



SINTEF Bygg og miljø
Arkitektur og byggteknikk

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Alfred Getz vei 3
Telefon: 73 59 26 20
Telefaks: 73 59 82 85

Foretaksregisteret: NO 948 007
029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Energimerking av nye boliger – Hoveprosjektrapport.

FORFATTER(E)

Tor Helge Dokka, Tore Wigenstad, Lars Myhre

OPPDRAAGSGIVER(E)

Husbanken og Enova SF.

RAPPORTNR. STF22 A04517	GRADERING Åpen	OPPDRAAGSGIVERS REF. Are Rødsjø og Anne G. Lien	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN ISBN 82-14-03420-5	PROSJEKTNR. 22414200	ANTALL SIDER OG BILAG 81
ELEKTRONISK ARKIVKODE I:/pro/22414200_THD/Rapport_Hovedprosjekt.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Tor Helge Dokka <i>Tor Helge Dokka</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Inger Andresen
ARKIVKODE	DATO 2004-11-10	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Siri Hunnes Blakstad	

SAMMENDRAG

Denne rapporten bygger videre på forprosjektet, hvor målsetningen for prosjektet var: å bidra til å synliggjøre energibruk og miljøbelastning ved salg og omsetning av boliger, være et incentiv for boligprodusenter, utbyggere, og byggvareprodusenter til å levere energieffektive boliger, løsninger og produkter, være en uavhengig og mest mulig objektiv måte for byggherrer til å vurdere ulike energiløsninger for boliger, og hvis ønskelig brukes som et verktøy for Husbanken og Enova ved tildeling av lån og støttemidler.

I denne rapporten er det presentert tre valgfrie metoder, av ulik kompleksitet, for å energimerke boligen:

1. Boligen energimerkes ut fra beregnet netto energibehov, dvs. tar ikke hensyn til energiforsyningen.
2. En "tabell-metode" som forenklet tar hensyn til eventuell miljøvennlig energiforsyning.
3. En "full metode" hvor man bruker beregningsgangen: Netto energibehov -> Levert/kjøpt energi -> Miljøvektet primærenergi. Energimerket settes ut fra miljøvektet primærenergi.

Kravnivå i kWh/m²år for å oppnå ulike merker er det samme om det merkes etter netto energibehov, eller miljøvektet energibehov. Kravnivå for å oppnå A, det beste merket, er 70 kWh/m²år for småhus og 65 kWh/m²år for leiligheter. D-nivået, som er lagt på dagens forskriftskrav, oppnås med hhv. 160 og 150 kWh/m²år for småhus og leiligheter. Det er ca. 30 kWh/m²år mellom hvert energimerkenivå, fra A til G.

Metoden(e) er eksemplifisert i rapporten på flere reelle planlagte byggeprosjekter: Løren-utbyggingen i Oslo (Selvaagbygg), Pilestredet Park i Oslo (Skanska bolig) og Smestadmoen på Lillehammer (LOBB).

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Energi	Energy
GRUPPE 2	Bolig	House
EGENVALGTE	Energimerke	Energy label
	Energiberegning	Calculation of energy use

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	4
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn for prosjektet	5
1.2 Rapportens oppbygning	6
2 Metodikk for bestemmelse av energimerke	7
2.1 Merkenivå for småhus og leiligheter	8
2.2 Nødvendige inndata for bygning, installasjoner og klima	9
2.2.1 Normaliserte og veiledende verdier	10
2.2.2 Normalisering av klima	11
2.3 Beregning av netto energibehov	11
2.3.1 Beregningsmetoder og beregningsverktøy	11
2.3.2 Fremtidige beregningsmetoder i henhold til EU-direktivet	12
2.3.3 Energibudsjett og totalt netto energibehov	13
2.4 Forenklet merkingsmetode for å ta hensyn til energiforsyning	13
2.5 Bestemme systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg	15
2.6 Beregne levert energi	16
2.7 Bestemmelse av primærenergifaktor (PEF)	17
2.8 Beregne primærenergibehov	18
2.9 Forslag til energimerkeformat og layout	19
3 Spesielle beregningsregler	20
3.1 Små leiligheter	20
3.2 Beregning og energimerking av leilighetskomplekser	22
3.3 Arealberegninger og arealregler	22
3.4 Gevinst på bruk av energieffektiv belysningsanlegg, teknisk utstyr og varmtvannsberedere	23
3.5 Gevinst på bruk av temperatursenking og ventilasjonsstyring	24
3.5.1 Temperatursenking	24
3.5.2 Ventilasjonsstyring	25
4 Eksempler	26
4.1 Leilighetsbygg på Løren i Oslo, Selvaagbygg	26
4.2 Leilighetsbygg Pilestredet Park i Oslo, Skanska Bolig	28
4.3 Rekkehusbebyggelse på Lillehammer; Konseptprosjekt LOBB	30
5 Skisse for implementering av energimerking i markedet	33
5.1 Administrasjon av metoden	33
5.2 Krav til kurs/sertifisering	33
5.3 Kvalitetssikring av beregninger	33
5.4 Insentiver for å få stor utbredelse	33

6	Overførbarhet til eksisterende boliger og andre bygningstyper	34
6.1	Andre bygningstyper	34
6.2	Eksisterende boliger- og andre bygninger	34
	Referanser	35
	Vedlegg	37
V1	Underlagsberegninger for fastsettelse av merkenivåer.	37
V2	Underlagsberegninger for spesialregler for små leiligheter.	48
V3	Underlagsberegninger for energigevinst ved lavenergi-belysning, energieffektivt utstyr og ekstraisolerte beredere.	50
V4	Grunnlag for energimerking av energiforsyning.	51
V5	Energiberegning og energimerking av leiligheter på Løren, Selvaagbygg.	80

Forord

Dette prosjektet: *Energimerkeordning for nye boliger* (hovedprosjekt) har vært finansiert av Husbanken og Enova SF. Prosjektet har hatt en arbeidsgruppe bestående av:

Anne G.Lien, Enova
Are Rødsjø, Husbanken
Brita Dagestad, Statens Bygningstekniske Etat
Svein Gloslie, Boligprodusentenes forening
Mats Eriksson, NVEF og BNL
Linn Terese Bakke, Selvaagbygg
Kristin Amundsen, NBBL
Ole Petter Haugen, Skanska bolig
Petter Nøstdal, Veidekke
Lars Myhre, Byggforsk
Tore Wigenstad, SINTEF
Tor Helge Dokka, SINTEF

De tre siste har hatt ansvaret for å lage underlag til metode og skrive rapport.

Thor Lexow (Standard Norge) deltok på det siste arbeidsgruppemøte, og har også kommet med innspill og informasjon fra standardiseringsarbeidet som pågår i den europeiske CEN-organisasjonen ifb. med EU-direktivet.

Det har blitt avholdt tre arbeidsmøter hvor forslag til metode har blitt grundig diskutert. Det har også kommet inn en rekke forslag og kommentarer til metoden utenom disse møtene.

Prosjektleder, Tor Helge Dokka, 10.11.04

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for prosjektet

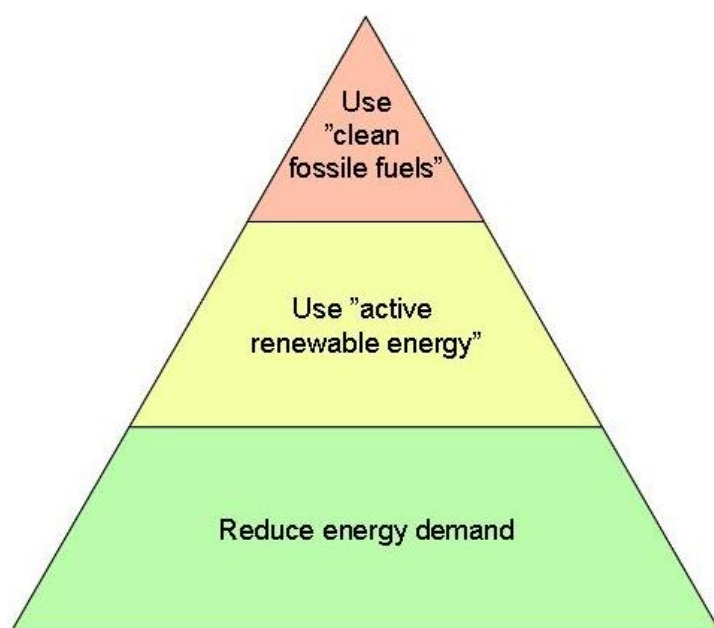
Målsetningen for energimerkeordningen er:

- Ordningen skal hjelpe til å synliggjøre energibruk og miljøbelastning ved salg og omsetning av boliger.
- Være et incentiv for boligprodusenter, utbyggere, og byggvareprodusenter til å levere energieffektive boliger, løsninger og produkter.
- Være en uavhengig og mest mulig objektiv måte for byggherrer til å vurdere ulike energiløsninger for boliger. Kunne bidra til å rydde opp i dagens noe uoversiktlige og villedende markedsføring av energiløsninger for boliger (jfr. luft til luft varmepumper, vannbåren gulvvarme og smarthus-løsninger), og derigjennom bidra til mer ryddig markedsføring.
- Kunne brukes som et verktøy for Husbanken og Enova ved tildeling av lån og støtte midler.

Denne rapporten bygger på arbeidet gjort i forprosjektet \1\, på arbeidet med forslag til ny energirammemetode i byggeforskriftene \2, 3\, samt retningslinjene gitt i EU-direktivet for energieffektive bygg \4\ (heretter kalt EU-direktivet).

