterende definisjon

Norsk Standard 3031:2007/A1:2011 *Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data* definerer følgende:

3.1.3

BRA

bruksareal etter NS 3940

3.1.13

klimaskjerm

primære bygningsdeler etter NS 3451 som beskytter oppvarmet del av BRA mot utvendig klima

3.1.22

Oppvarmet del av BRA

Den delen av BRA som tilføres varme fra bygningens varmesystem og eventuelt kjøling fra bygningens kjølesystem og som er omsluttet av bygningens klimaskjerm

Definisjon av klimaskjerm og oppvarmet del av BRA refererer til hverandre og fremstår tvetydig.

Videre sier NS 3031:2007/A1:2011:

MERKNAD 1 BRA for en bygning er summen av BRA for alle måleverdige plan/etasjer uavhengig av bruken. BRA omfatter bruttoarealet minus arealet som opptas av yttervegger.

MERKNAD 2 Oppvarmet del av BRA angis i m². For beregning av oppvarmet del av BRA, se punkt 4.

Under punkt 4 kan en lese:

For uoppvarmede eller delvis oppvarmede arealer slik som bodere, garasje, uinnredet kjeller og lignende, skal arealet bestemmes etter følgende regler:

- Dersom arealet tas med som oppvarmet del av BRA, skal rommet regnes å ha samme temperatur som tilleggende oppvarmede rom. Settpunkt-temperaturer etter tabell A.3 skal brukes når beregningen skal benyttes som kontroll mot offentlige krav.
- Dersom arealet i uoppvarmede eller delvis oppvarmede arealer ikke tas med i oppvarmet del av BRA, kan rommets varmemotstand tas med i beregningen av varmetapet for konstruksjonene som grenser mot rommet. Varmetapet beregnes da som gitt i 6.1.1.1.2.

I henhold til NS3031 kan en velge om uoppvarmet eller delvis oppvarmet rom skal inngå i beregning av oppvarmet del av bruksareal, eller ikke. Når uoppvarmet eller delvis oppvarmet rom inngår i oppvarmet del av BRA, må rommet beregnes som fullt oppvarmet. Hvis uoppvarmet eller delvis oppvarmet rom utelates, kan rommets varmemotstand tas med i beregningen av varmetap for konstruksjonene som grenser mot rommet. Denne tilnærmingen er ikke mulig ved energioppfølging og benchmarking av energibruk i bygg. Da må reelle forhold betraktes og håndteres lik ved alle bygg.

Mange bygg har delvis oppvarmede arealer, eller uoppvarmede arealer i kjernen av bygningskroppen. Ved analyse av bygninger vil en komme bort over enkelte arealer som er vanskelig å klassifisere. For eksempel: Må det være en oppvarmingskilde i et rom for at rommet defineres som oppvarmet areal (definisjon 3.1.22 i NS3031)? Ligger en uoppvarmet kjelleretasje innenfor eller utenfor klimaskjermen? Må rommet holde en gitt temperatur for å være en del av det oppvarmede arealet? Er det romtemperaturen under prosjektering eller under reell drift som skal avgjøre om rommet defineres som oppvarmet areal?

De vanligste gråsoner er glassgårder, parkeringsarealer, tekniske rom (på taket, midt i bygget, i kjelleretasje), varmesentraler, VVS-sjakter, heissjakter, uoppvarmede trapperom, lagerrom, serverrom, kjernearealer uten oppvarmingskilde, arealer som ikke er i bruk og tilfluktsrom.

Nedenfor foreslås ny definisjon av klimaskjerm og oppvarmet del av bruksareal, samt enkle bestemmelser om hvordan uoppvarmede og delvis oppvarmede arealer kan betraktes.

5.4 Forslag til nye definisjoner for klimaskjerm og oppvarmet bruksareal

Definisjon av klimaskjerm foreslås gjort om til:

"Primære bygningsdeler etter NS 3451 som beskytter byggets bruksareal mot utvendig klima og som er lovpålagt termisk isolasjon."

Definisjon av oppvarmet del av bruksareal foreslås gjort om til:

"Den delen av BRA som er omsluttet av bygningens klimaskjerm og der bygningens oppvarmingsystem er i stand til å holde settpunkttemperaturen for oppvarming fastsatt i tabell A.3 i NS3031:2007"

Tabell A.3 – Standardverdier for driftstider for oppvarming, belysning, utstyr, personer og ventilasjon med settpunkt-temperatur for oppvarming innenfor og utenfor driftstiden og settpunkt-temperatur for kjøling

Bygningskategori	Driftstid [timer/døgn/uker]			Settpunkt-temperatur for oppvarming [°C]		Settpunkt-temperatur for romkjøling ^b [°C]
	Oppvarming, belysning og utstyr	Ventilasjon	Personer	i driftstiden	utenfor driftstiden	
Småhus	16/7/52	24/7/52	←	21	19	-
Boligblokker	16/7/52	24/7/52	←	21	19	-
Barnehager	10/5/52	←	←	21	19	-
Kontorbygg	12/5/52	←	←	21	19	22
Skolebygg ^a	10/5/44	←	←	21	19	22
Universitets- og høyskolebygg	12/5/52	←	←	21	19	22
Sykehus	16/7/52	←	24/7/52	21	19	22
Sykehjem	16/7/52	←	24/7/52	21	19	22
Hoteller	16/7/52	←	24/7/52	21	19	22
Idrettsbygg ^a	12/5/44	←	←	19	17	22
Forretningsbygg	12/6/52	←	←	21	19	22
Kulturbygg	11/5/52	←	←	21	19	22
Ledd industri, verksteder	9/5/52	←	←	21	19	22

Vi har valgt å referere til settpunkttemperatur fastsatt i NS3031 fordi vi mener det er viktig å begrense delvis oppvarmede soner i energieffektive bygg. Dette fører til at man får en mer gjennomtenkt plassering av klimaskjermen. Termisk isolasjon skal avgrense oppvarmet areal. Hele arealet innenfor termisk isolasjon skal kunne varmes opp til samme temperatur. Det refereres ofte til 15°C romtemperatur for å avklare hvorvidt et rom er oppvarmet eller ikke. Her omtales ikke denne temperaturen som et vurderingskriterium siden den ikke er referert til i en norsk standard, og derfor vil skape mer forvirring enn avklaring.

Et annet kriterium som ble vurdert å ha med i definisjonen var daglig opphold i deler av bruksareal. Ideen skyldes produksjonslokaler som utgjør meste parten av et bygg og som brukes til daglig opphold, men der romtemperatur holdes på et lavt nivå (12–14°C) som følge av fokus på ENØK. Kriteriet ble imidlertid ikke ivaretatt i forslaget til definisjonen. Driftsforholdene kan variere over tid. Oppvarmet del av bruksareal skal gjenspeile byggets egenskaper og holde seg konstant med mindre bygget blir gjenstand for en ombygging og klimaskjermen flyttes. Vi mener at definisjon av oppvarmet del av bruksareal ikke skal ta hensyn til driftsforholdene.

Kriteriet om hvorvidt et areal er nødvendig for at bygget skal oppfylle sin funksjon ble også vurdert til å inngå i definisjonen. Dette kriteriet ble forkastet fordi en slik vurdering nødvendigvis er skjønnsmessig og ville ha ført til tvetydighet.

Med leddet "der bygningens oppvarmingssystem er i stand til å holde settpunkttemperaturen for oppvarming" menes at bygget er prosjektert slik at rommet kan holde den gitte settpunkttemperaturen. Det menes ikke at rommet nødvendigvis har en egen oppvarmingskilde.

Energibruk som defineres som utenfor oppvarmet areal skal ut fra dette skilles ut som egen energipost, som vist i delkapittel 3.4 og 6.4

5.5 Glassgård

Det finnes fullklimatiserte og delvis klimatiserte glassgårder, samt glassgårder der isolasjonssjiktet ligger i glassgårdens fasade, og glassgårder der isolasjonssjiktet ligger i de innvendige fasadene.

Glassgård der oppvarmingssystemet er prosjektert til å dekke settpunkttemperatur fastsatt i NS 3031, medtas i beregning av oppvarmet del av BRA. Øvrige glassgård inngår ikke.

I delvis klimatiserte glassgårder er ikke oppvarmingssystemet dimensjonert til å holde samme romtemperatur som i resten av bygget. Driftsparametere for temperaturstyring i glassgården er dessuten mindre streng enn i arealer som huser kjernevirksomheten til bygget. Temperatur i glassgård blir et resultat av værforholdene og dimensjonerende effekt til de tekniske installasjonene. Selv om delvis klimatiserte glassgårder fungerer som buffersoner og påvirker energibalansen i fullklimatiserte arealer noe, anbefaler vi å betrakte dem som utenfor klimaskjermen, og angi energibruken i disse som vist i delkapittel 3.4 og 6.4.

NS 3940:2012, pkt.5.3.1 Måleregler for bruksareal, merknad 2, sier: "*I henhold til T-1459 skal det for bygninger med etasjehøyder over 3 m. beregnes bruksareal som om det var lagt et horisontalplan for hver tredje meter, hvis ikke annet er fastsatt i bestemmelser for arealplan.*"

Denne bestemmelsen kan resultere i misvisende stor glassgårdareal i bygg med fullklimatiserte glassgårder. I beregningen av oppvarmet del av BRA skal kun det reelle arealet medtas, ingen fiktive horisontale planer.

5.6 Parkeringskjellere

Parkeringskjellere prosjekteres ikke for å holde samme romtemperatur som resten av bygget, og de har sjeldent eget oppvarmingssystem. Det er vanlig at temperatur i parkeringskjellere holdes over frysepunktet og at *gratis* varme fra avkastluften *brukes opp* i garasjen før luften slippes ut til det fri. Enkelte ganger reduseres varmegjenvinningen i ventilasjonsaggregatet slik at temperatur til avkastluften ikke blir for lavt. Temperatur i parkeringskjellere er et resultat av driftsforholdene og ingen streng styringsparameter. De fleste bygg kan oppfylle sin funksjon uten parkeringskjeller, samtidig som parkeringsarealer kan bygges utendørs.

Forbruk i parkeringsarealer kan ikke sammenlignes med virksomheten ellers i bygget. Det er også noe uklart hvorvidt parkering ligger på innsiden av klimaskjermen. Som regel er det noe isolasjon i dekke mellom parkeringskjelleren og resten av bygget, og parkering kan da sies å ligge utenfor klimaskjermen.

Parkeringskjellere skal ikke inngå i beregning av oppvarmet del av BRA. Bestemmelsen gjelder også kjøregård og vaskehaller for kjøretøy.

Vi foreslår å innlemme energiforbruk for parkeringsarealer som vist i delkapittel 3.4 og 6.4.

5.7 Teknisk rom og varmesentral

Teknisk rom og varmesentral ligger forskjellige steder i en bygning. Vi har valgt å skille mellom følgende plasseringer:

- Aggregat på tak som ikke er innebygget: medregnes ikke (ligger utenfor klimaskjerm)
- Aggregat på tak som er innebygget: medregnes ikke (ligger utenfor klimaskjerm)

- Teknisk rom og/eller varmesentral i uoppvarmet kjeller: medregnes ikke (er ikke i stand til å holde settpunkttemperaturen for oppvarming fastsatt i NS3031)
- Teknisk rom og/eller varmesentral i oppvarmet kjeller eller del av kjeller som er i stand til å holde settpunkttemperaturen for oppvarming fastsatt i NS3031: medregnes.
- Teknisk rom eller varmesentral i mellomliggende etasje: medregnes (ligger innenfor klimaskjerm og er i stand til å holde settpunkttemperaturen for oppvarming fastsatt i NS3031)
- Teknisk rom eller varmesentral i oppvarmede del av bolig: medregnes (ligger innenfor klimaskjerm og er i stand til å holde settpunkttemperaturen for oppvarming fastsatt i NS3031)

Energibruk i teknisk rom eller varmesentral som er definert utenfor oppvarmet areal skal føres i egen energipost som vist i delkapittel 3.4 og 6.4.

5.8 VVS-sjakter

VVS-sjakter kan utgjøre ganske mye areal, og ikke mindre i fremtiden når SFP skal være så lav som mulig. VVS-sjakter som er innenfor klimaskjermen inngår i oppvarmet areal iht. NS 3940:2012, pkt. 5.3.1.

Kanaler/sjakter som er påbygd i ettertid på utsiden av bygget står utenfor klimaskjermen og inngår ikke i beregning av oppvarmet del av BRA.

5.9 Heissjakter

Heissjakter inngår i beregning av oppvarmet del av BRA iht. NS 3940:2012, pkt. 5.3.1.

5.10 Trapperom

Oppvarmede trapperom som er innenfor klimaskjermen og har egen varmekilde og/eller er helt omringet av fullt oppvarmede rom, inngår i beregning av oppvarmet del av BRA. Se NS 3940:2012, pkt. 5.3.1.

Trapperom og trappeoppgang prosjektert uten varmekilde eller med lavere settpunkttemperatur enn fastsatt i NS3031, samt trapperom på utsiden av klimaskjermen (for eksempel utvendige trapperom eller trapperom i svalgang) skal ikke inngå i beregning av oppvarmet del av BRA.

Eventuelt energibruk i trapperom som ikke inngår i oppvarmet BRA skal føres i egen energipost som vist i delkapittel 3.4 og 6.4.

5.11 Lagerrom, arkivrom, kjellerarealer

Lagerrom, arkivrom og kjellerarealer ligger som regel på innsiden av klimaskjermen. Vi har her valgt å skille mellom:

- rom som varmes opp til over frysepunkt men som er dimensjonert til en lavere settpunkttemperatur enn arealer der kjernevirksomheten utøves
- rom med samme funksjon som har kapasitet til å bli oppvarmet til samme temperatur som resten av bygget.

Rom eller hel etasjer som ikke kan bli oppvarmet til settpunkttemperatur for oppvarming fastsatt i NS3031 skal ikke inngå i oppvarmet del av BRA.

Lagerrom, arkivrom og kjellerarealer med oppvarmingskilde som kan holde settpunkttemperatur definert i NS3031 skal medregnes i oppvarmet del av BRA. Bestemmelsen gjelder også rom uten oppvarmingskilde der omkringliggende rom kan sørge for at samme temperatur oppnås.