Det er også gjort et forsøk på å følge EUs "Trias Energetica" prinsipp ved utvikling av metoden, vist i figur 2. Prinsippet består av tre steg:

1. **Reduce energy demand**; går på å først redusere energibehovet så mye som praktisk og økonomisk mulig. Med energibehov menes totalt energibehov, og ikke bare oppvarmingsbehovet.
2. **Use "active renewable" energy**; hvis praktisk og økonomisk mulig bruk fornybar energi til å dekke så mye som mulig av energibehovet. Fornybar energi kan være solenergisystemer, varmepumpesystemer eller bio-løsninger.
3. **Use "clean fossile fuels"**; For å dekke det resterende energibehovet, etter at mest mulig har blitt dekket av fornybar energi, er det viktig å bruke mest mulig energieffektiv energiforsyningssystemer, med så lave utslipp som mulig. Det betyr høyeffektive kjeler og brennere, effektive distribusjonssystemer med små tap, og effektive/nøyaktige reguleringsystemer.



Figur 2 Trias energetica prinsippet.

1.2 Rapportens oppbygging

Det er valgt å bygge opp rapporten med en hoveddel som på en mest mulig enkel måte presenterer forslag til energimerkemetode. Bakgrunn og underlag for valgt metode er beskrevet i vedleggene på slutten av rapporten.

Grunnen til å gjøre det slik, er at det skal være mulig å få en rask oversikt over forslaget til metode. Samtidig kan de som ønsker mer bakgrunn og underlag for metoden søke det i vedleggene.

En bemerkning må også gjøres i forhold til et gjennomgående diskusjonstema i arbeidsgruppen. Flere i arbeidsgruppen har ment at energimerkeordningen bare skal ta hensyn til bygningens netto energibehov, dvs. ikke ta hensyn til type og miljøvennlighet av boligens energiforsyning. Mens andre i arbeidsgruppen har ment at bruk av miljøvennlig og/eller fornybar energikilder skal premieres.

I denne rapporten er det i utgangspunktet foreslått at man tar hensyn til og får premiering ved bruk av miljøvennlig energi. Dette er også ihht. intensjonen i EU-direktivet \4\ . Men; den foreslåtte metoden kan også i en overgangsperiode, hvis ønskelig, begrenses til å bare energimerke ut fra netto energibehov. Dvs. ikke ta hensyn til hvor miljøvennlig energiforsyningen er. Ved implementering av energimerkemetoden, vil da Husbanken og Enova, eventuelt i samarbeid med bransjeforeningene, ta avgjørelsen om full metodikk eller begrenset metodikk (netto energibehov) skal implementeres.

2 Metodikk for bestemmelse av energimerke

Den foreslåtte energimerkemetoden, som presenteres i det etterfølgende, bygger på og forholder seg til følgende:

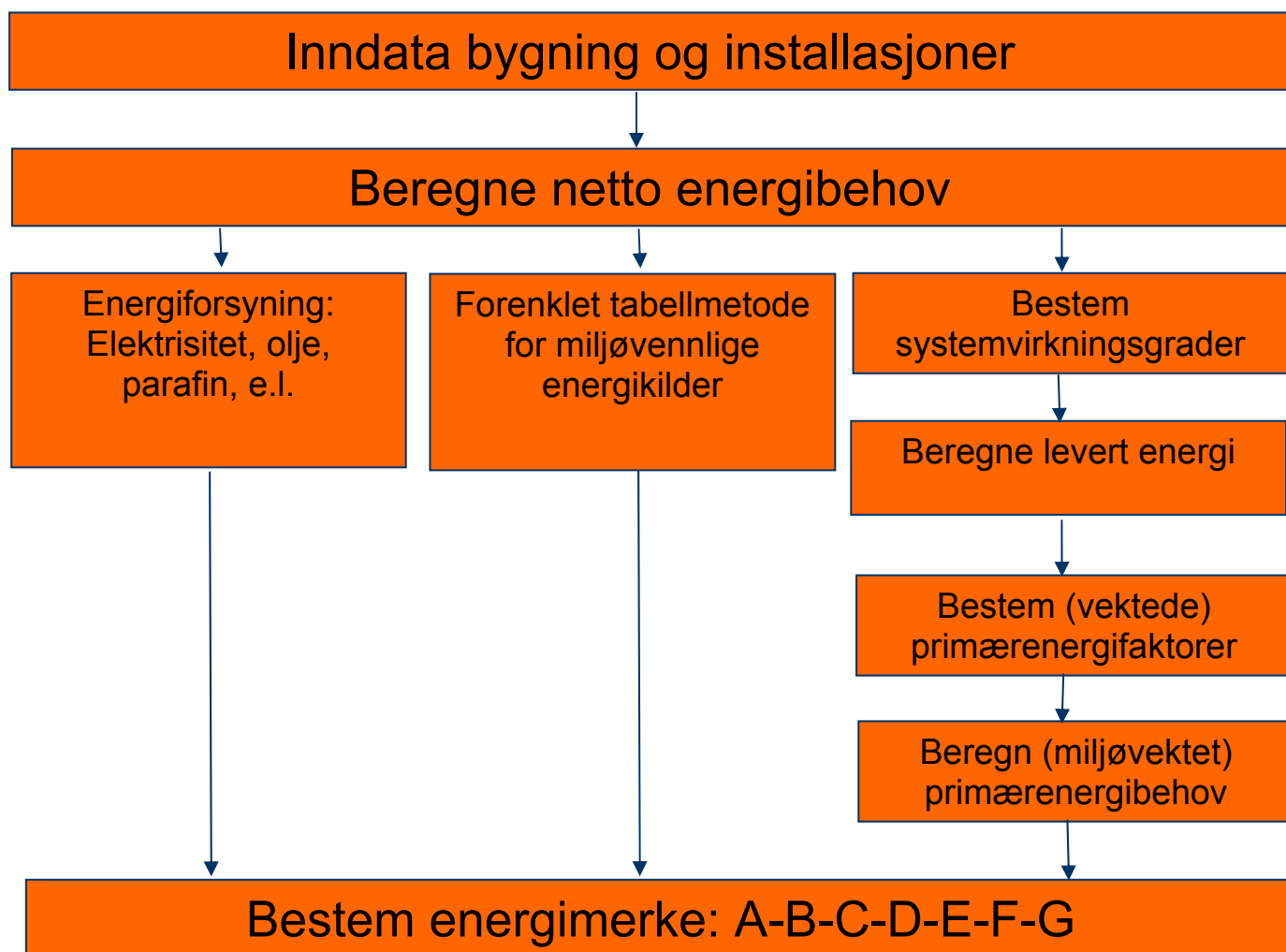
- EU-direktivet /4/. Det er der gitt en rekke retningslinjer på hvordan energieffektiviteten/ytelsen til en bygning skal beregnes og dokumenteres.
- Forslag til ny energirammemetode/2, 3/. Energimerkemetoden må basere seg på samme beregningsmetodikk og være komplementær med nytt forslag til energirammer i byggeforskriftene.
- Forprosjektrapporten fra energimerkeprosjekt fra mars 2003 /1/
- Og til slutt; det foreløpige standardiseringsarbeid som gjøres i CEN for å komme opp med beregningsmodeller og metoder som skal tilfredsstille kravene i EU-direktivet. Det er fortsatt relativt mye arbeid som står igjen før det foreligger et sett av operasjonelle standarder som kan bruke til energisertifisering av bygg. Det er pr. i dag 30 ulike arbeidskomiteer i CEN som jobber med dette. Det utarbeides også et "paraply" dokument som skal samle og vise hvordan disse standardene skal brukes \5\.

Figur 1 illustrerer anbefalt metode, der det er tre mulige metoder å energimerke en bolig på, med ulike kompleksitet:

1. Den første og enkleste er å energimerke boligen ut fra beregnet netto energibehov. Dette kan gjøres for boliger som er oppvarmet elektrisk, eller med olje/parafin, og kun har beskjeden bruk av miljøvennlig/fornybar energi (for eksempel litt vedfyring). Dette vil være tilfellet for majoriteten av boliger, og gjelder anslagsvis for 90-95 % av boligene som bygges i dag. I disse tilfellene kan man se bort fra vurdering av energiforsyningen, kap. 2.4-2.8.
2. Den andre metoden baserer seg også på netto energibehov, men energimerket kan justeres med en tabellverdi fra kap 2.4, for å ta hensyn til energiforsyningen. Denne metoden gir en enkel og røff estimering av energiforsyningssystemet.
3. Den tredje metoden er den mest kompliserte, men også den mest korrekte metoden, der man vil ta hensyn til miljøvennlig/fornybar energiforsyning. Basert på beregnet *netto energibehov*, beregnes *levert energi* og til slutt *miljøvektet primærenergi*. *Levert energi* er tilnærmet det som av mange omtales som kjøpt energi¹. Boligen energimerkes etter beregnet primærenergi. Metoden er beskrevet i kap. 2.5-2.8.

Hvis det i første omgang ikke er ønske om å introdusere en metode som tar hensyn til energiforsyning, vil bare metode 1 være aktuell, og man kan se bort fra kap. 2.4-2.8.

¹ Levert energi (delivered energy) er estimert (beregnet) nødvendig energimengde i form av fossilt brensel (olje, parafin, gass, eller lignende), elektrisk energi eller biobrensler levet til bygget. Biobrensel i form av ved kan jo være "gratis", og uttrykket levert brukes derfor i stedet for kjøpt.



Figur 1 Illustrasjon av beregningsmetodikk ved bestemmelse av energimerke for nye boliger.

2.1 Merkenivå for småhus og leiligheter

Tabell 1 viser foreslåtte merkenivåer for småhus og leilighetsbygg, for ulike energiklasser fra A til G. A er det mest energieffektive nivået, D er i henhold til dagens forskriftskrav og G er det minst energieffektive nivået. Beregningsunderlaget for bestemmelse av nivåene er gitt i Vedlegg 1. Med småhus menes eneboliger, 2- og 4 mannsboliger og rekkehus med mindre enn 5 sammenbygde leiligheter/boenheter, iht. til definisjon fra SSB \12\ . Alt over dette kategoriseres her som leiligheter/leilighetskomplekser².

² Statistisk sentralbyrås boligstatistikk \12\ har en mer detaljert oppdeling i boligtyper enn brukt her, men har innført et klart skille på boligtyper med 5 eller flere leiligheter/boenheter som vi har innført som skille mellom småhus og leilighetsbygg i denne rapporten.

Tabell 1 Kravnivå for å oppnå ulike merkenivåer, A-G, for småhus og leiligheter

Nivå/merke	Småhus (kWh/m ² år)	Leiligheter (kWh/m ² år)
A	E < 70	E < 65
B	70- 100	65 – 90
C	100 – 130	90 – 120
D	130 – 160	120 – 150
E	160 – 190	150 – 180
F	190 – 220	180- 210
G	E > 220	E > 210

Tabell 1 gjelder både om energimerket skal gis etter netto energibehov, eller etter primærenergi behov (miljøvektet energibehov). I praksis betyr dette at boliger som har elektrisk- og/eller olje/parafin oppvarming/energiforsyning, ikke har mulighet til å få bedre enn B-merket bolig. For å nå helt opp til A-merke må man i tillegg til tiltak på bygningen, også ha en eller annen form for miljøvennlig energiforsyning (sol, varmepumper, bio, e.l.).

2.2 Nødvendige inndata for bygning, installasjoner og klima

Nødvendige inndata vil variere med type og kompleksiteten på boligen som skal beregnes, og med beregningsmetoden eller beregningsverktøyet som skal anvendes. Men som et minimum foreslås at for alle beregnede boliger skal verdiene angitt i tabell 2 oppgis. Denne tabellen bør også være en del av dokumentasjonen som følger med energimerket for boligen.

Inndataverdiene gitt i den grå kolonnen, merket referanse, er inndata som er brukt for å beregne D-nivået i energimerketabellen, tabell 1. Dette tilsvarer dagens forskriftsnivå /6/. Verdier i fet type er normaliserte verdier, og verdier i kursiv er veiledende verdier, se delkap. 2.2.1 for forklaring.

Tabell 2 Verdiene satt inn i "hvit" kolonne er tilfeldige verdier i en tenkt bolig.

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	200 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	480 m ³	-
Infiltrasjon	0.10 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	100 m ² /0.28 W/m ² K	-/0.22 W/m ² K
Yttertak, areal/U-verdi	100 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Gulv, areal/U-verdi	100 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer, areal/U-verdi	20 m ² /1.4 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	18 kWh/m ² år (2.05 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	25 kWh/m ² år (2.85 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte ^{3,4}	0.5 oms/t (1.2 m ³ /hm ²)	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	75 %	0 %
SFP (årlig vifteenergi)	2.0 kW/m ³ /s (6 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

¹ Med 20 % menes at vindusarealet det er regnet med er 20 % av oppvarmet gulvareal

² Det er her forenklet antatt at all energibruk til belysning og utstyr går over til varme i boligen, noe som overestimerer avgitt varme til boligen. For varmtvannsoppvarming er det antatt at all varme forsvinner ut med avløpsvannet, noe som underestimerer avgitt varme. Ingen av disse antagelsene er helt riktig, men i de fleste tilfeller vil de til nærmet oppveie hverandre.

³ Spesifikk luftmengde (m³/hm²) er regnet ut fra luftskiftet på 0.5 luftskifte og en takhøyde på 2.4 meter. For andre takhøyder må spesifikk luftmengde (hvis det er behov for det) regnes ut.

⁴ Luftskiftet på 0.5 oms/t gjelder bare for boliger som er større enn 50 m². For små boliger vil kravet til minste avtrekksluftmengde fra våtrom og kjøkken bli dimensjonerende, og dermed luftskiftet bli høyere enn 0.5 oms/t. Se kapittel 3.1.

⁵ For stasjonære beregningsmåter, som ikke kan beregne dynamikken ved temperatursenking, kan gjennomsnittlig innetemperatur (settpunkttemperatur) settes til 20.5 °C. Dette er estimert ut fra at settpunkttemperaturen er satt til 19°C, 8 timer pr. dag.

2.2.1 Normaliserte og veiledende verdier

Med normaliserte verdier menes verdier som er låst i beregningen, dvs. som ikke kan endres ved beregning av energimerke for boligen. Veiledende verdier er inndata som anbefales brukt i beregningen. Hvis det skal brukes annet enn veiledende verdier må dette dokumenteres spesielt. Tabell 3 viser normaliserte verdier for energimerkeberegningen, og tabell 4 anbefalte veiledende verdier. Verdiene (årlig energibruk) for belysning, utstyr, varmtvann og vifter, kan også brukes direkte inn i netto energibudsjett og beregning av totalt netto energibehov, hvis ikke mer nøyaktige/mer dokumenterte verdier brukes.

Tabell 3 Normaliserte verdier som skal brukes i beregningen av energimerke.

Inndata	Normalisert verdi
Internlaster	
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)
Ventilasjon	
Luftskifte	0.5 oms/t (1.2 m ³ /hm ²)

Tabell 4 Veiledende verdier som anbefales brukt i beregningen, hvis ikke annet kan dokumenteres

Inndata	Veiledende verdier
Internlaster	
Belysning (snitteffekt)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Ventilasjon	
SFP(årlig vifteenergi), naturlig ventilasjon	0.0 kW/m ³ /s (0 kWh/m ²)
SFP(årlig vifteenergi), Avtrekksventilasjon	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ²)
SFP(årlig vifteenergi), balansert ventilasjon	2.0 kW/m ³ /s (6 kWh/m ²)
Oppvarming	
Settpunkt oppvarming	21/19 °C
Timer senket pr. dag	8 timer

Som det fremgår av tabellene er det mulig å endre alle inndata, bortsett fra varmetilskudd fra personer og luftskiftet til boligen. Men, som nevnt tidligere skal bruk av annet enn veiledende verdier, være godt dokumentert. Kapitlene 3.4, 3.5 og 3.6 gir retningslinjer og begrensninger for hvor mye energigevinst man kan regne med på bruk av energieffektive løsninger for belysning, utstyr, varmtvannsberedere, temperaturstyring og ventilasjon.

2.2.2 Normalisering av klima

Konklusjonen fra forprosjektet \1\ beholdes, slik at energimerket skal gis for normert Oslo klima. Det betyr at energimerkeberegningen skal gjøres for Oslo-klima, med en årsmiddeltemperatur på 5.9 °C.

Beregning av energibehov for reelt klima skal også gjøres, og angis i energimerket (se kap. 2.9), men energimerket skal settes ut fra beregnet energibehov for Oslo-klima.

Samme bolig bygd i Karasjok, Sandnes og Oslo gis derfor samme energimerke, men energibehovet vil selvsagt være ulikt for de tre stedene (klimaforholdene).

2.3 Beregning av netto energibehov

2.3.1 Beregningsmetoder og beregningsverktøy

Beregning av netto energibehov skal gjøres etter gjeldende standarder for energiberegninger, eller med tilsvarende anerkjent metode eller dataprogram. Aktuelle standarder for beregning av netto energibehov til oppvarming og tappevann³

³ Regler og formler for beregning av energibruk til oppvarming av tappevann er lite operasjonelle/egnede for praktisk bruk. Det anbefales derfor å bruke veiledende verdier iht. til denne rapporten.

er NS EN 832 /7/ og EN ISO 13 790 /8/. I tillegg er det en rekke andre standarder som kan være aktuelle å bruke på mer spesialiserte problemstillinger, som for eksempel beregning av varmetap mot grunnen, NS EN 13370 /9/ og standarder for beregning av U-verdier og kuldebroer.

Det som menes med anerkjent metode her er:

- Dataprogram eller beregningsmodell som gjennom omfattende og langvarig praktisk bruk har vist seg å gi tilfredsstillende resultater sammenlignet med målt energibruk.
- Dataprogram eller beregningsmodell som har blitt grundig testet og validert gjennom anerkjente valideringstester. De mest aktuelle tester pr. i dag er IEAs BESTTEST /10/ og IEAs Empirical validation test /11/.

Valg av metode bør i utgangspunktet være opp til den som skal utføre beregningen, forutsatt at metoden/programmet tilfredsstiller et av kravene ovenfor.

2.3.2 Fremtidige beregningsmetoder i henhold til EU-direktivet

I kjølvannet av EU-direktivet har EU-parlamentet gitt den europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN i oppdrag å utarbeide nødvendige standarder for å beregne bygningers energibruk og energieffektivitet. Dette arbeidet er ennå ikke slutført, men pr. i dag ser det ut som det åpnes for tre ulike måter å beregne energibruken på:

- Det kan brukes stasjonære (vanligvis månedsstasjonære) beregningsmetoder ala' NS EN 832 /7/ eller EN ISO 13 790 /8/. Det arbeides også med å modifisere/videreutvikle disse stasjonære metodene til også å omfatte kjøling (ennå ikke så aktuelt for boliger i Norge).
- Det kan brukes en forenklet dynamisk timebasert metode, basert på en såkalt enmasse modell. Denne er under utvikling. Denne modellen kan regne både nødvendig oppvarmings- og kjølebehov, men også temperaturforløp og temperatursenking på en relativt nøyaktig måte.
- Den tredje måten er å bruke et mer avansert dataprogram eller beregningsmetode som er validert mot gitte valideringstester. Disse valideringstestene er under utvikling, og vil trolig bli en egen CEN-standard.

Når disse standardene blir ferdig ratifisert og godkjent i Norge, er det naturlig at disse tar over for de foreslåtte kravene til beregningsmetode gitt i 2.3.1.

2.3.3 Energibudsjett og totalt netto energibehov

Ut fra beregning av netto oppvarmingsbehov skal det lages et energibudsjett (netto), med poster som angitt i tabell 5. Verdiene i tabellen er referansenivået (D-nivå) for småhus.