En bod i en leilighet vil inngå i oppvarmet del av BRA av leiligheten og boligblokken. Bod som ligger utenfor leiligheten (enten utendørs, på loft eller i kjelleretasje) vil som regel ikke inngå i oppvarmet del av BRA.

På en skole vil lagerrom som ligger i tilknytning til klasserom som regel inngå i oppvarmet del av BRA.

5.12 Kaldt lager

Kaldt lager prosjekteres for å holde en lav temperatur og skal ikke medregnes i oppvarmet del av BRA.

5.13 Kjernearealer uten oppvarmingskilde

Med kjernearealer uten oppvarmingskilde menes rom som blir varmet opp av omkringliggende rom, samt sekundære rom som blir varmet opp ved hjelp av luftoverstrømning fra primære arealer, eksempelvis korridorer, vringlearealer, kopirom, WC, dusj, bøttekott og lignende. Disse arealene befinner seg innenfor klimaskjermen. Byggets varmesystem er prosjektert til å holde samme temperatur i disse arealene som i arealene viet til kjernevirksomhet.

Kjernearealer uten oppvarmingskilde skal medregnes i oppvarmet del av bruksareal.

5.14 Serverrom og datasentral

Med serverrom og datasentral menes her datarom som brukes av virksomheten(e) som holder til i samme bygg og som må stå i bygget for at virksomheten kan utføre sitt virke. Serverrom og datarom er fullklimatiserte arealer på innsiden av klimaskjermen. Disse arealer skal inngå i beregning av oppvarmet del av bruksareal. Bestemmelsen gjelder også UPS-rom (Uninterruptible Power Supply).

Datapark og serverhotell bør betraktes som industrianlegg og omtales ikke her.

5.15 Tilfluktsrom

Tilfluktsrom skal betraktes utfra beliggenhet i bygget og evt. tilkobling til byggets oppvarmingssystem.

Tilfluktsrom knyttet til byggets oppvarmingssystem og som kan varmes opp til samme temperatur som resten av bygget, eksempelvis tilfluktsrom som brukes som treningsrom, inngår i beregning av oppvarmet del av BRA.

Er tilfluktsrom utenfor klimaskjermen, uten tilknytning til byggets oppvarmingssystem, eller med en oppvarmingskilde som ikke holder settpunkttemperatur definert i NS3031, skal ikke rommet i oppvarmet del av BRA. Eventuelt energibruk i tilfluktsrommet skal da føres som vist i delkapittel 3.4 og 6.4.

5.16 Arealer som er delvis eller ikke i bruk

Arealer som er delvis eller ikke i bruk omfatter:

- arealer i en yrkesbygg som står uten leietaker i en periode
- arealer som er midlertidig flyttet ut pga. rehabilitering eller oppgradering av bygget
- et enkelt kontor som står tomt fordi brukeren er bortreist, sykemeldt eller i permisjon
- rom som brukes tidvis
- rom som oppvarmes tidvis
- arealer der bruken i en periode avviker fra «normal bruk» av bygget

Arealer som er delvis eller ikke i bruk ligger på innsiden av klimaskjermen og har mulighet til å bli oppvarmet til settpunkttemperaturen oppgitt i NS3031. De skal følgelig inngå i beregning av oppvarmet del av BRA.

Felles for alle disse arealene er at den reelle bruken avviker fra en *normal* bruk av bygget, dvs. bruken som var tenkt da bygget ble oppført. Energibruk i bygget blir i slike tilfeller annerledes og usammenlignbar med energibudsjettet som ble beregnet under prosjektering, eller energibruken med normal bruk over et år. Avvik i bruk av bygget må kommenteres, og energioppfølgingen må ta hensyn til denne faktoren.

Beregning av oppvarmet del av BRA skal ikke variere med driften av bygget, men gjenspeile plassering av klimaskjermen og kapasiteten til byggets varmesystem.

5.17 Andre arealer

For å bedømme om andre arealer som ikke er nevnt eksplisitt over skal inngå i beregning av *Oppvarmet del av BRA*, anbefaler vi en enkel sjekk bestående av spørsmålene under:

- Ligger rommet innenfor klimaskjermen?
- Har byggets oppvarmingssystem nok kapasitet til å holde settpunkttemperatur oppgitt i tabell A.3 i NS 3031?

Er svaret *ja* på begge spørsmålene, inngår arealet er oppvarmet del av BRA. Er svaret *nei* på et av spørsmålene, anbefaler vi at arealet ikke medregnes i oppvarmet del av BRA

I tilfeller der man ikke vet hvor termisk isolasjonssjiktet går, eller ikke kjenner oppvarmingssystemets kapasitet, anbefaler vi å bruke den reelle settpunkttemperatur for oppvarming som vurderingskriteriet. Er den lik eller over temperaturen gitt i NS3031, skal arealet inngå i oppvarmet del av BRA. I motsatt tilfellet, skal arealet utelates.

5.18 Oppsummering beregning av oppvarmet del av bruksareal

Arealbeskrivelse	Er arealet innenfor klimaskjermen?	Kan oppvarmingssystemet holde temperatur fastsatt i tabell A3 i NS3031?	Inngår arealet i oppvarmet del av BRA?	
Delvis klimatiserte glassgårder	ja/nei	nei		NEI
Fullklimatiserte glassgårder	ja	ja	JA	
Parkeringskjellere	ja/nei	nei		NEI
Kjøregård	nei	nei		NEI
Ventilasjonsaggregat på tak som ikke er innebygd	nei	nei		NEI
Ventilasjonsaggregat som er innebygd i et teknisk rom på tak	nei	nei		NEI
Teknisk rom/varmesentral i uoppvarmet kjeller	ja/nei	nei		NEI
Teknisk rom/varmesentral i oppvarmet del av kjeller	ja	ja	JA	
Teknisk rom/varmesentral i mellomliggende etasje	ja	vanligvis ja	JA	
Teknisk rom/varmesentral i bod eller lignende (bolig)	ja	vanligvis ja	JA	
VVS-sjakter innenfor bygningskallet	ja	ja	JA	
VVS-sjakter eller VVS-kanaler påbygd på fasaden	nei	-		NEI
Heissjakter	ja	ja	JA	
Oppvarmede trapperom innenfor bygningskallet	ja	ja	JA	
Uoppvarmede trapperom	ja/nei	nei		NEI
Oppvarmede lagerrom, arkivrom, kjellerarealer	ja	ja	JA	
Uoppvarmede lagerrom, arkivrom, kjellerarealer	ja/nei	nei		NEI
Kaldt lager	ja/nei	nei		NEI
Kjernearealer uten oppvarmingskilde (vrimelearealer, korridor, toalett, møterom osv)	ja	ja	JA	
Serverrom og datasentral	ja	ja	JA	
Oppvarmede tilfluktsrom	ja	ja	JA	
Uoppvarmede tilfluktsrom	ja/nei	nei		NEI
Arealer som er delvis eller ikke i bruk	ja	ja	JA	

6.0 Uteområder

6.1 Energieffektivitet til en bygning vs. energieffektivitet til en eiendom

I NS3031:2007 er utendørs forbruk beskrevet slik: "*I tilfeller der utendørs energibehov for oppvarming/snøsmelting, utstyr, belysning eller lignende utgjør en betydelig del av bygningens energibruk, skal dette angis som en egen energipost under selve energibudsjettet. Men energibehov for dette skal ikke regnes inn i summen for totalt netto energibehov (Tabell 5 - Netto energibudsjett).*"

Energibruk til uteområder inngår ikke i netto energibehovet til en bygning i henhold til NS3031. Standarden fokuserer på bygningers energiytelse. Tilnærmingen fra standarden kan forsvares med at energieffektiviteten til en bygning er uavhengig av energibruken utenfor bygningen.

En annen tilnærming består i å betrakte en eiendom, dvs. en bygning med tilhørende utearealer, som en enhet som oppfyller en funksjon. Ved en slik tilnærming må all energibruken utenfor bygget inngå i energibudsjettet og i energioppfølgingen. Så kan den totale energibruken referere til eiendommens areal eller til funksjonen som eiendommen oppfyller (antall beboere, antall arbeidsplasser, antall sengeplasser, antall butikker, antall solgte varer osv.). Om man ønsker et helhetlig fokus på energiforbruk forårsaket av bygninger og virksomheter knyttet til bygninger, må denne tilnærmingen vies mer oppmerksomhet i fremtiden. Det er et paradoks at beregningene som utføres i nye prosjekter *skreller bort* så mye som mulig av brukeravhengig forbruk i energibudsjettene, for eksempel dataservere eller belysning i butikker. Fokuset rettes mot kun en begrenset andel av energibruken knyttet til bygninger. Selv om den andelen er svært energieffektiv, er det uvisst om eiendommen sett under ett gagnar samfunnet energimessig.

Nedunder presenteres to alternativer. I alternativ 1 måles all energiforbruk ved samme måleren. Denne praksisen er den mest vanlig i Norge i dag. Dette alternativet kan være tilfredsstillende for byggeiere som ønsker å benchmarke sin portefølje av eiendommer, og som er opptatt av energieffektivitet ved hver eiendom. I alternativ 2 måles energibruk for hver utvendig energipost separat. Ved tidlig planlegging vil alternativ 2 kunne etableres ganske enkelt i nye bygninger. I eksisterende bygninger vil eksisterende elektriske tilkoblinger og fordeling av varmekurser i teknisk rom avgjøre om en slik målerstruktur er realiserbar.

6.2 All forbruk under samme måler

For mange eksisterende småhus inngår all forbruk ved en eiendom under samme måler. I boligblokk og næringsbygg vil som regel oppvarmingsforbruk måles atskilt fra strømforbruk, mens utendørs forbruk ikke måles separat.

Energimåling uten atskilt måling av utendørs forbruk kan være tilstrekkelig for benchmarking av en eiendomsportefølje. Aktøren som benchmarker kan bestemme om det er behov for å sammenligne total forbruk (absolutte tall) eller om det totale forbruket må relateres til et areal eller en produksjon. Arealet trenger ikke å bestå av oppvarmet del av bruksareal. Aktøren kan bestemme arealet som er mest hensiktsmessig. Det kan være både bygningens brutto areal eller eiendommens areal.

6.3 Bygningens energiytelse

I nye bygg der man ønsker å kvantifisere bygningens energiytelse, anbefales atskilt måling av alle energipostene som ikke er relatert til oppvarmet del av bruksareal.

For nye småhus anbefales at all periferertete forbruk utenom huset inngår under den samme måleren. For yrkesbygg anbefales egen måler for hver energipost der driftsfeil kan forårsake et årlig merforbruk på 10.000 kWh eller mer.

Levert energi til uteområder omfatter typisk tre formål: utvendig belysning, gatevarme og issmelting i takrenne. Disse energipostene behøver styringsparametere for å fungere etter hensikt og de kan bli store energisluk ved manglende styring.

Som regel forsynes hver av disse energipostene med egne kurser, enten energibæreren er elektrisitet eller vannbårent varme. Kursene bør styres med egne målere. Montering av målere er som regel realiserbar. Om det er behov for varmemengde målere kan montering av målere være kostbar.

Utvendig belysning

Utvendig belysning bør styres etter dagslys, evt. i kombinasjon med ur. Defekt styring kan føre til dobling av energibruken over året. Montering av egen måler til utvendig belysning må vurderes ut fra installert effekt. Det anses ikke kostnadsoptimalt å montere en egen måler for få lysarmaturer, eksempelvis i eneboliger.

Alle næringsbygg med utvendig parkering, hageanlegg, fasadebelysning eller bygg der installert effekt til utelys overskrider 2 kW anbefales utstyrt med egen måler for utvendig belysning. I yrkesbygg uten dedikert vaktmester (vaktmesterpool eller innleid personal uten daglig tilstedeværelse) vil egen måler for utvendig belysning bli et nyttig verktøy for energioppfølgingen. Utelys skal kun være i drift om natten. Ved en installert effekt på 2,2kW, kan en uheldig driftsperiode på 8.760 timer istedenfor 4.380 timer føre til 10.000kWh/år i merforbruk. Kostnaden til måleren vil bli inntjent på kort tid. Er vaktmester ikke til stede vil ikke driftsfeilen oppdages uten egen måler.

Gatevarme

Gatevarme bør styres etter luftfuktighet/snøfall, evt. i kombinasjon med utetemperatur. Defekt eller manglende styring kan føre til kontinuerlig drift og unødvendig stor forbruk.

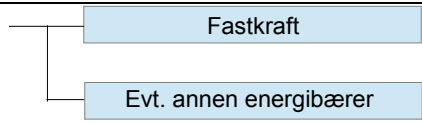

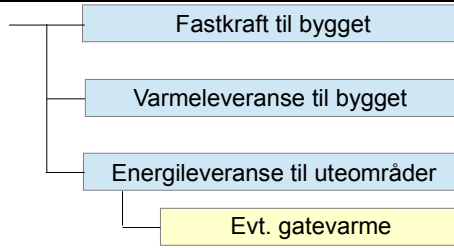
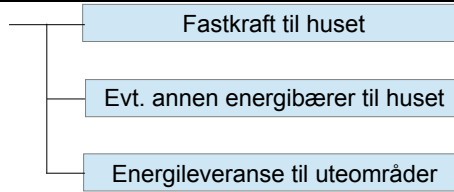
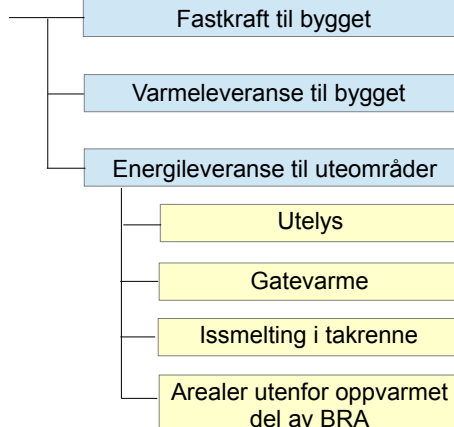
Dimensjonerende effekt for gatevarme er mellom 100 og 250W/m². Driftstid i løpet av et år bør ligge mellom 100 og 1.000 timer drift avhengig av byggets beliggenhet og klima. Driftsfeil kan føre til at forbruket blir ganget med en faktor 8 eller 80! Med mindre gatevarmen består av et svært begrenset areal (installert effekt mindre enn 1kW), skal gatevarmekursen utstyres med egen måler.