Summen av de enkelte energipostene i energibudsjettet er da totalt netto energibehov. Denne verdien brukes til å bestemme "bygningens" energimerke etter tabell 1.

Tabell 5 Oppsett for netto energibudsjett, hvor summen er totalt netto energibehov. Tallene i tabellen er for D-merket småhus.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming ¹	71 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	2 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	160 kWh/m ² år

¹ I tilfeller der man har balansert ventilasjon med ettervarming (varmebatteri) etter gjenvinner (som varmer opp til ønsket innblåsningstemperatur) kan det være en fordel å dele denne posten opp i to: 1.a Romoppvarming og 1.b Ventilasjonsoppvarm. (varmebatterier).

2.4 Forenklet merkingsmetode for å ta hensyn til energiforsyning

Siden beregningsmetodikken for levert energi og miljøvektet primærenergi, beskrevet i kap.2.5-2.8, er relativt ukjent for bolig- og byggebransjen, er det laget en forenklet måte for å ta hensyn til eventuell energiforsyning med miljøvennlig energi. Metoden er basert på mange beregninger/simuleringer av boligens netto energibehov og ulike oppvarmings- og energiforsyningssystemer. Beregningene er gjort ihht. regneregler for levert energi og primærenergi, beskrevet i avsnitt 2.5-2.8.

Resultatet fra metoden, gitt i tabell 6, er en korrigeringsfaktor for energiforsyningssystemet. En korrigeringsfaktor på +1 vil gi en karakter bedre energimerke, f.eks. vil en D-merket bolig basert på netto energibehov, bli C-merket med et energiforsyningssystem med korrigeringsfaktor +1.

Det må bemerkes at bruk av tabellverdier her gir en forholdsvis grov vurdering av energiforsyningens miljøvennlighet. Bl.a. vil metoden kunne gi en for lav score for tilfeller der det er gjort tiltak både på redusert netto energibehov og på miljøvennlig energiforsyning. En mer nøyaktig beregning av levert energi og primærenergi er gitt i avsnitt 2.5-2.8.

Tabell 6 Korrigeringsfaktorer for energimerket for vanlig forekommende energiforsyningssystemer

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM		Krav til minimum energidekning av:		Korrigerings-faktor for EF-system
		Oppvarmingsbehovet [%]	Tappevannsbehovet [%]	
1.1	Solceller	55 % av el-behovet (årsverdi)		+1
1.2	Solfanger, vannbåren romoppvarming	45	0	+1
1.2	Solfanger, oppvarming av tappevann		90	+1
1.3	Solfanger, kombisystem romoppvarming & tappevann	45	90	+2
2.1	Åpen peis/grue	100	0	0
2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnset	90	0	+1
2.3	"Helautomatisk" biopelletskamin	75	0	+1
2.4	"Helautomatisk" biopelletskamin. Inkl. VVB	95	100	+2
2.5	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)	80	0	+1
3.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse	85	0	+1
3.2	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse	90	0	+1
3.3	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse	75	0	+1
3.4	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse	80	0	+1
4.1	Fjernvarme	0	100	0
4.2	Fjernvarme	100	0	+1
4.3	Fjernvarme	100	100	+1
5.1	Panelovner, vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming	100	0	0
5.2	Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming	100	0	0
5.3	Elektrisk varmtvannsbereder	0	100	0
5.4	Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon	100	100	0
6.1	Gasskamin/peis til direkte romoppvarming	100	0	0
6.2	Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvann varmeveksler	0	100	0
6.3	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	100	100	+1
7.1	Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming	100	0	0
7.2	Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder	0	100	0
7.3	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	100	100	0

Eksempel

Gitt en enebolig hvor netto energibehov er beregnet til 140 kWh/m²år, og som har 80 % av oppvarmingsvarmebehovet dekket av en helautomatisk biopelletsovn.

I følge tabell 1 gir dette en D-merket bolig ut fra netto energibehov. I følge tabell 6, type 2.3.4, gir dette med 80 % dekning av oppvarmingsbehovet (over 75 %) en korrigeringsfaktor +1. Boligen får derfor energimerke C.

2.5 Bestemme systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg

For å kunne gjøre en nøyaktig vurdering av eventuell miljøvennlig energiforsyning, må man først beregne levert energibehov og deretter miljøvektet primærenergi behov. For å beregne levert energibehov må man bestemme/beregne systemvirkningsgraden til oppvarmingsanlegget/energiforsyningen. Systemvirkningsgraden for et oppvarmingsanlegg er her gitt ved⁴:

$$\eta_{sys} = \eta_{prod} \eta_{distr} \eta_{reg} \quad (1)$$

- η_{prod} Er produksjons- eller forbrenningsvirkningsgraden, alternativt varmefaktoren for varmepumpesystemer. Også produksjonsvirkningsgraden/COP for solvarmesystemer skal tas med her⁵
- η_{distr} Er distribusjonsvirkningsgraden for varmesystemet, dvs. primært varmetap fra rørsystem, ventiler o.l. som ikke er nyttbart til romoppvarming. Sekundært kan virkningsgraden også ta hensyn til energibruken til eventuelle pumper, vifter og motorer i varmesystemet som ikke er utnyttbare til romoppvarming.
- η_{reg} Er reguleringsvirkningsgraden til varmesystemet, som tar hensyn til varmesystemets evne til å holde riktig settpunkttemperatur (dynamiske egenskaper), men også til å holde ønsket temperaturfordeling i bygget (romlige egenskaper).

Tabell 7 gir veiledende verdier for virkningsgrader for vanlig forekommende oppvarmings/energiforsyningssystemer. Skal andre virkningsgrader/varmefaktorer brukes må dette dokumenteres spesielt.

⁴ Det er flere måter å angi varmeanleggets virkningsgrad på, og man kan også detaljere systemvirkningsgraden ytterligere, som f.eks. gjort i NS EN 832, /7/. For vårt praktiske formål vil ligning 1 være tilstrekkelig nøyaktig.

⁵ Produksjonsvirkningsgraden/Coefficient of Performance (COP) til solvarmesystemer er her definert som: $COP = Q_{out} / Q_{aux}$. Der Q_{out} er hvor mye energi solvarmesystemet leverer til boligen, og Q_{aux} er energi til hjelpesystemer i anlegget, typisk sirkulasjonspumper i anlegget. Typiske/veiledende verdier for produksjonsvirkningsgrad/COP for solvarmesystemer er gitt i tabell 7.

Tabell 7 Veiledende virkningsgrader for vanlig forekommende oppvarmings/energiforsyningssystemer.

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM		Prod.virkn. grad/COP	Distrib.- virkn.grad	Regul.- virkn.grad	System virkn.grad
1.1	Solceller	100.00	1.00	1.00	100.00
1.2	Solfanger, vannbåren romoppvarming	10.00	0.95	0.95	9.0
1.2	Solfanger, oppvarming av tappevannsbehov	10.00	1.00	1.00	10.0
1.3	Solfanger, kombisystem romoppvarming & tappevann	10.00	0.95	0.95	9.0
2.1	Åpen peis/grue	0.75	1.00	0.65	0.49
2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsats	0.80	1.00	0.80	0.64
2.3	"Helautomatisk" biopelletskamin	0.85	1.00	0.95	0.81
2.4	"Helautomatisk" biopelletskamin. Inkl. VVB	0.85	0.95	0.95	0.77
2.5	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)	0.85	0.95	0.95	0.77
3.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse	2.40	1.00	0.90	2.16
3.2	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse	2.40	0.95	0.95	2.17
3.3	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse	2.60	1.00	0.90	2.34
3.4	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse	2.60	0.95	0.95	2.35
4.1	Fjernvarme	0.98	0.95	0.95	0.88
5.1	Panelovner, vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming	1.00	1.00	1.00	1.00
5.2	Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming	1.00	1.00	1.00	1.00
5.3	Elektrisk varmtvannsbereder	1.00	1.00	1.00	1.00
5.4	Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon	1.00	0.95	1.00	0.95
6.1	Gasskamin/peis til direkte romoppvarming	0.90	1.00	0.90	0.81
6.2	Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvannsvarmeveksler	0.90	0.95	1.00	0.86
6.3	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	0.90	0.95	1.00	0.86
7.1	Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming	0.85	1.00	0.90	0.77
7.2	Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder	0.85	0.95	0.95	0.77
7.3	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	0.85	0.95	0.95	0.77

2.6 Beregne levert energi

På bakgrunn av beregnet netto energibehov og systemvirkningsgrad(er) kan levert energi beregnes. Hvis det er kombinasjoner av energikilder som dekker oppvarmingsbehovet, må også dette estimeres eller beregnes. Levert energi beregnes for hver energikilde som:

$$E_{\text{levert}} = \frac{E_{\text{netto}}}{\eta_{\text{sys}}} \quad (2)$$

Som de fremgår av tabell 7 kan levert energi både bli høyere enn ($\eta_{\text{sys}} < 1.0$) og lavere enn ($\eta_{\text{sys}} > 1.0$) netto energibehov.

I tilfeller der boligen har energiforsyning fra flere energikilder: sol, bio, fjernvarme, elektrisitet, gass eller olje/parafin, må levert energi beregnes for hver energikilde. Hvis total levert energi for boligen skal beregnes må det summeres for alle energikilder, se eksemplet nedenfor.

Eksempel

Gitt eneboligen fra avsnitt 2.5. Netto energibudsjett er gitt nedenfor. Ca. 80 % av oppvarmingsbehovet dekkes av en helautomatisk biopellets-kamin. Beregn levert energi til denne eneboligen.

Netto energibudsjett

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	51 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	2 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	140 kWh/m ² år

Med 80 % dekker biopellets-kaminen: $0.8 \cdot 51 = 41 \text{ kWh/m}^2\text{år}$.

I følge tabell 1 gir dette en D-merket bolig ut fra netto energibehov. I følge tabell 7, har en biopellets-kamin en veiledende systemvirkningsgrad på 0.81. Levert energi for el og bio er gitt i tabellen under.