I motsetning til utvendig belysning kan det være vanskelig uten måler å oppdage at gatevarmen som burde vært skrudd av fortsatt er i bruk.

Issmelting i takrenne

Issmelting i takrenne kan være nødvendig for å ha riktig drift og vedlikehold av bygget. Om denne energibruken burde inngå som en egen post i bygningers energibudsjett diskuteres ikke her. På samme måte som gatevarme, bør issmelting i takrenne utstyres med egen måler.

6.4 Oppsummering måling av energibruk i uteområder

Alternativ 1: Måle energieffektivitet til en eiendom		
Bygningskategori	Målerstruktur	Systemskisse
	Beskrivelse	
Småhus	En måler for fastkraft Annen energibærer registreres ikke nødvendigvis systematisk	
Boligblokk Yrkesbygg	En måler for fastkraft En måler for varmeleveranse	
Alternativ 2 for eksisterende bygg: Måle energiytelse til en bygning		
Småhus	Ettermontering av målere anbefales ikke. Kost-nytte verdi er lav.	Ikke relevant
Boligblokk Yrkesbygg	En måler for fastkraft til bygget En måler for varmeleveranse til bygget En måler for energileveranse til uteområder Målerstrukturen vil bestemmes/begrenses av eksisterende elektriske tilkoblinger og fordeling av varmekurser i teknisk rom. Evt. gatevarme må måles separat.	
Alternativ 2 for nybygg: Måle energiytelse til en bygning		
Småhus	En måler for energileveranse til bygget En måler for evt. annen energibærer En måler for energileveranse til uteområder	
Boligblokk Yrkesbygg	En måler for fastkraft til bygget En måler for varmeleveranse til bygget En måler for hver energipost som hører under uteområder Antall målere som behøves for energileveranse til arealer som ligger utenfor oppvarmet del av BRA vurderes i forhold til kost-nytte verdien til målere.	

7.0 Korreksjon av væravhengig forbruk

En god del av energibruken i et bygg er væravhengig:

1. Oppvarmingsbehovet, både romoppvarming og ventilasjonsvarme er sterkt avhengig av klima. Det kan være avhengig av temperatur, relativ fuktighet, solstråling og vind. Vanligvis korrigeres kun energibruken ut fra temperatur, som anses som den viktigste variabelen for å forklare oppvarmingsbehovet.
2. Varmtvann kan variere siden kaldtvanns-temperaturen inn til varmtvannsberedere varierer over året. I de fleste tilfeller er denne temperaturen såpass stabil at man antar denne effekt som relativt liten.
3. Energibruk til belysning vil i teorien variere over året på grunn av stor variasjon i tilgang til naturlig lys over året. Dette vil kunne ha betydning for behov av kunstig belysning, men det er vanlig å se bort fra denne effekten.
4. Energibruk til kjøling er sterkt avhengig av temperatur, relativ fuktighet og solstråling. Det er i dag ikke vanlig og vær-korrigere energibruk til kjøling.

Etterprøving av bygningers energibruk, enten man ønsker å kontrollere den reelle energibruken i forhold til den beregnede eller man driver energioppfølging over tid (se pkt. 2), krever at tallmaterialet som brukes er sammenlignbart. Det er her vurdert tre ulike metoder for klimakorrigering av energibruken:

1. Årlig graddagskorrigering av energibruk. Den dominerende temperaturkorrigeringsmetoden i dag.
2. Månedstemperaturkorrigering av energibruk. Noe brukt i dag.
3. Full værkorrigering, avansert metode. Lite brukt i dag.

7.1 Årlig graddagskorrigering

Graddagstallet er årlig summert(integrert) temperaturforskjell mellom basistemperaturen 17 °C og målt utetemperatur. Over basistemperaturen 17 °C er det antatt at interne varmetilskudd og solstilskudd dekker oppvarmingsbehovet opp til ønsket innetemperatur. Bakgrunn og mer detaljert forklaring av graddagstall er gitt i tillegg B.1.

Ved årlig graddagskorrigering blir energiforbruket temperaturkorrigert en gang i året. Som regel gjøres korrigeringen i starten av et år for fjorårets forbruk. Metoden er basert på en korreksjonsfaktor for hele året. Korreksjonsfaktoren er lik antall graddager i et normalår (enten normalperioden 1961–1990 eller nasjonal normal 1971–2000) i forhold til graddager for det året som skal korrigeres.

Det er kun varmeforbruket til rom- og ventilasjonsoppvarming som korrigeres med dette graddagstallet. Om varmeforbruket ikke måles, må dette estimeres som andel av total forbruk. Enova gir i sin byggstatistikk forslag til hvor stor andel av totalt energiforbruk som antas som oppvarming(temperaturavhengig forbruk). Fordeler og ulemper med graddagskorrigering av energibruk til oppvarming er:

Fordeler:

1. Enkel metode
2. Kan brukes for alle bygg, uavhengig av målerstruktur og tilgang til bygningsinformasjon
3. Kan brukes for bygg med kun få avlesninger i året
4. Enova sin metode per i dag
5. Normal og observerte årlige graddager er lett tilgjengelig

Ulemper:

1. Årsstasjonær beregning
2. Svært unøyaktig metode, særlig for energieffektive bygg der varmebehovet er lite.
3. Antagelse om konstant basistemperatur på 17 °C vil være unøyaktig for mange bygg.
4. Sommermånedene inngår i beregningen.
5. Når varmeforbruket ikke måles må denne estimeres (uklar definisjon av temperaturavhengig andel)
6. Feil i temperaturavhengig andel fører til feil i graddagskorrigert forbruk

Ideelt burde hele den termiske energileveransen korrigeres i forhold til forutsetninger ved normalt vær, også kjøleforbruket. Om tilnærmingen fra graddager skulle brukes videre, hadde man hatt behov for *kjølegraddager*, dvs. sum av temperaturforskjeller mellom høyest utetemperatur og ønsket innetemperatur om sommeren (for eksempel 22°C). Det begrepet eksisterer imidlertid ikke, og det finnes heller ikke normaler for dette.

Videre må man referere til NS3031 som ikke tillater stasjonær beregning av kjølebehov i de fleste byggkategorier. Behovet for kjøling må betraktes som en dynamisk problemstilling. Kjølebehovet varierer mye over døgnet, og variasjoner skyldes solstråling og intern varme i tillegg til utetemperatur.

7.2 Månedstemperaturkorrigering

Ved denne metode temperaturkorrigeres energiforbruket til oppvarming en gang i måneden, med en egen korreksjonsfaktor. Antagelsen for korreksjonen er at energibruken til oppvarming er proporsjonal med differansen mellom basetemperaturen og utetemperaturen:

$$f_T(i) = \begin{cases} \frac{T_{base} - T_{e,reell}(i)}{T_{base} - T_{e,norm}(i)} \\ 1, \text{ hvis } (T_{base} - T_{e,reell}(i)) < 1 \text{ eller } (T_{base} - T_{e,norm}(i)) < 1 \end{cases} \quad (7.1)$$

$f_T(i)$ Temperaturkorrigeringsfaktor for måned i . (1 = januar, 12 = desember).

T_{base} Basetemperaturen for bygget.

$T_{e,reell}(i)$ Målt utetemperatur i måned i , kan enten tas fra lokalt målt temperatur (fra SD-anlegg e.l.), eller kan hentes fra nærmeste værstasjon

$T_{e,norm}(i)$ Normalisert utetemperatur i måned i , kan enten være månedsmiddeltemperaturen brukt i beregningen/simuleringen ved etterprøving av prosjektert energibruk, eller det kan være månedsmiddeltemperatur for en normalperiode (f.eks. 1971-2000). Data for dette finnes på met.no.

Basetemperaturen kan tolkes som den utetemperaturen der oppvarmingsbehov begynner, dvs. med utetemperatur under basetemperaturen har man oppvarmingsbehov og over har man ikke. Basetemperaturen vil blant annet avhenge av den varmetekniske standarden til bygget (varmetapet) og varmetilskuddet til bygget (internlaster og sol), og vil derfor generelt være lavere for nyere bygg med høy energistandard og høyere for gamle bygg med dårlig energistandard. Basert på simuleringer av bygg fra passivhusnivå til bygg etter forskrifter av 1987 (TEK87) er det beregnet/estimert basetemperaturer i tabell 7.1. Utledning av basetemperaturene i tabell 7.1 er gitt i tillegg B.2. Estimerte basetemperaturer i tabell 7.1 er basert på simuleringer av noen få byggkategorier og noen få klimasteder, og det anbefales at det gjøres en mer omfattende analyse for bestemmelse av basetemperaturer for månedskorrigering av oppvarmingsbehov.

Tabell 7.1 Beregnet basetemperaturer for ulike varmetekniske standarder.

Varmeteknisk nivå på bygget	T_{base}
Passivhus-nivå (TEK15)	9 °C
TEK10-nivå	13 °C
TEK97-nivå	15 °C
TEK87-nivå eller eldre	17 °C

I tilfeller man ønsker å normalisere målt forbruk dividerer man med temperaturfaktoren. Ønsker man å korrigere simulert/beregnet oppvarmingsbehov for å sammenligne med målt forbruk, multipliseres forbruket med denne temperaturfaktoren. I kapittel 3 hvor måldata for Marienlyst ble brukt som eksempel, ble målt forbruk normalisert ved å dividere med temperaturfaktoren i lign. 7.1.

Noen fordeler og ulemper ved denne metoden er:

Fordeler

1. Enkel metode
2. Månedstasjonær beregning er fortsatt grov men er tilnærmet i tråd med stasjonær beregningsmetode i NS3031.
3. Lite tidskrevende.
4. Sommermåned er inngår ikke i beregningen.
5. Tillater månedlig oppfølging av temperaturkorrigert forbruk
6. Månedsmiddeltemperaturer er enkelt tilgjengelig enten vi byggets SD-anlegg eller energioppfølgingssystem, eller kan lastes ned for alle norske operative meteorologiske stasjoner fra met.no

Ulemper

1. Kan ikke brukes for bygg med kun få avlesninger av oppvarmingsbehov i året.
2. Når varmeforbruket ikke måles må denne estimeres (definisjon av temperaturavhengig andel).
3. Feil i temperaturavhengig andel fører til feil i korrigert forbruk.
4. I overgangsperiodene høst og vår der oppvarmingsbehovet er lite vil denne temperaturkorrigeringen kunne være unøyaktig, men dette vil i praksis gjelde alle forenklete vær-korrigeringsmetoder.

7.3 Full værkorrigerings, avansert metode

Om man ønsker en detaljert korreksjon av væravhengig forbruk må metoden beskrevet i NS-EN 15603:2008, pkt. 7.4, tas i bruk.

Denne metoden består i å tilpasse simulerings/beregningsmodell i forhold til reelle driftsparameter og observert vær ved nærmeste værstasjon. Man kommer da frem til en kalibrert simuleringsmodell som kan sammenlignes direkte med måldata. Man står fritt til å velge beregningsintervallet. Denne bør likevel vurderes i forhold til eksisterende måldata. Om forbruksdata registreres hver time, bør den kalibrerte simuleringsmodellen forholde seg til det samme tidsintervallet.

Begrepet temperaturkorreksjon av energibruken tar som navnet tilsier kun hensyn til temperatur. I denne tilnærmingen der observert vær brukes, vil man ta hensyn til minst tre værforhold: utetemperatur, vind og solinnstråling og i enkelte tilfeller også relativ fuktighet (kan være viktig ved kjøling). Tilnærmingen vil følgelig omfatte både varme- og kjøleforbruk.

7.4 Anbefaling for værkorrigering

Anbefaling for værkorreksjon av energibruk til oppvarming

For detaljert måling og etterprøving av energibruk (i henhold til delkapittel 3.2) anbefales det å gjøre månedstemperaturkorrigering av energibruk som beskrevet i 7.2. Denne metoden anbefales også ved forenklet måling (delkapittel 3.3) og også for nyere¹⁸ eksisterende bygg. For nyere eksisterende bygg uten egen måling av energibruk til oppvarming må månedsforbruket til dette stipuleres¹⁹.

For eldre eksisterende bygg²⁰ kan det være akseptabelt å bruke årlig graddagskorrigering som beskrevet i 7.1.

For forsøksbygg/pilotbygg der man bruker mye ressurser på og både simulere, prosjektere og etterprøve byggene vil det være fornuftig å gjøre en full værkorrigerings-simulering som beskrevet i 7.3, der man også har mulighet til å korrigere for andre klimaparametere enn temperatur. Dette fordrer i praksis at man har full måling av både temperatur, vind, fuktighet og solstråling (både diffus og total) for bygget/stedet.

Anbefaling for værkorreksjon av energibruk til kjøling

Som diskutert i 7.1 finnes det i dag ingen forenklet måte for temperaturkorreksjon av kjøleforbruket (klimakjøling). Månedstemperaturkorreksjon som er hovedanbefaling for oppvarming vil heller ikke være egnet siden kjølebehovet er sterkt påvirket av solinnstråling og internlast, og dessuten også byggets dynamikk (termisk tyngde, med mere).

Anbefalingen er derfor at man per i dag ikke værkorrigerer kjølebehovet.

For forsøksbygg/pilotbygg der man bruker mye ressurser på prosjektering og etterprøving kan det være fornuftig å gjøre en full værkorrigerings-simulering som beskrevet i 7.3, der man da også vil kunne korrigere kjølebehovet ut fra alle relevante klimaparametere (temperatur, sol, relativ fuktighet, vind).

¹⁸ Med nyere menes her bygg oppført etter TEK97' eller nyere byggeforskrift.

¹⁹ I et helektrisk bygg der man kun måler total el-forbruk per måned kan man estimere den temperaturavhengige forbruket på følgende måte: Først regne ut gjennomsnittlig el-forbruk utenfor fyringssesongen. Dvs. få et snitt månedlig forbruk i måneder uten oppvarmingsbehov, som kan kalles det månedlige grunnlast-forbruket. Ved å måle total el-forbruk i en måned i fyringssesongen vil man da kunne estimere energibruk til oppvarming (temperaturavhengig forbruk) ved å regne ut differansen mellom målt totalt el-forbruk og månedlig grunnlast-forbruk.

²⁰ Med eldre eksisterende bygg menes her bygg oppført etter TEK87 eller eldre byggeforskrifter. For disse byggene vil trolig antagelsen om en basistemperatur på 17 grader være mer riktig.

8.0 Instrumentering og måling, forenkling

8.1 Eksisterende retningslinjer og forskriftskrav

Det finnes retningslinjer for detaljert målerstruktur i BREEAM-NOR og NS-EN 15603: 2008. Begge dokumenter med tilhørende anbefalinger er relevante i prosjektering av nye bygg med høye ambisjoner for energieffektivitet. Det må bemerkes at disse anbefalinger er ikke lovpålagte krav til måling for en byggeier.

Forskrift om måling, avregning og samordnet opptreden ved kraftomsetning og fakturering av netjtjenester er derimot et krav fra myndighetene rettet mot netteiere og kraftleverandører.

BREEAM-NOR

BREEAM-NOR gir ett poeng for «Delmåling av betydelig energibruk» og ett poeng for «Delmåling av høy energibelastning og utleiearealer».

Ønsket målerstruktur som er beskrevet under emnet «Delmåling av betydelig energibruk» er basert på inndeling i energiposter fra NS3031. Vurderingskriterier for å vise samsvar med formålet krever enten separate tilgjengelige delmålere for energi eller installert BMS (Building (energy) Management System, engelsk uttrykk for SD-anlegg).

Emnet «Delmåling av høy energibelastning og utleiearealer» setter krav til delmålere som dekker energiforsyningen til hver leietaker.

Se tillegg C for komplett beskrivelse av målerstruktur som er påkrevd i BREEAM-NOR.

Normative bestemmelser i NS-EN 15603

NS-EN 15603:2008 fastsetter generelle krav for måling av energibruk i bygg.

«7.1 General requirement

The amounts of all energy carriers delivered to the building and exported by the building shall be measured and reported in a table based on Table 7.

Kopi av Table 7 i NS-EN 15603 vises under.

Table 7 — Accounting energy carriers for measured energy rating

Row	R1	R2	R3	R4
	Units (l, kg, m ³ , kWh, MJ, etc.)	Energy delivered (Quantities)	Gross calorific value	Energy delivered (Energy content in kWh or MJ)
L1		Gas, Oil, Electricity District heating, Wood Energy carrier (<i>i</i>)		
	Units (kWh, MJ, etc.)	Energy exported (Quantities)		Energy exported (Energy content in kWh or MJ)
L2		Thermal: Electrical:		
	Units (kWh, MJ, etc.)	Renewable energy produced on site		
L3		Thermal: Electrical:		
NOTE – The columns in Table 7 should be adapted to the building concerned.				

The annual delivered energy (row R2, line L1) corresponds to the total delivery of each energy carrier, as measured according to 7.3. The exported energy (row R2, line L2) is measured by an export meter or its surrogate. The delivered and exported amounts of energy carriers are indicated in the units as measured. The amount for each energy fuel is multiplied by its gross calorific value to obtain the energy content (row R4).

Forskrift om måling, avregning [...]

I *forskrift om måling, avregning og samordnet opptreden ved kraftomsetning og fakturering av netjtjenester* fastsetter NVE krav til måling for netteiere. Forskriften gjelder for alle elektrisitetsmålere med et forventet årlig forbruk større enn 100.000 kWh.

Forskriften inneholder detaljert beskrivelse av måledatakvalitet som forventes av netteiere. Se tillegg D for ytterligere informasjon.

Den kommende forskrift for Avanserte Måle Systemer (AMS) vil bygge videre på den eksisterende forskrift og gjelde samtlige målere, uavhengig av årsforbruket.

8.2 Anbefalt målerstruktur

Kartlegge behovet for instrumentering

I nye bygg vil kostnader til måleutstyr utgjøre en beskjeden del av et helt byggeprosjektbudsjett. I eksisterende bygg kan et måleprosjekt være svært kostbart om det blir behov for ombygginger av elektrisk hovedtavle og vannbårent distribusjonsnett.

I alle bygg må informasjonsmengden ikke bli større enn det som driftspersonalet klarer å håndtere. I tillegg må behovet for vedlikehold og drift av målere hensyntas. Når disse 2 forholdene vektlegges, vil det resultere i å avgrense antall målere. Erfaring med bygninger som har mer enn 50 målere er at datamengdene er vanskelig å tolke i det daglige, og krever mye tilsyn. Jo flere målere, jo store er sjansen for at noen av dem stopper. Anbefalt antall målere vil variere med byggets størrelse og kompleksiteten til de tekniske installasjoner. I de fleste byggene vil man klare å oppnå en nyttig målerstruktur med 10 til 30 målere.

Ved eventuell forenkling av målerstrukturen må installasjonene som kobles til samme måleren ha tilnærmet likt driftsmønster. To ventilasjonsaggregater som begge forsyner kontorarealer med dagdrift kan knyttes til den samme måleren. Evt. driftsfeil vil bli oppdaget.

Å knytte to energiposter med speilvendt driftsmønstre, for eksempel et ventilasjonsaggregat med tiltenkt dagdrift sammen med utelys med tiltenkt nattdrift frarådes. I et slikt tilfelle risikerer man innsamling av nytteløse målerdata. En slik måler kan vise flat profil fordi 1) driften er optimal eller 2) alt er alltid i bruk. En eventuell driftsfeil er umulig å se.

Målertype

Fastmonterte målere uten mulighet for sending av data oppfattes som utdatert utstyr og anbefales ikke.

Målere planlegges som fastmontert teknisk utstyr som skal ha lang levetid. Fungerende kommunikasjon til et datainnsamlingssystem og datalagring må vies like mye oppmerksomhet under planlegging som antall målere og energipostene som skal måles.

Nye målere må ivareta følgende funksjoner:

- mulighet til timesavlesninger
- kommunikasjon med et datainnsamlingssystem
- lagring av målerdata i måleren ved evt. strømbrudd eller kommunikasjonsbrudd

Målere med innebygd kommunikasjonsutstyr krever vedlikehold og tilsyn på lik linje som annet teknisk utstyr som er utsatt for driftsstans eller driftsfeil.

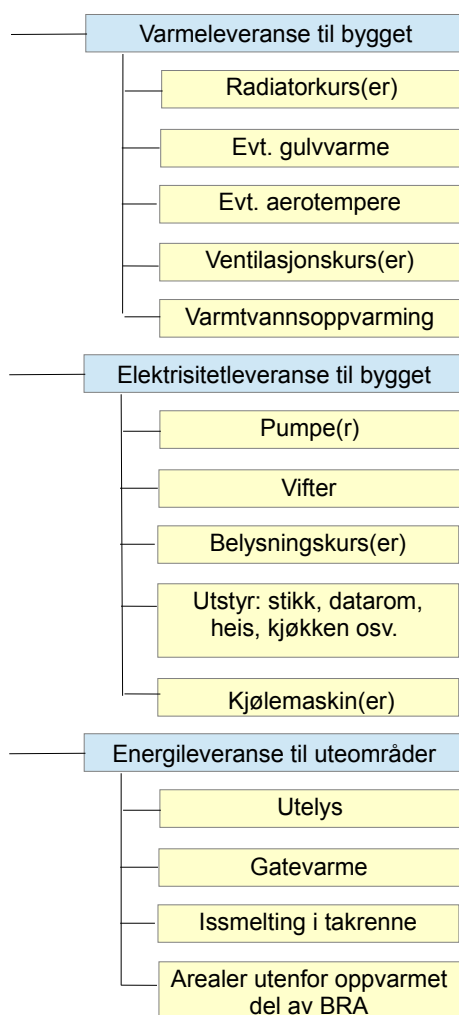
8.3 Målerstruktur i nye yrkesbygg

I nye yrkesbygg ønsker man at målerstrukturen gjenspeiler samme inndeling i energipostene som NS3031 fastsetter for beregning av energibudsjettet.

Anbefalt målerstruktur vises under. Hovedmålere vises med blå bakgrunn, undermålere med lysegul bakgrunn. Hovedmålere er ikke påkrevd for å ha en fungerende målerstruktur. De to hovedmålere for energileveranse til bygget monteres av netteieren og varmeleverandøren.

Montering av permanente måler anbefales avgrenset til målere som skal brukes til drift av bygget over byggets levetid. Store energiposter utover de som er definert i NS3031 bør også instrumenteres. Med store energiposter menes for eksempel serverrom eller kjølerom. Slike poster bør vurderes utfra byggets forutsetninger.

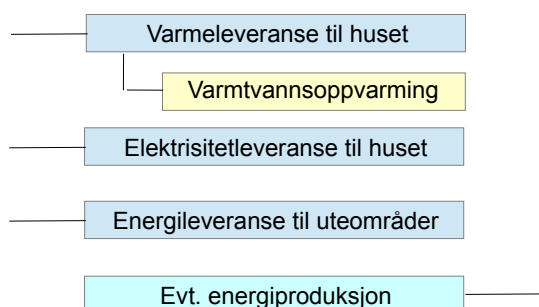
Dersom man ønsker detaljert målerinformasjon om mindre energiposter, anbefales måling av disse over en begrenset periode med egnede måleinstrumenter.



8.4 Målerstruktur i småhus

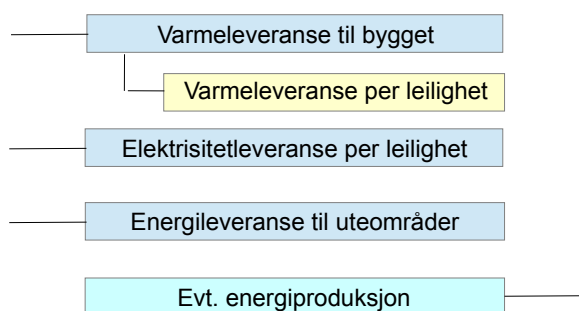
I småhus er det i dag vanlig at all energileveranse går gjennom den samme elektrisitmåleren. Hvis/når det benyttes flere energibærere, må hver energibærer ha egen måler. Disse vil bli ivaretatt av energileverandøren og antas til å fungere over hele byggets levetid.

I nye bygg kan varmeleveransen og oppvarming av varmtvann skilles fra strømleveransen slik at brukeren blir oppmerksom på eget forbruk og hva denne består av. Informasjon om formålsdelt energibruket er det første steget for å involvere brukeren i energioppfølgingen. Det er likevel en risiko for at private målere stopper eller slutter å virke etter en kort periode, og ikke blir satt i drift igjen av eieren.



8.5 Målerstruktur i boligblokk

Målerstrukturen som vises under anbefales i nye boligblokker. Denne vil kunne gi et incentiv til hver leilighets- eier/leietaker om å ha kontroll over eget forbruk, samt gi grunnlag for fakturering. Målerstrukturen som presenteres bør ivaretas av energileverandøren(e) og vedlikeholdes slik at den fungerer over hele byggets levetid.



8.6 Målerstruktur i eksisterende yrkesbygg

I eksisterende yrkesbygg må montering av energimålere vurderes i forhold til følgende:

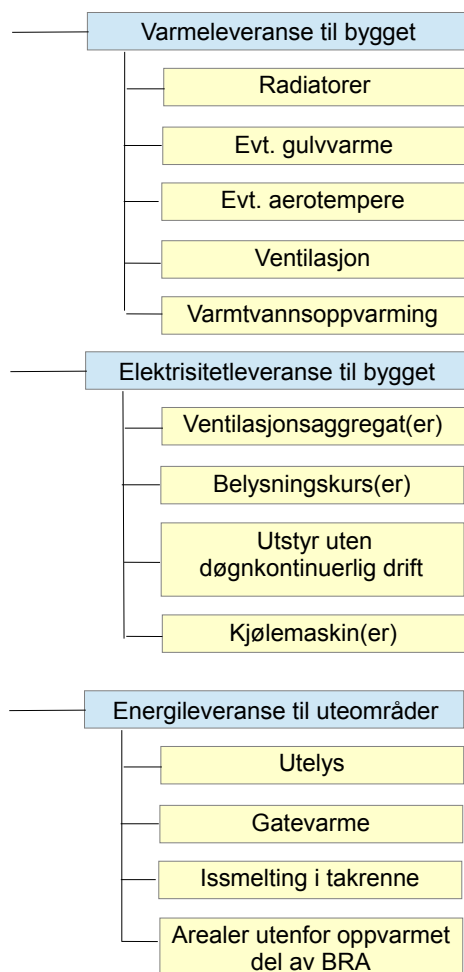
- Mulighet for montering av målere i eksisterende sikringsskap, vurdere både plass og eksisterende oppdeling av el.kurser
- Mulighet for montering av målere på de vannbårne kursene
- Kost/nytteverdi av måleren
- Størrelsen på energiposten som ønskes målt (installert effekt)
- Driftsfeil som måleren kan avdekke
- Betydning av måleren for byggets eller eiendommens total energibruk
- Robustheten til målerkommunikasjon- og datalagringssystem vurderes (innsamling av riktige verdier, lagring ved strømbrudd eller annet stopp eller oppstart av programvarer/SD-anlegg).

Detaljerte målinger av energibruken skal hjelpe til å avdekke evt. driftsfeil og energiøkonomiseringspotensial. Det er med andre ord viktig å utstyre med egne målere forbruksposter som kan utgjøre et stort forbruk og som styres etter et eller flere styringsparametere. Energiforbruk til et kjølerom eller et serverrom er stort sett stabil over døgnet og kan ikke justeres ned. Montering av egne målere til slike forbruksposter gir informative forbruksdata og er enkel å få på plass i nye bygg. Den type energipost kan imidlertid ikke påvirkes med endret styring. I eksisterende bygg hvor de tekniske installasjonene er montert og tilkoblet uten

tanke på energioppfølging kan det være vanskelig å få dem målt. Nødvendigheten av slike målere i eksisterende bygninger, med tilhørende (kostbar) datainnsamling over tid, er diskuterbar.

I de fleste yrkesbygg ivaretas drift og vedlikehold av bygget av en egen driftsorganisasjon. Montering av private måler, med tilhørende behov for tilsyn og vedlikehold ved evt. stans, anses mer robust enn i boliger.