Levert energi

Energikilde	Netto energibehov	Systemvirkningsgrad	Levert energi
Bio	41 kWh/m ² år	0.81	50 kWh/m ² år
Elektrisitet	99 kWh/m ² år	1.00	99 kWh/m ² år
SUM	140 kWh/m ² år	-	150 kWh/m ² år

Merknad

Her blir altså levert energi for boligen 10 kWh/m²år høyere enn netto energibehov. For å kunne ta hensyn til at biobrensel er (i de fleste tilfeller) en miljøvennlig oppvarmingsløsning, må det regnes om i miljøvektet primærenergi behov.

2.7 Bestemmelse av vektet primærenergifaktor (PEF)

Primærenergifaktoren (PEF) ble opprinnelig definert for å ta hensyn til transporttap fra energi/varmeverk til brukssted, og produksjonstap i energi/varmeverk. PEF ble da brukt til å beregne hvor mye energi som måtte tilføres energi/varmeverket for å kunne dekke det gitte energibehovet hos brukeren (boligen).

PEF er senere utvidet til også å ta hensyn til hvor miljøvennlig og ønsket (politisk) en gitt energikilde er. **Primærenergi behovet som beregnes er derfor et miljøvektet energibehov.** Tabell 8 angir PEF for ulike energikilder.

Tabell 8 Vektete primærenergifaktorer for ulike energikilder

Energikilde	PEF
Bio	0.25
Fjernvarme	0.50
Gass	0.65
Elektrisitet	1.00
Olje/parafin	1.00

Varmepumper og solenergisystemer er ikke med i tabellen. Grunnen til det er at "gratis omgivelsesenergi" varmepumpen og solvarmeanleggene tar fra omgivelsene (jord, sjø, vann, luft, solinnstråling), tas hensyn til ved beregning av levert energi (tar hensyn til i varmefaktoren/produksjonsvirkningsgraden/COP).

Primærenergifaktoren kan også tolkes som en miljøbelastningsfaktor, der bruk av bio gir liten miljøbelastning, fjernvarme gir noe mer miljøbelastning⁶, bruk av gass gir ennå mer miljøbelastning, mens elektrisitet og olje/parafin gir mest miljøbelastning. Bakgrunn og begrunnelse for fastsettelse av verdiene i tabell 8 er gitt i Vedlegg 4.

Verdiene i tabellen må på ingen måte ses på som noen endelig bestemmelse av hvor miljøvennlige ulike energikilder er. Dette må ses på som første generasjons verdier, som må revideres når det foreligger et bedre grunnlag for fastsettelse.

2.8 Beregne miljøvektet primærenergibehov

Beregning av miljøvektet primærenergibehov finnes ved å multiplisere levert energi for ulike energikilder med primærenergifaktoren:

$$E_{\text{primær}} = E_{\text{levert}} \cdot \text{PEF}$$

PEF Primærenergifaktoren gitt i tabell 8

E_{levert} Levert energi for ulike energikilder, beregnet etter avsnitt 2.6.

Eksempel

Gitt eneboligen fra avsnitt 2.5 og 2.7. Beregn primærenergibehovet og bestem energimerke for boligen.

Fra tabell 8 tas PEF for bio og elektrisitet, til hhv. 0.25 og 1.00

Miljøvektet primærenergibehov for el og bio er gitt i tabellen under.

Primærenergibehov

Energikilde	Levert energi	PEF	Primær energibehov
Bio	50 kWh/m ² år	0.25	12.5 kWh/m ² år
Elektrisitet	99 kWh/m ² år	1.00	99 kWh/m ² år
SUM	150 kWh/m ² år	-	112 kWh/m ² år

Primærenergibehovet "reduseres" altså ned til 112 kWh/m²år, siden biobrensel er vurdert som en miljøvennlig energikilde. Ut fra tabell 1 gir da dette en **C**-merket bolig (med god margin).

⁶ Fjernvarme der en betydelig del av varmen produseres fra miljøvennlig energikilder, se Vedlegg 4.

2.9 Forslag til energimerkeformat og layout

Figur 2 nedenfor viser forslag til energimerke-layout. Det er valgt å ta med kun de mest sentrale resultatene fra energimerkeberegningen, for å gjøre merket så enkelt å brukervennlig som mulig. Som nevnt i avsnitt 2.2.3 skal energimerket bestemmes ut fra en beregning gjort for Oslo-klima, men energibehovene oppgitt i energimerket, dvs. numeriske verdier for netto-, levert- og primær, bør oppgis for reelt klima (energiberegning gjort med reelle klimadata for stedet). For levert energi vil det være mulig og fornuftig og dele dette opp i ulike energikilder, hvis det er gjort en full beregning av energiforsyningssystemet ihht. kapittel 2.5-2.8.

Det bør også vurderes om det skal gjøres brukerundersøkelser for å teste ulike versjoner av energimerket på vanlige forbrukere, for å se hvilke utførelse som er mest pedagogisk, og for å få svar på hvilke verdier som bør oppgis (blir forstått). Layout på energimerket bør også samkjøres med arbeidet som pågår i EPBD-arbeidet (EU-direktivet) i CEN regi. Forslaget gitt her må derfor ses på som et første foreløpig forslag til layout.

Norsk energimerkeordning for boliger		Villa "Biobo"	
Energimerke for bygningen (ut fra netto energibehov)		D	
Korrigeringsfaktor for miljøvennlig energiforsyning		+1	
☐ Forenklet tabellverdi ☒ Beregnet ☐ Ingen korrigeringsfaktor			
Samlet energimerke for boligen, bygning inkludert energiforsyning		C	
Netto energibehov:	140	kWh/m²år	
Levert energi (kjøpt energi):	150	kWh/m²år	
Miljøvektet primærenergi	112	kWh/m²år	
Boligens oppvarmede areal (bruksareal):	223	m²	
Oppvarmingssystem/kommentar: Helautomatisk biobrenselkamin, som dekker ca. 80 % av romoppvarmingen. Resten elektrisk.			

Figur 2 Forslag til layout og detaljeringsgrad på energimerket

3 Spesielle beregningsregler

3.1 Små leiligheter

Små leiligheter vil vanligvis få høyere spesifikk energibruk ($\text{kWh/m}^2\text{år}$) enn større leiligheter. Med små leiligheter mener vi her leiligheter som er mindre enn 50 m^2 . Grunnen til at små leiligheter har høyere spesifikt energibehov er flere:

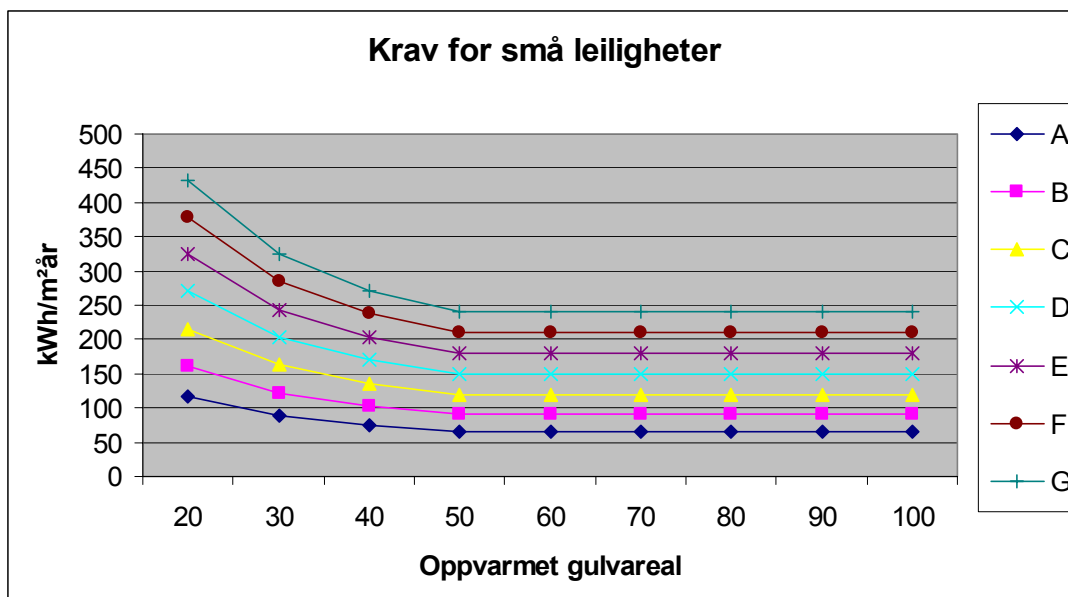
- De har ofte et større ventilasjonsbehov pga. av spesifikt krav til avtrekk fra kjøkken, bad og andre våtrom. Dette blir ofte betydelig høyere enn 0.5 luftskifter pr. time som er dimensjonerende krav i større boliger/leiligheter.
- De har vanligvis tilnærmet samme utstysgrad som større leiligheter (vaskemaskin, oppvaskmaskin, kjøleskap, PC, stereo, etc.). Det fører til at spesifikk energibruk til utstyr blir relativt høyt.
- Tappevannsforbruk i små leiligheter er trolig ikke mye mindre enn i mellomstore leiligheter (rundt 50 m^2). Det fører til at spesifikk energiforbruk til oppvarming av tappevann blir relativt høyt.

Disse forholdene fører til at små leiligheter får et høyt spesifikt forbruk, men allikevel vil det absolutte forbruket i kWh pr. år være lavere for små leiligheter. Små leiligheter er dessuten arealeffektive, noe som sparer ressurser og miljø. Det ville derfor være et galt signal å straffe små leiligheter, ved å bruke samme kravnivå som større boliger.