Anbefalt målerstruktur vises under. Behov for instrumentering er begrunnet for de enkelte energipostene.



Varmebehov (ventilasjon og romoppvarming): ofte samlet under en måler når bygget bruker el.kjel, oljekjel, gasskjel eller fjernvarme. Er det mulig å måle hvert varmekurs, anbefales det.

Varmtvannsoppvarming: hører ofte under kjel hvis vannbårent oppvarming. Fjernvarmeselskaper har ofte egen veksler for varmtvannsbereder. En slik løsning bør kreves som standard leveranse fra alle fjernvarmeselskaper slik at det blir mulig å stenge varmeveksleren til bygg/vent.-oppvarming og fortsette med oppvarming av varmtvann utenfor fyringssesongen. El.beredere har som regel et eget el.kurs fra hovedtavle.

Ventilasjonsaggregater: ganske vanlig med 1 stk. fastkraft måler per aggregat. Måling per aggregat er nødvendig for å kontrollere at aggregatene stopper utenfor brukstid eller går til redusert hastighet.

Pumper: uvanlig med egne målere til sirkulasjonspumper (små effekter).

Lys og utstyr: lite vanlig med svært detaljert målerstruktur. Ofte hører lys og utstyr under samme måler og oppdeling gjøres ikke i forhold til formål men i forhold til bruken og behov for intern fakturering til leietaker. Lys bør skilles ut for å tillate god energioppfølging, det kan hjelpe til å avdekke at SD-anlegget ikke sender de programmerte driftsinnstillingene.

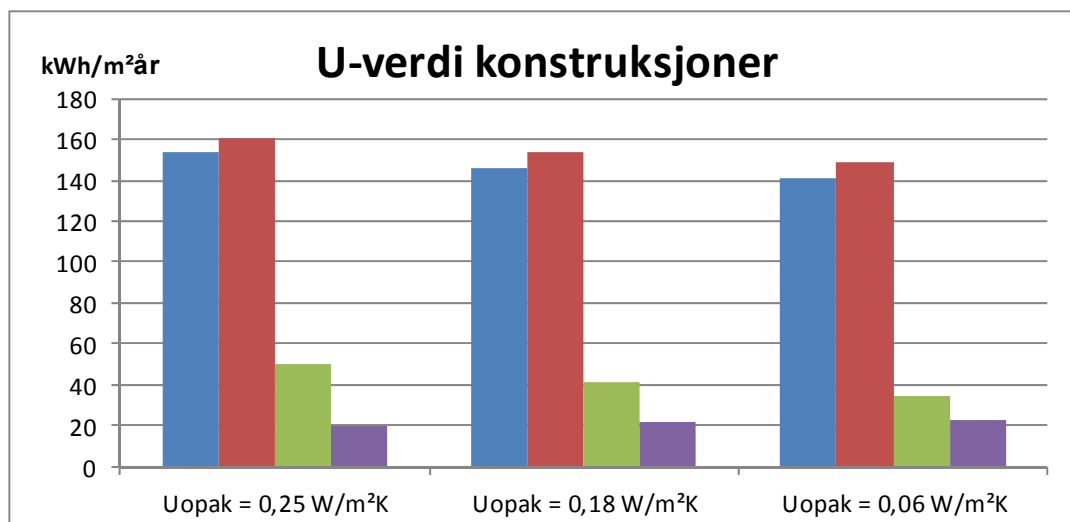
Utendørs forbruk som snøsmelting og gatevarme må måles. Dette er helt nødvendig for energioppfølging. Utelys bør også måles, men er imidlertid ikke like kritisk som snøsmelting og gatevarme.

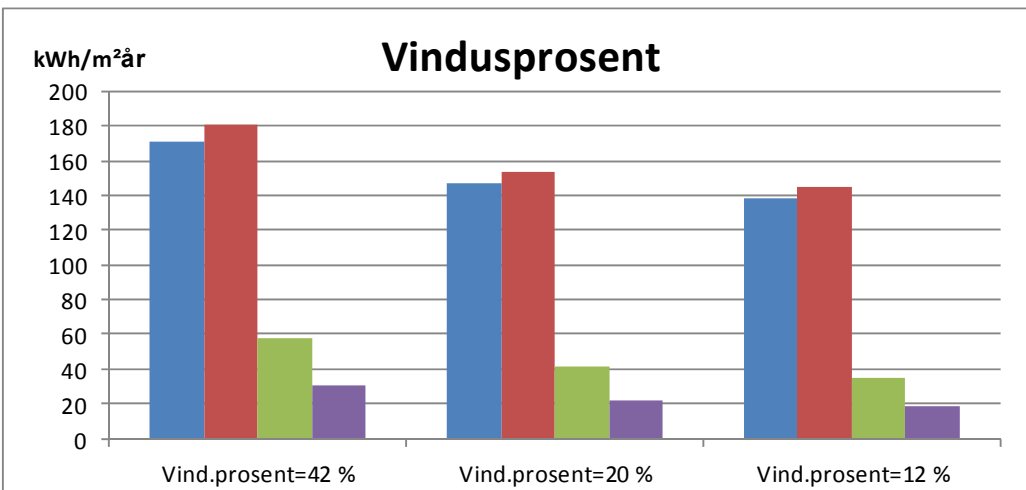
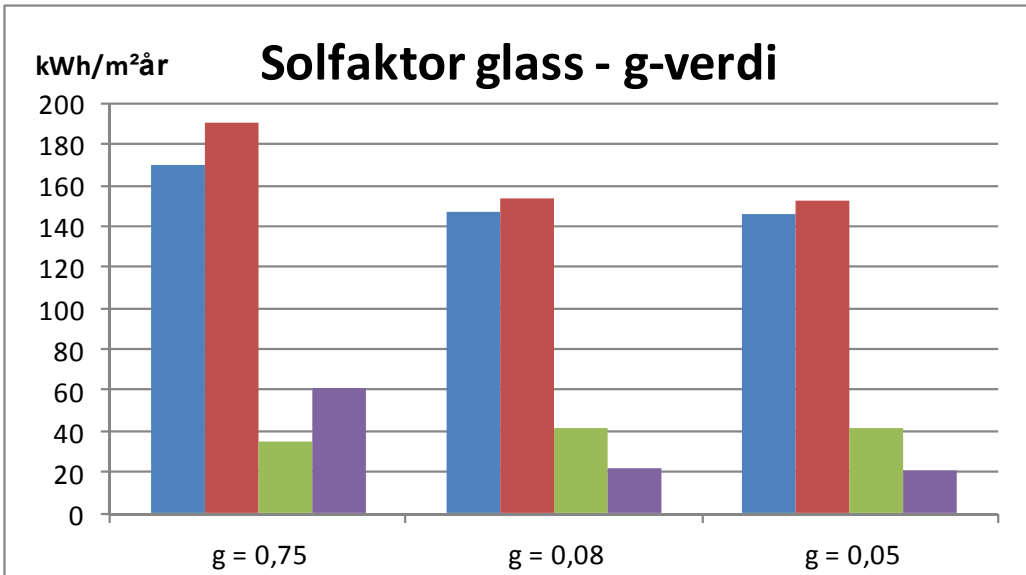
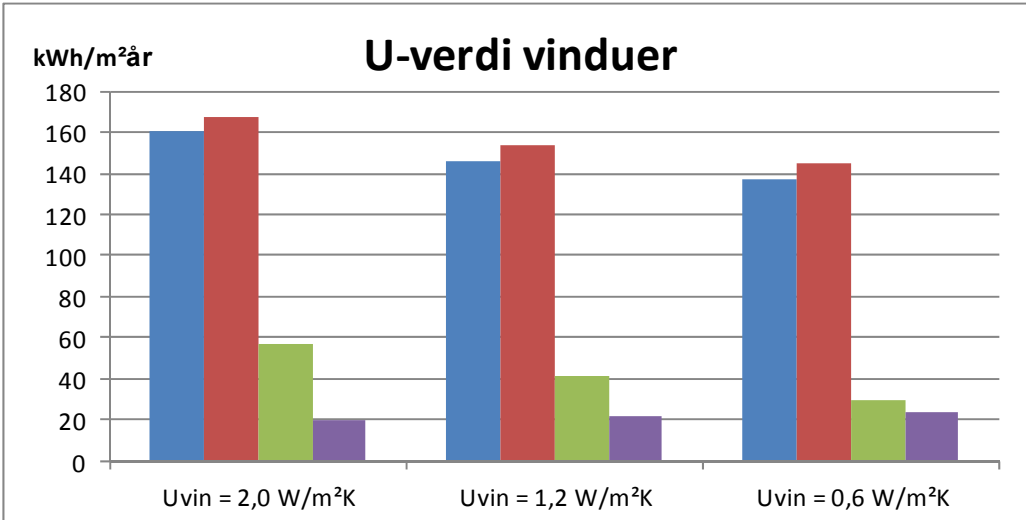
Tillegg A: Detaljerte resultater sensitivitetsanalyse

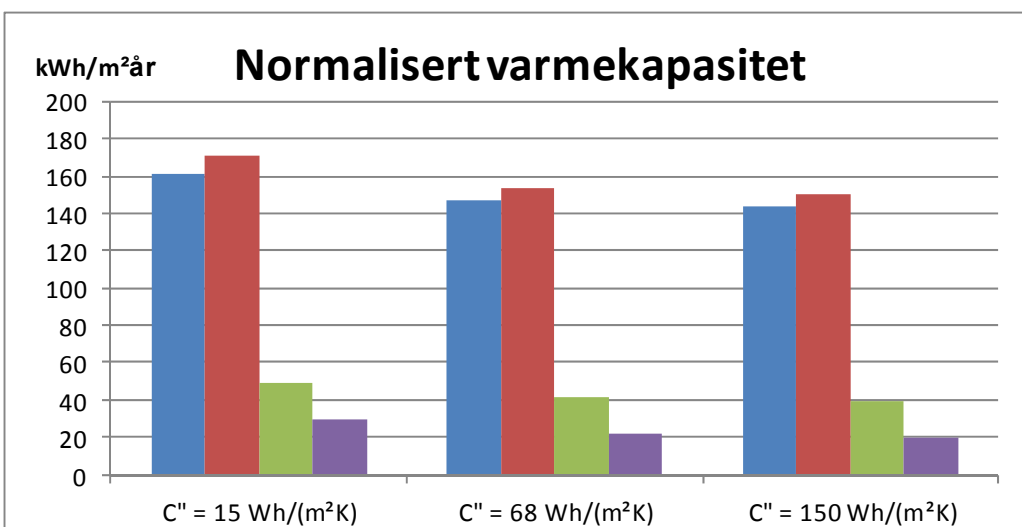
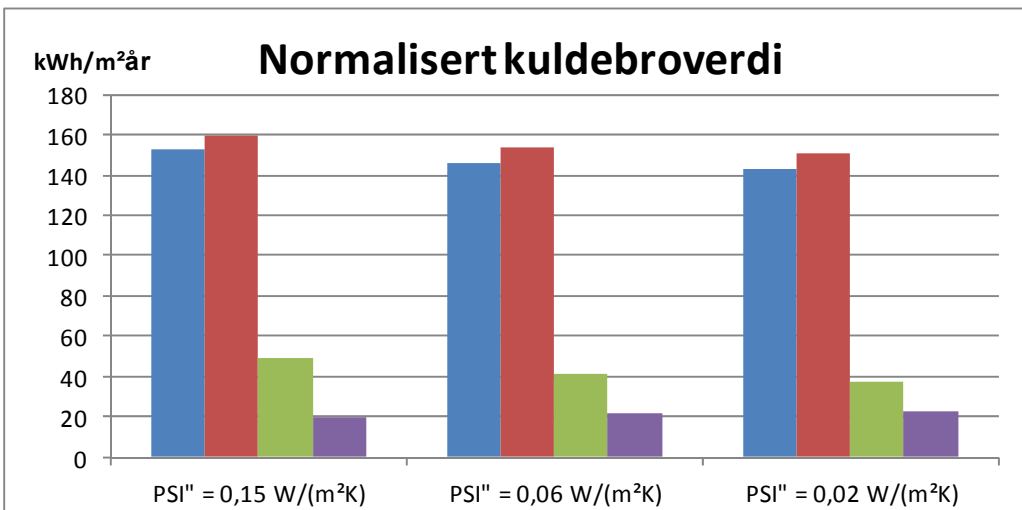
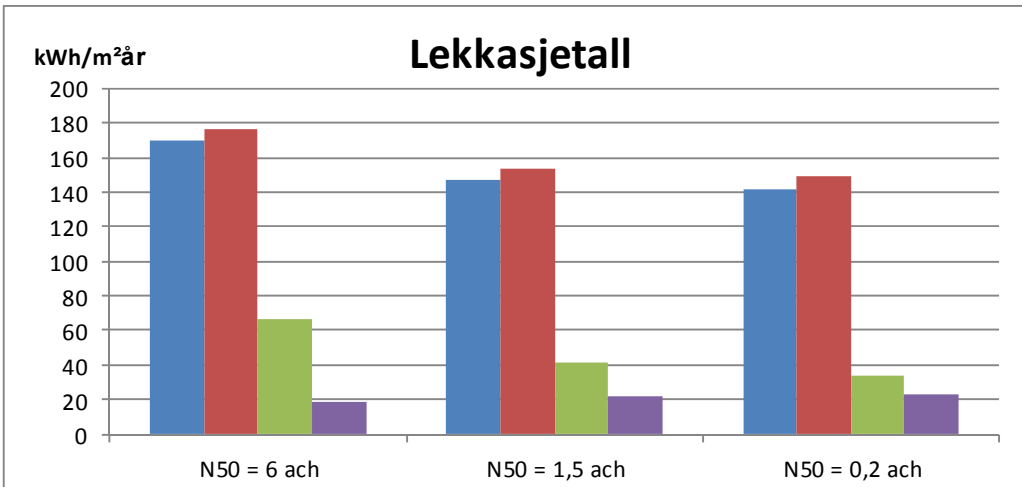
Tabell A.1 viser hvilke parameter og verdier som er brukt i sensitivitetsanalysen presentert i kapittel 4. Etterfølgende figurer viser detaljerte beregningsresultater fra analysen. Blå søyle angir beregnet levert energi. Rød søyle angir totalt netto energibehov. Grønn søyle angir netto oppvarmingsbehovet (både rom- og ventilasjonsvarme). Lilla søyle angir netto kjølebehov.

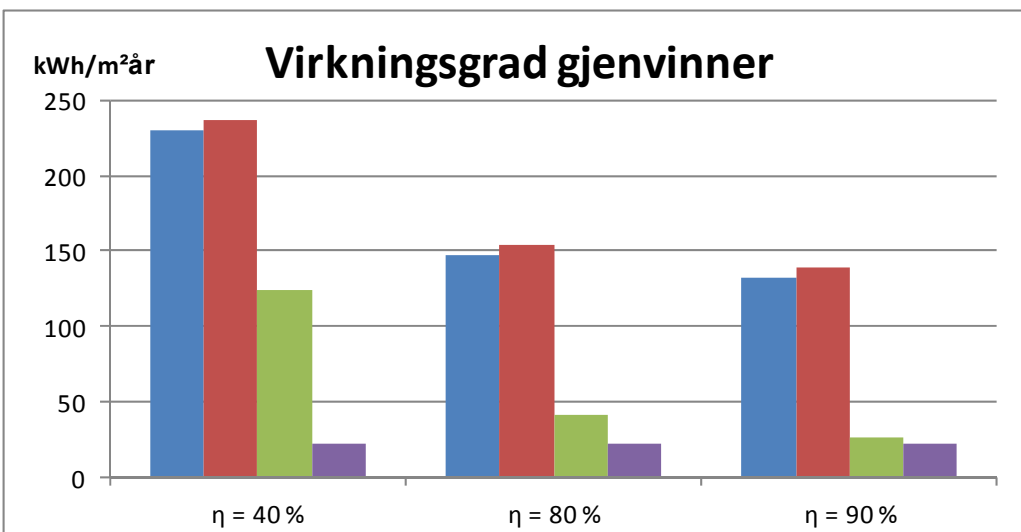
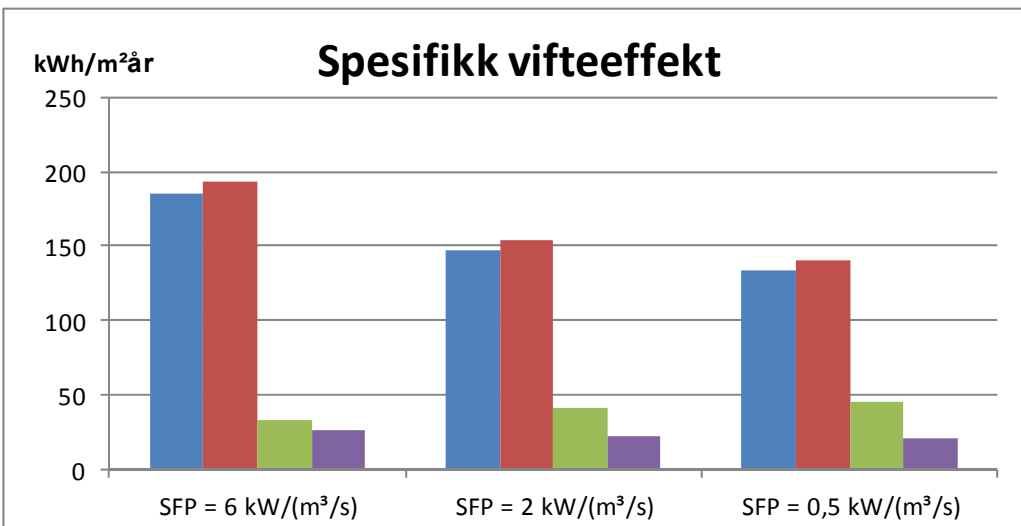
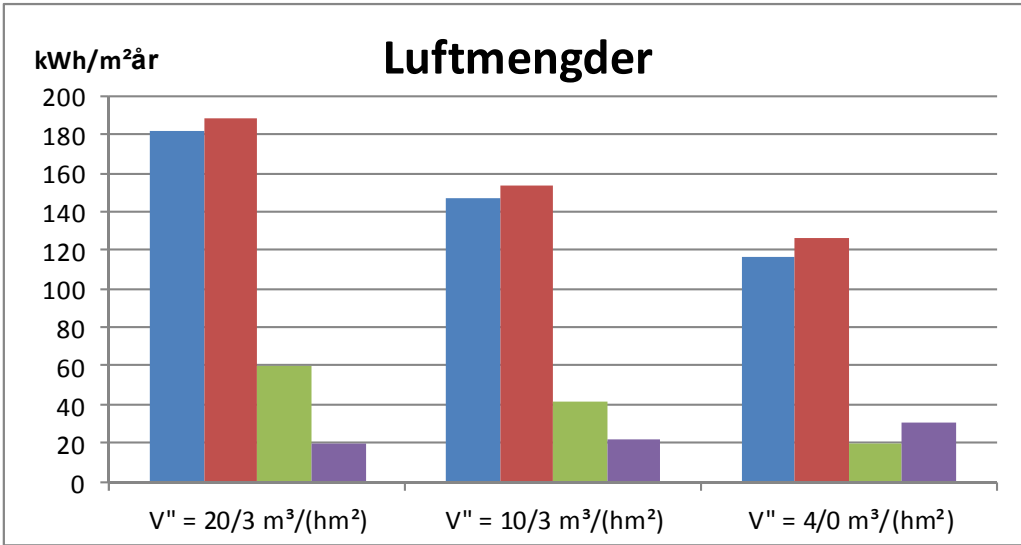
Tabell A.1: Inndata brukt i sensitivitetsanalysen.

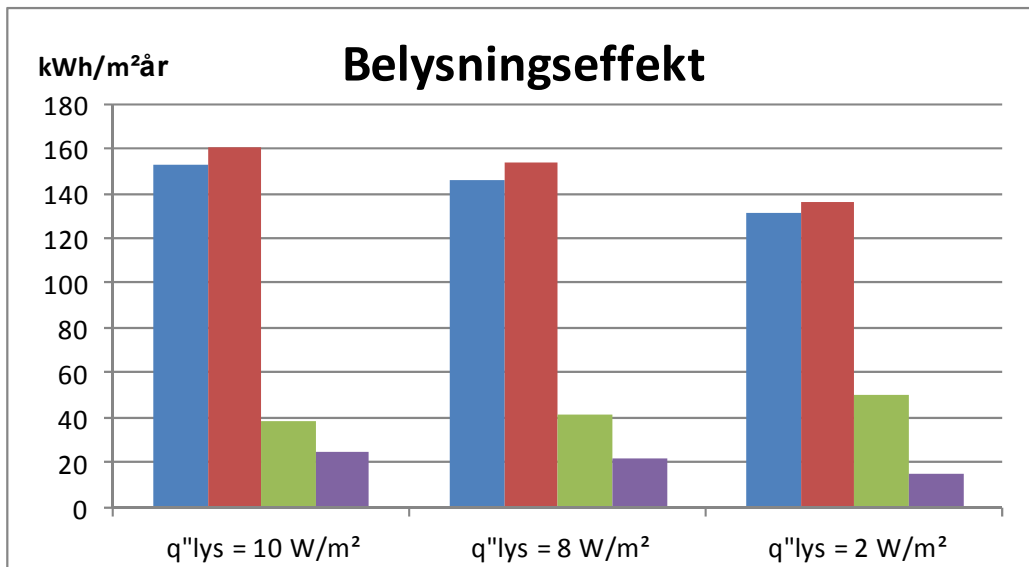
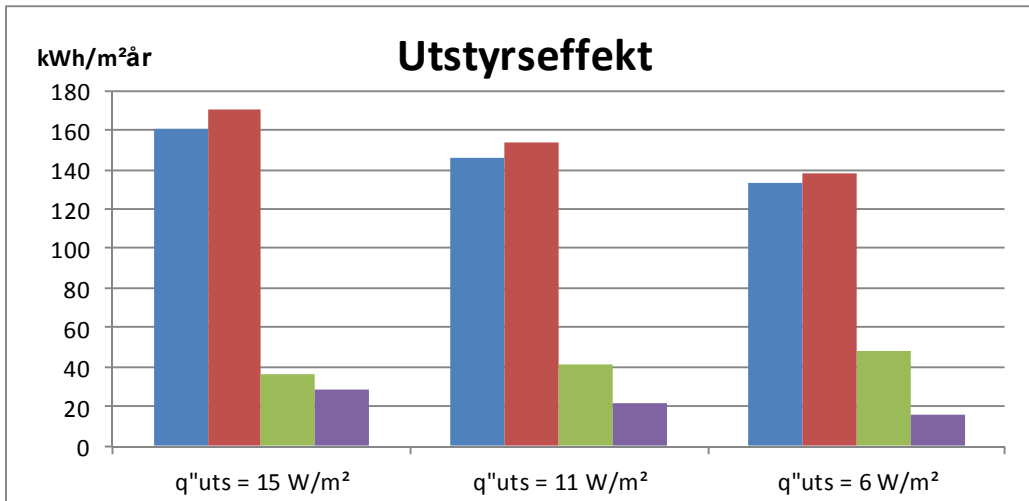
Variabel	"Beste verdi"	TEK10-verdi	"Dårligste verdi"
U-verdi opake konstruksjoner	0,06 W/m ² K	0,18 W/m ² K	0,25 W/m ² K
U-verdi vinduer og dører	0,60 W/m ² K	1,2 W/m ² K	2,0 W/m ² K
g-verdi vindu&solskjerming	0,05	0,08	0,75
Prosent vinduer og dører	12 %	20 %	42 %
Lekkasjetall	0,2 oms/t	1,5	6,0 oms/t
Normalisert kuldebroverdi	0,02 W/m ² K	0,06 W/m ² K	0,15 W/m ² K
Normalisert varmekapasitet	150 Wh/m ² K	68 Wh/m ² K	15 Wh/m ² K
Luftmengder	4/0 m ³ /hm ²	10/3 m ³ /hm ²	20/3 m ³ /hm ²
Spesifikk vifteeffekt, SFP	0,5 kW/(m ³ /s)	2,0 kW/(m ³ /s)	6 kW/(m ³ /s)
Virkningsgrad gjenvinner	90 %	80 %	40 %
Belysning, snitteffekt	2 W/m ²	8 W/m ²	10 W/m ²
Utstyr, snitteffekt	6 W/m ²	11 W/m ²	15 W/m ²
Systemvirkningsgrad/COP varmesystem	400 %	100 %	80 %
Systemvirkningsgrad/COP kjøleanlegg	80 %	200 %	2500 %

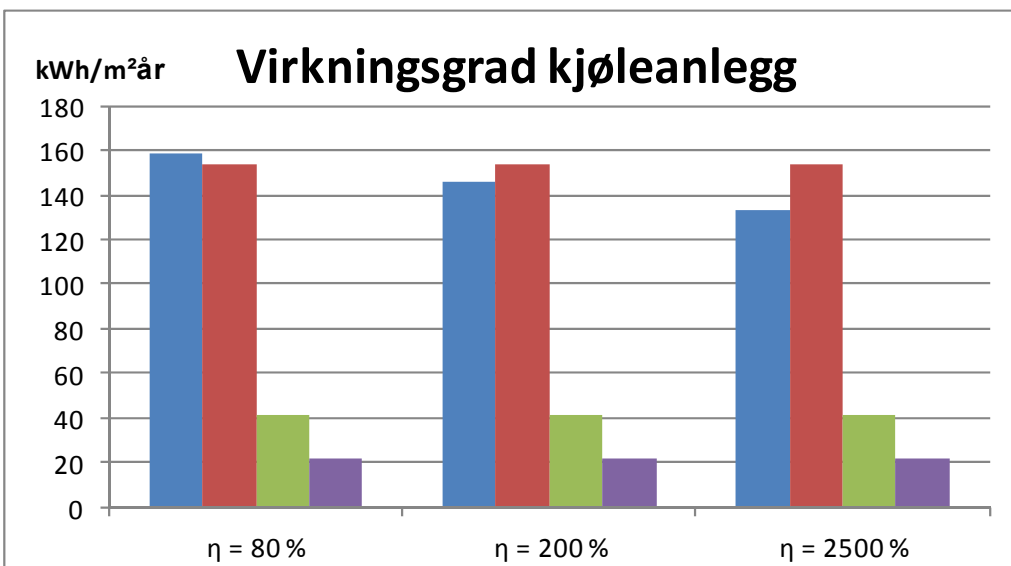
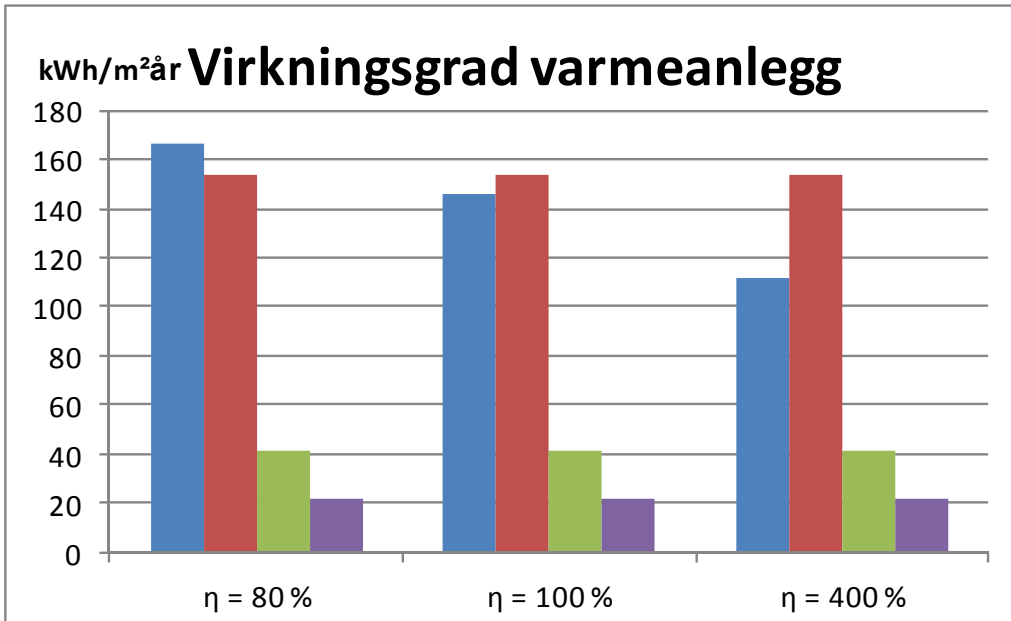












Tillegg B.1: Graddager som enkel beregningsmetode for oppvarmingsbehov og klimanormalisering

Energibruk til oppvarming

Det er nødvendig å korrigere varmeforbruk i forhold til faktiske værforhold fordi:

1. varmeforbruk utgjør en betydelig del av den totale energibruken
2. varmeforbruk varierer sterkt fra år til år, avhengig av de faktiske meteorologiske forholdene

Varmeforbruk utgjør fortsatt en betydelig del av den totale energibruken. 52 bygninger som hadde egne målere for varmeforbruk ble tatt ut av Entros database. Det tilfeldige utvalget viser at for 83% av byggene utgjorde varmeforbruket mer enn 15% av den totale energibruken i 2011. For 63% av byggene var varmeforbruket mer enn 20% av den totale energibruken i 2011. Videre varierer varmeforbruk sterkt fra år til år. Varmeforbruk de siste 3 årene var tilgjengelig for 49 av bygningene. Perioden 2009–2011 inneholder et år med svært lave temperaturer (2010) og et år med ganske milde temperaturer (2011). Ved å se på denne perioden får man en pekepinn på hvor store variasjoner kan forekomme for varmeforbruket. For de fleste byggene (55%) var det maksimale varmeforbruket mellom 1,2 og 1,5 ganger det minste varmeforbruket. Kun 2% av byggene hadde en marginal variasjon i varmeforbruket (maks. varmeforbruk mindre enn 1,2 ganger min. varmeforbruk). For 14% av byggene var det største varmeforbruket større enn 2 ganger det laveste forbruket i perioden 2009–2011.