På bakgrunn av dette er det laget egne rammer (øvre rammer) for å oppnå de ulike merkene (A til G) for leiligheter mindre enn 50 m^2 . Øvre ramme for ulike energiramme kan enten regnes ut fra formlene i tabell 9, eller plottes grafisk i figur 3. For små leiligheter under 50 m^2 byttes altså verdier i tabell 1 ut med formler i tabell 9, eller figur 3.

Tabell 9 Kravnivå i $\text{kWh/m}^2\text{år}$ for energimerke for små leiligheter

Energimerke	Øvre ramme for energimerke ($\text{kWh/m}^2\text{år}$)
A-merke	$30.3 + 1735/A_{\text{oppv}}$
B-merke	$42 + 2400/A_{\text{oppv}}$
C-merke	$56 + 3200/A_{\text{oppv}}$
D-merke	$70 + 4000/A_{\text{oppv}}$
E-merke	$84 + 4800/A_{\text{oppv}}$
F-merke	$98 + 5600/A_{\text{oppv}}$
G-merke	$112 + 6400/A_{\text{oppv}}$



Figur 3 Kravnivå/øvre ramme for å oppnå ulike energimerkenivåer, for leiligheter under 50 m².

I energiberegningen for bestemmelse av energimerke skal følgende data brukes:

- Tappevannsbehovet for små leiligheter kan regnes som 1750 kWh/år uavhengig av størrelse på leiligheten (under 50 m²)
- Luftmengdebehovet til små leiligheter kan regnes lik 63 m³/h (17.5 l/s) uavhengig av størrelse på leiligheten (under 50 m²).
- Spesifikk energibruk og varmetilskudd fra utstyr kan regnes som:

$50.5 - 0.43 \cdot A_{\text{oppv}}$ (kWh/m²år), ved bruk av normalt utstyr

$42.5 - 0.43 \cdot A_{\text{oppv}}$ (kWh/m²år), der det brukes dokumentert lavenergi-hvitevarer

Regnet om som snitteffekt (årssnitt) blir det:

$5.76 - 0.05 \cdot A_{\text{oppv}}$ (W/m²), ved bruk av normalt utstyr

$4.85 - 0.05 \cdot A_{\text{oppv}}$ (W/m²), der det brukes dokumentert lavenergi-hvitevarer

Eksempel

Gitt en liten leilighet på 33 m², med kun elektrisk energiforsyning. Bestem først energibruk/varmetilskudd til tappevann og utstyr, samt ventilasjonsbehov. Det brukes energieffektivt utstyr. Bestem deretter de ulike merkenivåene for leiligheten, og bestem energimerke for den.

Løsning

Tappevannbehovet blir: $1750 \text{ kWh/år} = 1750/33 = 53 \text{ kWh/m}^2\text{år}$.

Luftmengdebehovet blir: $63 \text{ m}^3/\text{h} = 63/33 = 1.91 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ (ca. 0.76 oms/t)

Energibehov utstyr: $41.7 - 0.43 \cdot 33 = 27.5 \text{ kWh/m}^2$

Ut fra disse verdiene beregnes netto energibehov for leiligheten til:

Med et beregnet energibehov på 123 kWh/m²år for den 33 m² store leiligheten, gir det en C-merket leilighet (med god margin).

A-merke	$30.3 + 1735/33 = 83 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
B-merke	$42 + 2400/33 = 115 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
C-merke	$56 + 3200/33 = 153 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
D-merke	$70 + 4000/33 = 191 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
E-merke	$84 + 4800/33 = 229 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
F-merke	$98 + 5600/33 = 268 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
G-merke	$112 + 6400/33 = 306 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Ved energimerking av leiligheter er det en rekke spørsmål som dukker opp, skal hver leilighet eller hele leilighetskomplekset energimerkes?, skal fellesareal som trapper og korridorer tas med i beregningen?, skal spesielle arealer som garasjeanlegg og parkeringskjellere tas med i beregningen?

- Det skal være mulig å energimerke både hele leilighetskomplekser og/eller enkeltleiligheter.
- Ved beregning av hele leilighetskomplekser skal fellesarealer som korridorer og oppvarmede trapperom⁷ regnes som oppvarmet gulvareal. Uoppvarmede fellesarealer skal ikke tas med i energi- og arealberegningen. Se også 3.3.
- Garasjeanlegg og parkeringskjeller skal holdes utenfor energi- og arealberegningen og energimerkingen. Dette er fordi disse arealene har en helt annen funksjon enn boliger, og fordi parkeringsanlegg også ofte brukes av andre enn beboerne i leilighetskomplekset.

For å beregne spesifikt energibehov (kWh/m²år) er det nødvendig å bestemme arealet det skal normaliseres med på en entydig måte. Det er for energimerkingsmetoden naturlig å basere seg på arealdefinisjonene i forslag til nye energirammer [2, 3]:

1. Det skal benyttes benyttes bruksareal (BRA) i henhold til NS 3940 for beregning av spesifikt energibehov. Dette er grovt sett areal innvendig yttervegg. Ved bruk av BRA som grunnlag for spesifikt energibehov, må areal som ikke skal holdes oppvarmet trekkes fra, som beskrevet under.
2. Det foreslås at det i beregningen av spesifikt energibehov kan velges om rom som kjellerrom, boder og lignende skal tas med eller utelates i oppvarmet

⁷ For trapperom skal oppvarmet areal regnes som det horisontalprojiserte arealet i hver etasje, regnet innvendig yttervegg (beregnet areal).

areal, dvs. arealet som danner grunnlaget for spesifikt energibehov. Det er da to muligheter:

- a. Dersom arealet tas med som oppvarmet areal, skal rommet regnes å ha samme temperatur som tiliggende oppvarmede rom.
- b. Dersom arealet ikke tas med i oppvarmet areal for beregning av spesifikt energibehov, kan rommets varmemotstand tas med i beregningen av U-verdien for konstruksjonene som grenser mot rommet (reduserer da varmetapet).

3.4 Gevinst på bruk av energieffektiv belysningsanlegg, teknisk utstyr og varmtvannsberedere

I lavenergiboliger og passivhus⁸ vil energibruken til belysning, utstyr og tappevannsoppvarming bli dominerende energiposter i energibudsjettet. Det er derfor nærliggende å gjøre tiltak for å redusere dette forbruket mest mulig, siden det vanligvis er relativt små kostnader forbundet med disse tiltakene. Energimerkeordningen bør ta hensyn til slike tiltak og bidra til reduksjon av denne energibruken, som også ofte dekkes av elektrisk energi.

Samtidig må det ikke gis score for rene brukermessige tiltak som kan gi energibesparelser. Dette er tiltak som er avhengig av brukernes holdninger og atferd, og som kan forsvinne hvis det kommer nye eiere/brukere inn i bygget. Disse tiltakene har derfor lite med byggets innebygde energieffektivitet å gjøre.

Følgende tiltak vil det være åpning for å regne energibesparelser for:

- Det skal kunne regnes med energigevinst for styringssystemer for belysning. Dette kan være lysstyring etter tilstedeværelsesdetektorer, dagslysstyring eller tidsstyringssystemer. Lett tilgjengelige sentrale brytere som slår av all belysning når man er ute av boligen eller om natten, skal det også kunne regnes med. Dette kan eksempelvis være bryter i entre, som slår av all belysning når man er ute av leiligheten, eller bryter på soverom som slår av all belysning om natten.
- Det skal gis energigevinst (beregningmessig) ved installasjon av de mest energieffektive hvitevarene (A-merkede eller bedre). I tillegg til fryser, kjøleskap, tørketromler og vaskemaskiner, er nå også komfyrer, koketopper, mikrobølgeovner o.l. også energimerket.
- Det skal gis energigevinst ved bruk av ekstraisolerte varmtvannsberedere, med lavt varmetap. Det er flere leverandører som i dag markedsfører beredere med lavt varmetap.

Alle disse tiltakene er faste installasjoner som ikke har hyppig utbytting, og som vanligvis medfører ekstra investeringskostnader.

⁸ Passivhus er boliger med spesifikt oppvarmingsbehov lavere enn 15 kWh/m²år.

Energisparing pga. energieffektiv belysning, utstyr og tappevannsberedning skal dokumenteres med beregninger, men den nedre grense for hvor mye besparelse man tillater regnet med er gitt i Tabell 10. Det betyr f.eks. at for belysning skal man ikke kunne regne med mindre enn 14 kWh/m²år, uavhengig av hvor avansert styringssystem man har. Beregningsunderlag for begrensningen i tabell 10 er gitt i Vedlegg 3.

Tabell 10 Minste verdi som det kan regnes med, der man regner med energigevinst for lavenergi belysning, utstyr og tappevannsberedning.

Energipost	Nedre ramme	
	Energibruk	Snitteffekt
Belysning	14 kWh/m ² år	1.60 W/m ²
Utstyr	21 kWh/m ² år	2.40 W/m ²
Tappevannsoppvarming	32 kWh/m ² år	3.65 W/m ²

Det skal ikke regnes med energibesparelse ved bruk av lavenergilamper/belysning, siden dette er vurdert som for brukeravhengig. Det kan imidlertid i kommentarfeltet i energimerket angis hvor mye energibehovet blir hvis man bruker lavenergibelysning. Som tommelfingerregel blir energibruk til belysning halvert når det kun brukes lavenergi belysning (sparepærer og lysstoffrør), sett i forhold til veiledende verdier for belysning (23 kWh/m²år). Det må i beregningen av oppvarmingsbehov selvsagt tas hensyn til at ved bruk av mer energieffektiv belysning og utstyr vil også varmetilskuddet bli tilsvarende mindre.

3.5 Gevinst på bruk av temperatursenkingsautomatikk og ventilasjonsstyring

3.5.1 Temperatursenking

Det er allerede i beregningen av energimerkenivåer regnet med en moderat temperatursenkningseffekt, med senking fra 21°C til 19°C 8 timer i døgnet, se avsnitt 2.2.1.

For å kunne regne energigevinst ved ytterligere temperatursenking skal det være installert en programmerbar temperaturstyringsautomatikk.