Graddager

Graddager ble utviklet rundt 1930 med formål om å kunne estimere ved en enkel beregning varmeforbruket. Beregning av varmeforbruket i en bygg kan forenkles til følgende ligning:

$$\text{Varmeforbruk} = \text{Varmetap gjennom bygningskroppen} * (T_{\text{inne}} - T_{\text{ute}}) - \text{Soltilskudd} - \text{Varmetilskudd}_{\text{interne laster}}$$

Ved beregning med graddager antar man at soltilskudd og varmetilskudd kan dekke temperaturforskjellen mellom en gitt innetemperatur (som oftest 17°C) og den ønskede innetemperaturen.

Beregning av varmeforbruket videreføres til dette uttrykket:

$$\begin{aligned} \text{Varmeforbruk} &= \text{Varmetap gjennom bygningskroppen} * (T_{17^{\circ}\text{C}} - T_{\text{ute}}) \\ &= \text{Varmetap gjennom bygningskroppen} * \text{Graddager} \end{aligned}$$

Graddager beregnes ved å summere temperaturforskjellene mellom en gitt innetemperatur og døgnmiddel-utetemperatur over en tidsperiode. Graddager beregnes som oftest over en periode på en måned eller et år og refererer som regel til 17°C innetemperatur. Graddager er en sum av temperaturforskjeller og uttrykkes i °C.

Tankegangen rundt graddager brukes videre til temperaturkorreksjon av varmeforbruk.

Man antar at:

$$\text{Varmeforbruk}_{\text{normalt år}} = \text{Varmetap gjennom bygningskroppen} * \text{Graddager}_{\text{normalt år}}$$

og

$$\text{Varmeforbruk}_{\text{år x}} = \text{Varmetap gjennom bygningskroppen} * \text{Graddager}_{\text{år x}}$$

Følgelig kan varmeforbruk for et normalt år, dvs ved normale utetemperaturer, beregnes lik:

$$\text{Varmeforbruk}_{\text{normalt år}} = \text{Varmeforbruk}_{\text{år x}} / \text{Graddager}_{\text{år x}} * \text{Graddager}_{\text{normalt år}} = \text{Varmeforbruk}_{\text{graddagskorrigert år x}}$$

Denne ligningen brukes til graddagskorrigerings av varmeforbruket.

Det er viktig å bemerke at graddager ikke ble utviklet til temperaturkorreksjon av varmeforbruk men til en enkel estimering av varmeforbruk. Tilnærmingen omfatter flere forenklinger:

- Beregningen er stasjonær
- Soltilskuddet antas lik fra år til år
- Varmetilskuddet (interne laster) antas lik fra år til år
- Varmetapet gjennom bygningskroppen antas lik fra år til år

Det siste leddet betyr blant annet lik infiltrasjon, dvs. lik bruk av vindu-, dør eller portåpning fra år til år.

Tillegg B.2: Utledning av balansetemperaturer for månedstemperaturkorrigering

Tabell B.1 viser simulert månedlig energibehov for et typisk kontorbygg beliggende i Oslo. Det er brukt normert Oslo-klima gitt i NS3031 i simuleringene (årsmiddel på 6,3 °C), og det er brukt en energiteknisk standard i henhold til passivhusnivå (trolig TEK15-nivå). I et år der temperaturen er lavere (kaldere) enn det normerte klimaet vil oppvarmingsbehovet bli høyere, og i et "varmt år" vil oppvarmingsbehovet kaldere. Typisk varierer årsmiddeltemperaturen med $\pm 0 - 2$ °C for et sted fra år til år. For å simulere hvordan en slik variasjon slår ut på oppvarmingsbehovet er det valgt å bruke Kongsberg-klima med årsmiddeltemperatur på 4,7 °C som et "typisk kaldt" Oslo år (1,6 °C lavere enn normalen). Som "varmt år" er det brukt klimadata for Kjevik (Kristiansand) som har årsmiddel 7,9 °C (1,6 °C høyere enn normalen). Oppvarmingsbehovet for samme kontorbygg plassert i Kongsberg og på Kjevik er vist i tabell B.2 og B.3, sammen med tilhørende månedsmiddeltemperaturer. Som forventet er oppvarmingsbehovet for Kongsberg høyere og for Kjevik lavere enn for normert Oslo-klima.

Tabell B.1 Simulert oppvarmingsbehov for typisk kontorbygg for normert Oslo-klima.

Måned	Oppvarmingsbehov (kWh)	Månedsmiddeltemperatur (°C)
Jan	14608	-3,7
Feb	12410	-4,8
Mar	7257	-0,5
Apr	1271	4,8
Mai	560	11,7
Jun	0	16,5
Jul	0	17,5
Aug	0	16,9
Sep	69	11,5
Okt	2398	6,4
Nov	9029	0,5
Des	13361	-2,5
ÅR	60963	6,3

Tabell B.2 Simulert oppvarmingsbehov for typisk kontorbygg for Kongsberg-klima.

Måned	Oppvarmingsbehov (kWh)	Månedsmiddeltemperatur (°C)
Jan	18488	-7,0
Feb	13879	-5,8
Mar	7385	-0,7
Apr	1757	4,0
Mai	808	10,6
Jun	0	15,3
Jul	0	16,5
Aug	23	14,7
Sep	320	9,4
Okt	2932	5,4
Nov	10696	-1,0
Des	17506	-6,0
ÅR	73794	4,7

Tabell B.3 Simulert oppvarmingsbehov for typisk kontorbygg for Kjevik-klima.

Måned	Oppvarmingsbehov (kWh)	Månedsmiddeltemperatur (°C)
Jan	10073	0,1
Feb	6819	0,8
Mar	4478	2,3
Apr	759	6,0
Mai	768	10,9
Jun	48	14,3
Jul	0	17,1
Aug	0	17,1
Sep	11	12,9
Okt	1501	8,2
Nov	5591	3,8
Des	9453	0,7
ÅR	39501	7,9

I tabell B.4 vises det hvilke basetemperaturer som gir en temperaturkorrigering etter ligning 7.1, slik at oppvarmingsbehovet for det "kalde året" (Kongsberg) blir korrigert til normert klima (Oslo). For mai til september er månedsmiddeltemperatur såpass høy at det ikke gir noen mening å regne ut en balansetemperatur. På grunn av at utetemperaturen allikevel varierer mye fra middeltemperaturen for hver måned vil man i korte perioder også få oppvarmingsbehov i noen av disse månedene. Dette kan ikke en forenklet temperaturkorrigeringsmåte som denne behandle på noen god måte, men som vi ser utgjør disse månedene veldig lite av det årlige varmebehovet (ca. 2 %) og det er derfor godtagbart å sette temperaturkorrigeringsfaktoren til 1,0 for disse månedene. Som man ser av tabell B.4 varierer basetemperaturen fra 3,6 til 10,9 °C, med et aritmetisk snitt på 8,3 °C for de 7 temperaturkorrigerte månedene. Samme beregning for "varmt år" (Kjevik) er vist i tabell B.5, der aritmetisk gjennomsnitt er 8,6 °C.

Tabell B.4 Estimert basetemperatur for Kongsberg-klima, med tilhørende temperaturfaktorer.

Måned	Estimert basetemperatur (°C)	Temperaturfaktor etter lign. 7.1
Jan	8,7	1,27
Feb	3,6	1,12
Mar	10,8	1,02
Apr	6,9	1,38
Mai	-	1,00
Jun	-	1,00
Jul	-	1,00
Aug	-	1,00
Sep	-	1,00
Okt	10,9	1,22
Nov	8,6	1,19
Des	8,8	1,31
Aritmetisk årssnitt	8,3	

Tabell B.5 Estimert basetemperatur for Kjevik-klima, med tilhørende temperaturfaktorer.

Måned	Estimert basetemperatur (°C)	Temperaturfaktor etter lign. 7.1
Jan	8,5	1,27
Feb	8,1	1,12
Mar	6,8	1,02
Apr	7,8	1,38
Mai	-	1,00
Jun	-	1,00
Jul	-	1,00
Aug	-	1,00
Sep	-	1,00
Okt	11,2	1,22
Nov	9,2	1,19
Des	8,5	1,31
Aritmetisk årssnitt	8,6	

Samme beregninger som for kontorbygg etter passivhus-nivå er gjort for bygningstypene småhus og skole, og for de energitekniske nivåene TEK10, TEK97 og TEK87 (i tillegg til PH-nivå/TEK15). Resultatet er vist i tabell B.6. I tabell B.7 er snittverdiene for de tre byggtypene og for klima Kongsberg ("kaldt år") og Kjevik ("varmt år") beregnet. Disse verdiene er avrundet til anbefalte verdier på hhv. 9, 13, 15 og 17 °C for de respektive energitekniske nivåene (TEK87 til "TEK15").

Tabell B.6 Beregnede basetemperatur for de tre byggtypene og for de fire ulike energitekniske nivåene.

	Basetemperatur kontorbygg		Basetemperatur småhus		Basetemperatur skolebygg	
	"Kaldt år" (Kongsberg)	"Varmt år" (Kjevik)	"Kaldt år" (Kongsberg)	"Varmt år" (Kjevik)	"Kaldt år" (Kongsberg)	"Varmt år" (Kjevik)
TEK15/PH-nivå	8,3	8,6	9,7	9,8	8,7	8,9
TEK10-nivå	12,1	11,8	14,7	15,7	13,2	12,8
TEK97-nivå	14,4	14,2	15,8	16,7	14,4	14,3
TEK87-nivå	16,3	17,1	17,4	18,0	17,2	17,4

Tabell B.7 Snittverdi for tre byggtypene og de to klimaene, og avrundet anbefalt balansetemperatur for ulike energistandarder.

	Snittverdi	Avrundet verdi
TEK15/PH-nivå	9,0	9
TEK10-nivå	13,4	13
TEK97-nivå	15,0	15
TEK87-nivå	17,2	17

Tillegg C: BREEAM, krav til energimåling

BREEAM-NOR 2012

Ene 2 – Delmåling av betydelig energibruk | 135

Ant. poeng tilgj.				Emne	Minstestandard				
Vareh.	Kontor	Indust.	Utdan.		P	G	VG	E	O
1	1	1	1	Ene 2 – Delmåling av betydelig energibruk	-	-	1	1	1

Formål

Å anerkjenne og oppmuntre til installasjon av system for måling av formålsdelt energibruk som legger til rette for å overvåke energibruken.

Vurderingskriterier

Følgende viser samsvar:

1. Separate *tilgjengelige delmålere for energi*, merket med sluttbruk/formål for den energien som blir målt, finnes for følgende systemer (hvis disse finnes):
 - a. Romoppvarming og ventilasjonsvarme
 - b. Varmtvann
 - c. Luftfukting
 - d. Kjøling (romkjøling og ventilasjonskjøling)
 - e. Vifter og pumper (hoved)
 - f. Belysning
 - g. Teknisk utstyr (belysning og teknisk utstyr kan være på samme delmåler hvis det blir målt i hver etasje/avdeling)
 - h. Andre større energikrevende enheter, der det er hensiktsmessig (se samsvarsnotater).

ELLER

2. Der det er installert BMS (sentral driftskontroll), med individuell overvåkning og output for systemene som er oppført under punkt 1 ovenfor.

Samsvarsnotater	
Nybygg	Det finnes ingen tilleggskriterier eller andre kriterier enn dem som er skissert ovenfor som er spesifikke for nybyggprosjekter.
Rehabilitering	Det er ingen flere eller særskilte kriterier for rehabiliteringsprosjekter enn dem som er beskrevet ovenfor.
Tilbygg til eksisterende bygninger	Hvis et eksisterende bygg blir utvidet og det har eksisterende anlegg for tekniske bygginstallasjoner og systemer som vil bli felles for både det nye tilbygget og det eksisterende bygget, vil kriteriene for energimåling dekke hele bygget.