For å ikke kunne regne med urealistisk besparelse med temperatursenkingsautomatikk er det satt visse begrensninger for hvor aggressivt man kan senke temperaturen:

- Laveste senkningstemperaturen skal være 17°C
- Temperaturen skal ikke være senket mer enn 14 timer i døgnet

For et normalt bygg vil dette gi en maksimal besparelse på 10 % av oppvarmingsbehovet. For lavenergiboliger vil besparelsen være betydelig mindre.

3.5.2 Ventilasjonsstyring

Luftskifte er i utgangspunktet satt som en fast verdi (normalisert verdi) til 0.5 oms/t, se avsnitt 2.2.1. Det gis derfor generelt ingen beregningsmessig energigevinst ved å ha styringssystemer for behovsstyring av ventilasjonen.

For små leiligheter, under 50 m², brukes det imidlertid større luftmengder enn 0.5 oms/t, pga. separat krav til avtrekk fra våtrom og kjøkken(se 3.1). Det er imidlertid rimelig at man kan bruke noe lavere luftmengder når det ikke er personer i leiligheten. Det åpnes derfor for at man for små leiligheter kan regne med et luftskifte på 0.5 oms/t i periodene det ikke er personer i leiligheten. Det bør ikke regnes med at personer er ute av leiligheten mer enn 12 timer i døgnet.

Eksempel

En 33 m² stor leilighet med luftvolum på 82 m³, beboes av en person som i snitt er ute av leiligheten 8 timer i døgnet. Leiligheten har et styringssystem som reduserer luftskiftet til 0.5 oms/t når det ikke er personer i leiligheten. Beregn gjennomsnittlig luftmengde og luftskifte i leiligheten.

Løsning

Leiligheten ventileres med 63 m³/h = 0.79 oms/t når det er personer i den. Når leiligheten er tom har den et luftskifte på 0.5 oms/t = 42 m³/h. Gjennomsnittlig luftmengde og luftskifte blir: $(63 \cdot 16 + 42 \cdot 8) / 24 = 56 \text{ m}^3/\text{h} = 0.68 \text{ oms/t}$.

4 Eksempler

4.1 Leilighetsbygg på Løren i Oslo, Selvaagbygg

Selvaagbygg AS planlegger å bygge vel 1 600 boliger på Løren i Oslo de kommende 8-9 årene. Først ut er Felt 1 med 200 leiligheter fordelt på fem lamellblokker.

Leilighetsstørrelsen varierer fra 48 m² BRA til 91 m² BRA. Blokkene har svalgangsløsning på den ene siden og balkonger på den andre. Husene oppføres i betong, og planlegges oppført med forbedret varmisolasjon (198 mm utfyllende bindingsverkvegger, antatt 100 mm kuldebrobrytere i dekkeforkantene), 3 lags vinduer med LE-belegg og argon gassfylling (U-verdi 1,1 W/m²K), og balansert ventilasjon med varmegjenvinning. Det er et uttalt mål for Løren-prosjektet at den årlige energibruken ikke skal overstige 100 kWh/m².

I dette kapitlet vises beregnet energibehov for en gavlleilighet på 73 m² (type C1) med tre yttervegger mot det fri og tak og golv grensende mot naboileilighet. Beregninger for de andre leilighetene på Løren er vist i vedlegg 5.

Tabell 11 Inndata bygning og installasjoner for en leilighet på 73 m².

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	73 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	175 m ³	-
Infiltrasjon	0.10 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	46.3 m ² /0.22 W/m ² K	-/0.28 W/m ² K
Yttertak, areal/U-verdi	0 m ² (mot nabo)	-/0.15 W/m ² K
Gulv, areal/U-verdi	0 m ² (mot nabo)	-/0.15 W/m ² K
Vinduer, areal/U-verdi	17.8 m ² /1.1 W/m ² K	20%/1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	23 kWh/m ² år (2.6 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	29 kWh/m ² år (3.3 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4.0 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2.0 W/m ²)	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)
Ventilasjon		
Luftskifte ^{3,4}	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m ³ /hm ²)
Virkn.grad gj.vinner	75 %	0 %
SFP (årlig vifteenergi)	2.0 kW/m ³ /s (6 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag	8 timer	8 timer

I energiberegningene antas det normerte verdi for personvarme (2,0 W/m²) og veiledende verdier for belysning (2,7 W/m²), utstyr (3,3 W/m²), og varmt tappevann (35 kWh/m²). Andre inndata for beregningen er vist i tabell 11.

Tabell 12 viser beregnet energibehov for leiligheten.

Tabell 12 Netto energibudsjett for 73 m² leilighet på Løren-utbyggingen.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	22 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	6 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	115 kWh/m ² år

Leilighetene vil bli tilknyttet fjernvarmenettet, og fjernvarme skal dekke all romoppvarming og tappevannsoppvarming. Fjernvarme har systemvirkningsgrad 88 % i henhold til tabell 7, og miljøvektet primærenergifaktor på 50% i henhold til tabell 8. Levert energi- og miljøvektet primærenergibehov er gitt i tabell 13 og 14.

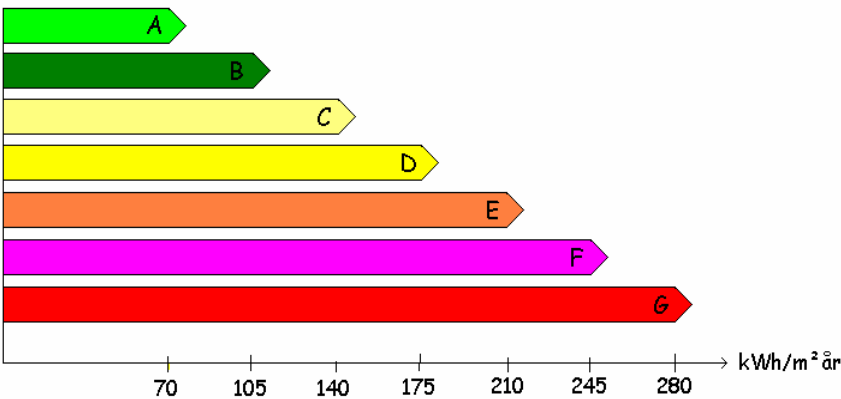
Tabell 13 Levert energi for 73 m² leilighet på Løren-utbyggingen.

Energikilde	Netto energibehov	Systemvirkningsgrad	Levert energi
Fjernvarme	57 kWh/m ² år	0.88	65 kWh/m ² år
Elektrisitet	58 kWh/m ² år	1.0	58 kWh/m ² år
SUM	115 kWh/m ² år	-	123 kWh/m ² år

Tabell 14 Miljøvektet primærenergibehov for 73 m² leilighet på Løren-utbyggingen.

Energikilde	Levert energi	PEF	Primær energibehov
Fjernvarme	65 kWh/m ² år	0.50	32 kWh/m ² år
Elektrisitet	58 kWh/m ² år	1.0	58 kWh/m ² år
SUM	123 kWh/m ² år	-	90 kWh/m ² år

Et miljøvektet primærenergibehov på 90 kWh/m² tilfredsstiller i følge tabell 1 akkurat kravene til en B-merket bolig.

Norsk energimerkeordning for boliger		Leilighet C1 (73 m ²) Løren, Selvaagbygg	
			
Energimerke for bygningen (ut fra netto energibehov)		C	
Korrigeringsfaktor for miljøvennlig energiforsyning		+1	
☐ Forenklet tabellverdi ☒ Beregnet ☐ Ingen korrigeringsfaktor			
Samlet energimerke for boligen, bygning inkludert energiforsyning		B	
Netto energibehov :		115	kWh/m ² år
Levert energi (kjøpt energi)		123	kWh/m ² år
Miljøvektet primærenergi		90	kWh/m ² år
Boligens oppvarmede areal (bruksareal):		73	m ²
Oppvarmingssystem/kommentar Leilighetskomplekset er tilknyttet fjernvarmesystemet, som dekker hele det termiske oppvarmings- og tappevannsbehovet.			

4.2 Leilighetsbygg i Pilestredet Park i Oslo, Skanska Bolig

Skanska Bolig AS skal i Pilestredet Park oppføre Parkhuset som et gjenbrukshus som i størst mulig grad skal baseres på ombrukte eller resirkulerte materialer. Huset er i seks etasjer med totalt areal 3 850 m² BRA. Bygget oppføres i betong, og planlegges oppført med forbedret varmeisolasjon (198 mm + 50 mm isolasjon i veggene), 2-lags vinduer med LE-belegg og argon gassfylling (U-verdi 1,4 W/m²K) og balansert ventilasjon (antatt 70 % varmegjenvinning). Andre data brukt i beregningen er vist i tabell 15.

Det er her brukt data, og gjort beregninger og energimerking for hele leilighetskomplekset, og ikke for hver leilighet som Løren-utbyggingen.

Tabell 15 Inndata bygning og installasjoner for Pilestredet Park, Parkhuset.

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	3 850 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	10 010 m ³	-
Infiltrasjon	0.10 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	1 616 m ² /0.20 W/m ² K	-/0.28 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	670 m ² /0.10 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	670 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	711 m ² /1.4 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	23 kWh/m ² år (2.6 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	29 kWh/m ² år (3.3 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4.0 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2.0 W/m ²)	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)
Ventilasjon		
Luftskifte ^{3,4}	0.5 oms/t (1.3 m ³ /hm ²)	0.5 oms/t (1.2 m ³ /hm ²)
Virkn.grad gj.vinner	70 %	0 %
SFP (årlig vifteenergi)	2.0 kW/m ³ /s (6 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag	8 timer	8 timer

I energiberegningene antas det normerte verdier for belysning (3,3 W/m²), utstyr (2,6 W/m²), personvarme (2,0 W/m²) og varmt tappevann (35 kWh/m²). Tabell 16 viser beregnet energibehov for leilighetskomplekset.