Kun Uinnredet	<p>Hvis det finnes, skal bygginstallasjoner i kjernen vurderes i samsvar med vurderingskriteriene. Hvis det er arealer/bygg med bare skall, der de endelige avgjørelsene om spesifikasjonen for bestemte bygginstallasjoner og systemer skal tas av en ny eier/leietaker, kan samsvar med dette BREEAM-området demonstreres på en av disse måtene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alternativ 1 – Leieavtale mellom byggherre og leietaker(e) • Alternativ 2 – Grønt bilag til standard leiekontrakt for leietakernes innredning, lansert av Norsk Eiendom 2.9.12 • Alternativ 3 – Samarbeid mellom byggherre og leietaker <p>Hvis det ikke kan demonstreres samsvar med vurderingskriteriene, må de tilgjengelige poengene holdes tilbake (alternativ 4).</p> <p>Se <i>Omfang</i> avsnitt 2.2 <i>Ulike typer prosjekter som kan vurderes ved hjelp av BREEAM (Uinnredet)</i> for en nærmere beskrivelse av ovennevnte alternativer.</p>
Bare innredning	<p>Hvis interessenten i vurderingen er en leietaker innenfor en utleiereid/-styrt utbygging med sentralt anlegg for tekniske bygginstallasjoner, må det sentrale anlegget vurderes mot kriteriene for dette området. Dette kommer i tillegg til levering av delmåling av eventuelle andre betydelige forbruk innenfor leietakerens areal som er uavhengig av andre utleieenheter og fellesområder.</p>
Belysning og teknisk utstyr	<p>Det kan være vanskelig å skille ut belysning og teknisk utstyr på en kostnadseffektiv måte. Belysning og teknisk utstyr kan kombineres for måleformål, forutsatt at det er delmåling for hver etasje eller for hver leietaker, alt etter hva som passer.</p>
Andre større energikrevende enheter	<p>Andre energikrevende enheter, avhengig av bygningstype, kan omfatte for eksempel anlegg som brukes til svømmebasseng eller hydroterapi, kjøkken, kjølelager, laboratorier, steriliseringsutstyr, transportsystemer (for eksempel heiser og rulletrapper), dramastudio og teatre med store lysrigger.</p>
Modulære kjeleanlegg	<p>Hvis bygget bruker et modulært kjeleanlegg større enn 10 kW (se Tilleggsinformasjon), må hovedkjelen delmåles for å oppnå samsvar med kriteriene for dette området.</p>
Tilgjengelige målere	<p>Energimålerne må plasseres lett tilgjengelig slik at de ansatte og driftsansvarlig lett kan følge med på og lese av målerne regelmessig. Dette vil typisk være i teknisk rom, hoveddistribusjonsrommet eller kontrollrom (der sentral driftskontroll - BMS) er installert.</p>
Sentralisert produksjon av rom- og vannoppvarming og/eller kjøling	<p>I et bygg med mange enheter, der produksjonen av varme og/eller kjøling er sentralisert for bygget, og leietakerne er tilknyttet det sentrale produksjonssystemet, som for eksempel i et kjøpesenter, er det bare det sentrale anlegget som må delmåles sammen med eventuelle andre energikrevende enheter som beskrevet i vurderingskriteriene.</p>

Oversikt over nødvendig dokumentasjon

Krav	Design- og prosjekteringsfasen	Etter oppføringen
Alle	Spesifikasjonsdokument eller tekniske tegninger som bekrefter: <ul style="list-style-type: none"> • Energikrevende systemer og deres nominelle ytelser • Måleanordninger for hvert system, type og plassering av angitt måler. • Hvis relevant, omfanget av BMS (sentral driftskontroll) og muligheten dette har for å overvåke energi. 	Revisors befaringsrapport og fotobevis som bekrefter: <ul style="list-style-type: none"> • Plassering og merking/funksjon for de enkelte delmålerne eller BMS.

Tilleggsinformasjon

Relevante definisjoner

BMS: (Building (energy) Management System) - Sentralt driftskontroll, er en sentral datamaskin som styrer, overvåker og optimaliserer tekniske bygginstallasjoner og systemer som oppvarming, klimaanlegg, belysning og sikkerhet.

Fellesområder: Utbygginger som har flere utleieenheter, for eksempel store kjøpesenter, kan ha fellesområder og atkomst som ikke eies eller styres av en enkelt leietaker, men som brukes av alle. Fellesområder blir vanligvis forvaltet og vedlikeholdt av eieren av utbyggingen, dvs. utleier eller en forvalter som opptre på vegne av denne. Eksempler på fellesområder omfatter atrier, eksterne områder, parkering, trapperom og foajeer/resepsjon i hovedinngang.

Tabell 6.2 Størrelse på anlegg hvor det er påkrevd med separat måling

Del av anlegg	Nominell inngangseffekt (kW)
En kjelinstallasjon som består av en eller flere kjeler eller CHP-anlegg (anlegg for kombinert kraft- og varmeproduksjon) som mater en felles distribusjonskrets	50
Kjøleinstallasjoner som består av en eller flere kjøleenheter som mater en felles distribusjonskrets	20
Elektriske luftfuktere	10
Motorkontrollsentre som gir strøm til vifter og pumper	10
Elektriske fordelingstavler	50

Detaljert veiledning om hvordan man utvikler en hensiktsmessig målestrategi for energikriteriene for et nybygg finnes i Informasjonshefte nr 65: Måling av energibruk i nybygg som ikke er boliger (Du finner den her: <http://www.cibse.org/pdfs/GIL065.pdf>). (Dette er en engelsk veileder. Det arbeides med å lage en Norsk standard for måling av energibruk, Inntil denne er klar kan man benytte den engelske veilederen)

Ant. poeng tilgj.				Emne	Minstestandard				
Vareh.	Kontor	Indust.	Utdan.		P	G	VG	E	O
1	1	1	1	Ene 3 – Delmåling av høy energibelastning og utleiearealer	-	-	-	-	-

Formål

Å fremme installasjon av delmåling av energibruk som legger til rette for å overvåke energibruken til leietaker eller sluttbruker.

Vurderingskriterier

Følgende viser samsvar:

For utdanning gjelder kravet kun for videregående skoler, høyskoler og universitet.

1. Installasjon av *tilgjengelige* delmålere som dekker *energiforsyningen* til hver leietaker, eller hvis det er bygg med kun en leietaker, *relevante funksjonsområder eller avdelinger* innenfor bygget/enheten.
2. Målerne er merket med hva energibruken går til.

Samsvarsnotater	
Nybygg	Det finnes ingen tilleggskriterier eller andre kriterier enn dem som er skissert ovenfor som er spesifikke for nybyggprosjekter.
Rehabilitering	Det er ingen flere eller særskilte kriterier for rehabiliteringsprosjekter enn dem som er beskrevet ovenfor.
Tilbygg til eksisterende bygninger	Det finnes ingen tilleggskriterier eller andre kriterier enn dem som er skissert ovenfor som er spesifikke for vurderingen av tilbygg til eksisterende bygg.
Råbygg	For uinnredede bygg, må det installeres målere for energitilførselen til hver enkelt utleid enhet eller etasje innenfor utbyggingen som vurderes.
Bare innredning	Det er ingen flere eller særskilte kriterier for kun innredning enn dem som er beskrevet ovenfor.
Relevante funksjonsområder / avdelinger – kontorprosjekter	Listen er ikke ekskluderende og hvis det finnes andre områder/avdelinger, skal disse også måles: <ul style="list-style-type: none"> • Kontorområder (måling pr. etasje) • Catering

Relevante funksjonsområder / avdelinger - handelsprosjekter	<p>Listen er ikke ekskluderende og hvis det finnes andre områder/avdelinger, skal disse også måles:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salgsområde • Lager • Kjølelager • Kontorer • Catering • Utleieenheter • Kontorområder • Operasjonelt område • Tilleggsområder (for eksempel kantine, osv.) • Datarom • Grupperom • Undervisningsrom • Konferanserom • Studio for drama og dans • Svømmehall • Idrettshall • Verksteder • Laboratorier • Klimatiserte kammer • Områder for dyrehold • Data sentere • Arbeidsplasser og studierom, inkl bibliotek
Små enheter	<p>For en utbygging som består av flere små enheter, er det tilstrekkelig med en måler per enhet for å oppnå dette poenget. Enkeltområder innenfor hver enhet behøver ikke delmåles. Når det gjelder dette BREEAM-området, er en liten enhet definert som <math><500 \text{ m}^2</math> (Merk at andre BREEAM-områder kan definere 'små' på en annen måte. Dette er bare tilfellet der hvor det er nødvendig på grunn av vurderingskriteriene og omfanget av BREEAM-området).</p>
Store enheter	<p>For en utbygging som består av en eller flere større enheter (dvs. >500m²), må det spesifiseres tilstrekkelig mange delmålinger slik at man får overvåket de relevante funksjonsområdene/avdelingene innenfor enheten, i tillegg til å måle enheten som en helhet.</p>
Tilgjengelige målere	<p>Samsvarsnotatene i BREEAM-område Ene 2 inneholder en beskrivelse.</p>

Oversikt over nødvendig dokumentasjon

Krav	Design- og prosjekteringsfasen	Etter oppføringen
1og2	<p>Merkede tegninger og bebyggelsesplan med detaljer om:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bygningsområder etter avdeling/funksjon og/eller leieforhold • Plasseringen av målere. <p>Spesifikasjonsdokument eller tekniske tegninger som bekrefter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Målerarrangementer for hver avdeling/funksjon og/eller utleieområde • Målertypen som er spesifisert. 	<p>Revisors befæringsrapport og fotobevis som bekrefter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plassering og funksjon for de enkelte delmålerne eller BMS.

Tillegg D: Forskrift om måling, avregning og samordnet opptreden ved kraftomsetning og fakturering av netjtjenester

Informasjon som er gjengitt under er hentet fra Statnett sin hjemmeside, samt kommunikasjon med NVE.

NVE har gjennom *Forskrift om måling, avregning og samordnet opptreden ved kraftomsetning og fakturering av netjtjenester* gitt Statnett SF oppdrag om å drive Systemstøtte for Ediel. Oppgave består i å følge opp den norske kraftbransjen i forhold til test og godkjenning av Ediel-meldinger. Det er også et krav at samtlige aktører er registrert i Edielportalens adresseregister.

I desember 1993 startet den nordiske kraftbørsen Statnett Marked (nå kalt Nord Pool) prosjektet EDK, Elektronisk Datakommunikasjon i Kraftbransjen. Målet med prosjektet var standardisert informasjonsutveksling mellom børs og aktører. I 1997 ble krav om bruk av Ediel-standarden tatt inn i retningslinjene til Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), og to år senere (1999) ble standarden forskriftsbelagt.

Når informasjon skal utveksles elektronisk mellom eksterne parter, er det grunnleggende at det benyttes et felles språk eller format. Formatet må ha definerte begreper og oppbygning, kommunikasjonsmetode, meldingsidentifikasjon, koder, osv. I tillegg må alle benytte et felles sett med definerte regler for kommunikasjon, adressering, meldingstyper, identifikasjon av parter m. m. En internasjonal akseptert standard, EDIFACT, er tatt i bruk i den norske kraftbransjen. Alt innhold er definert i egne dokumenter, med tillegg av norske tilpasninger. EDIFACT står for "Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport", og er en standard som eies av FN (United Nations). EDIFACT består av et sett av internasjonale standarder, kataloger og retningslinjer for elektronisk utveksling av strukturerte data. Regelverket er godkjent og publisert av UN/ECE i United Nations Trade Data Interchange Directory (UNTDID), og vedlikeholdes gjennom avtalte regler. UN/EDIFACT er godkjent som en ISO-standard.

Ediel er etablert som standard for EDI i elektrisitetsbransjen. Ediel er i utgangspunktet en sammensetning av EDI (Electronic Data Interchange) og el (som står for elektrisitet). Det er nå et samlebegrep for alle EDIFACT meldingene som benyttes i kraftbransjen i Norden.

Ediel tar i bruk et utdrag av EDIFACT-meldinger hvor aktuelle meldingstyper er blitt tilpasset kraftmarkedet. Ediel baserer seg fullt ut på den internasjonalt etablerte EDIFACT-standarden. Utvikling av avanserte applikasjoner er kostbart og ressurskrevende. I et deregulert marked er en viktig oppgave å utvikle felles standarder og standardsystemer som kan benyttes av alle aktører for datakommunikasjon, drift og avregning. Dette er bakgrunnen for at det nordiske kraftmarkedet har utviklet standarden Ediel. Alle forhold knyttet til utveksling av Ediel-meldinger er beskrevet i dokumentasjon som finnes på Edielportalen. Ediel-meldinger er standardiserte elektroniske meldinger som benyttes i kraftbransjen. Meldingstypene er blant annet MSCONS, UTILTS, PRODAT, CONTRL og APERAK, og de benyttes i forbindelse med leverandørbytte, kontraktsopphør, informasjonsendringer, målerverdier, saldooppgjør og avregningsdata.

Forkortelsen MSCONS står for Metered Service Consumption report, og meldingene brukes til utveksling av målerdata, som brukes til avregnings- og faktureringsformål. Det vil si målerstander i forbindelse med periodiske avlesninger, start stander ved leverandørskifte, slutt stander ved opphør, kontroll stander, osv. MSCONS-filer inneholder timeserier for timeavregnede anlegg, avregningsdata og kjøps- og salgsforpliktelse til Avregningssentral for regulerkraft.

Etterprøving av bygningers energibruk

METODIKK

Denne rapporten gir forslag til metodikk for etterprøving av energibruk i bygg. Rapporten er utarbeidet på oppdrag for Enova, men er også tenkt som underlag for en norsk standard. For prosjekter som Enova gir støtte til på lavenergi, passivhus eller med høyere ambisjonsnivå anbefales det å kreve måling og etterprøving av energibruk på energipostnivå etter NS3031.

I tillegg bør man etterprøve og måle levert energi fordelt på ulike energivarer (elektrisitet, fjernvarme, olje, biobrensel, etc.), samt måle ytelsen til eventuell lokal fornybar varme- og strømproduksjon. Det anbefales også å måle luftmengder, virkningsgrad gjenvinner og spesifikk vifteeffekt for ventilasjonsanlegg i større bygg (yrkesbygg og leilighetsbygg).

Rapporten angir også forslag til mer entydig definisjon av oppvarmet bruksareal enn dagens, og hvilke arealer som bør regnes med og hvilke som bør holdes utenfor oppvarmet bruksareal. I tillegg er det vist ulike måter å værkorrigere målt (eller simulert) energibruk, og hovedanbefalingen er å temperaturkorrigere oppvarmingsbehovet på månedsbasis.