Tabell 16 Netto energibudsjett for hele Parkhuset, 3850 m².

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	27 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	6 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	121 kWh/m ² år

Parkhuset vil bli tilknyttet fjernvarmenettet, og fjernvarme skal dekke all romoppvarming og tappevannsoppvarming. Fjernvarme har systemvirkningsgrad 88 % i henhold til tabell 7, og miljøfaktor 50% i henhold til tabell 8. Beregnet levert energi- og miljøvektet primærenergibehov for Parkhuset er gitt i tabell 17 og 18.

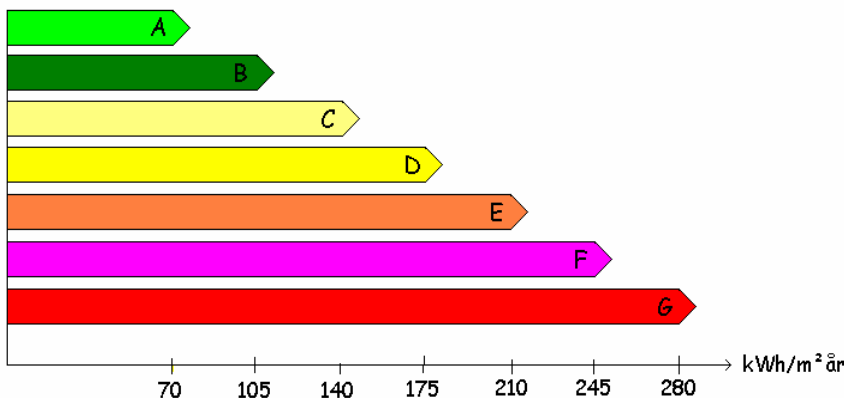
Tabell 17 Beregnet levert energi for hele Parkhuset, 3850 m².

Energikilde	Netto energibehov	Systemvirkningsgrad	Levert energi
Fjernvarme	62 kWh/m ² år	0.88	70 kWh/m ² år
Elektrisitet	58 kWh/m ² år	1.0	58 kWh/m ² år
SUM	121 kWh/m ² år	-	128 kWh/m ² år

Tabell 18 Miljøvektet primærenergibehov for hele Parkhuset, 3850 m².

Energikilde	Levert energi	PEF	Primærenergibehov
Fjernvarme	70 kWh/m ² år	0.50	35 kWh/m ² år
Elektrisitet	58 kWh/m ² år	1.0	58 kWh/m ² år
SUM	128 kWh/m ² år	-	93 kWh/m ² år

Det miljøvektede primærenergi behovet på 93 kWh/m²år gir i følge tabell 1 et C-merket leilighetsprosjekt, med god margin. Enkle tiltak på belysning eller teknisk utstyr vil redusere behovet til under 90 kWh/m²år, og dermed tilfredsstille kravene til et B-merket prosjekt.

Norsk energimerkeordning for boliger		Pilestredet Park, Parkhuset (3850 m²), Skanska bolig	
			
Energimerke for bygningen (ut fra netto energibehov)		D	
Korrigeringsfaktor for miljøvennlig energiforsyning		+1	
☐ Forenklet tabellverdi ☒ Beregnet ☐ Ingen korrigeringsfaktor			
Samlet energimerke for boligen, bygning inkludert energiforsyning		C	
Netto energibehov		121	kWh/m²år
Lvert energi (kjøpt energi)		128	kWh/m²år
Miljøvektet primærenergi behov		93	kWh/m²år
Boligens oppvarmede areal (bruksareal):		3850	m²
Oppvarmingssystem/kommentar Leilighetskomplekset er tilknyttet fjernvarmesystemet, som dekker hele det termiske oppvarmnings- og tappevannsbehovet.			

4.3 Rekkehusbebyggelse på Lillehammer; konseptprosjekt LOBB

På Smestadmoen i Lillehammer er det planlagt å bygge ca. 40 rekkehus med passivhusstandard. Lillehammer og omegn boligbyggelag (LOBB) er byggherre. Disse rekkehusene er ennå ikke ferdig planlagt, men det er laget en mulighetsstudie av området, og SINTEF har laget en energimessig konseptstudie av bebyggelsen. Denne konseptstudien er brukt som case her.

Det er valgt å regne på et midtrekkehus som er 5 meter bredt og 9.5 meter dybt (innvendige mål), og er i to etasjer. Bruksarealet er 95 m² (oppvarmet gulvareal). Andre bygnings- og installasjonstekniske data er gitt i tabell 19. Rekkehusene har energiforsyning bestående et kombinert biopellets/solfangersystem, der den automatiske biopellettskjelen slår inn når ikke solfangeranlegget produserer

tilstrekkelig med energi. Solfangeranlegget er beregnet å dekke 55 % av tappevannsbehovet (19 kWh/m²år). Det resterende termiske behovet (romoppvarming og tappevann) dekkes av biopellettskjelen.

Tabell 19 Inndata bygning og installasjoner.

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	95 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	205 m ³	-
Infiltrasjon	0.05 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	34 m ² /0.14 W/m ² K	-/0.28 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	47.5 m ² /0.09 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	47.5 m ² /0.10 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	19 m ² /0.80 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster		
Belysning (snitteffekt)	14 kWh/m ² år (1.6 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	21 kWh/m ² år (2.4 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4.0 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2.0 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	82 %	0 %
SFP(årlig vifteenergi)	1.5 kW/m ³ /s (4 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. Dag	8 timer	8 timer

Netto energibehov for dette rekkehuset er beregnet med programmet Energi i Bygninger 3.5 (www.programbyggerne.no), og resultatet er vist i tabell 20.

Tabell 20 Netto energibudsjett for rekkehuset.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	8 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	4 kWh/m ² år
4. Belysning	14 kWh/m ² år
5. Utstyr	21 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	82 kWh/m ² år

Systemvirkningsgraden for biopellettskjel-anlegget er satt til 0.77 og 9.0 for solfangeranlegget (begge fra tabell 7). Miljøvektet primærenergifaktor for biobrensel er 0.25. Levert energi og miljøvektet primærenergibehov er vist i tabell 21 og 22.

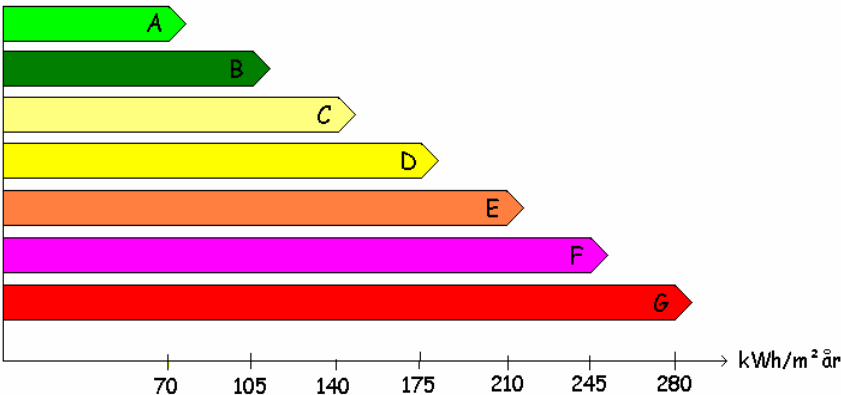
Tabell 21 Levert energi for rekkehuset.

Energikilde	Netto energibehov	Systemvirkningsgrad	Levert energi
Biopellettskjel	24 kWh/m ² år	0.77	31 kWh/m ² år
Solfanger	19 kWh/m ² år	9.0	2 kWh/m ² år
Elektrisitet	39 kWh/m ² år	1.0	39 kWh/m ² år
SUM	82 kWh/m ² år	-	72 kWh/m ² år

Tabell 22 Miljøvektet primærenergibehov for rekkehuset.

Energikilde	Lvert energi	PEF	Primær energibehov
Bio	31 kWh/m ² år	0.25	8 kWh/m ² år
Sol	2 kWh/m ² år	1.00	2 kWh/m ² år
Elektrisitet	39 kWh/m ² år	1.00	39 kWh/m ² år
SUM	72 kWh/m ² år	-	49 kWh/m ² år

Et miljøvektet primærenergibehov på 49 kWh/m² gir en A-merket bolig med god margin. Energimerke for rekkehuset er gitt nedenfor.

Norsk energimerkeordning for boliger		"Konseptstudie Smestadmoen"	
			
Energimerke for bygningen (ut fra netto energibehov)		B	
Korrigeringsfaktor for miljøvennlig energiforsyning		+1	
☐ Forenklet tabellverdi ☒ Beregnet ☐ Ingen korrigeringsfaktor			
Samlet energimerke for boligen, bygning inkludert energiforsyning		A	
Netto energibehov :	82	kWh/m ² år	
Lvert energi	72	kWh/m ² år	
Miljøvektet primærenergibehov	49	kWh/m ² år	
Boligens oppvarmede areal (bruksareal):	95	m ²	
Oppvarmingssystem/kommentar Kombinert solfanger/biopelletsanlegg som dekker hele der termiske energibehovet til romoppvarmingen og tappevann. Resten elektrisk.			

5 Skisse for implementering av energimerking i markedet

5.1 Administrasjon av metoden

Det foreslås at det opprettes et lite sekretariat for administrasjon av metoden, som kan initiere kursvirksomhet, gjøre kvalitetssikring av beregninger ved stikkprøver, og som også har ansvar for å føre statistikk over antall energimerkede bygg, og dokumentere erfaringer med merkeordningen.

5.2 Krav til kurs/sertifisering

Det foreslås i utgangspunktet at de som har ansvarsrett til å utføre energiberegninger ihht. forskriftskrav, også automatisk er sertifisert for å utføre energimerkeberegninger. Dette er naturlig, fordi den samme energiberegningen for beregning mot energiramme i forskriftene, også kan brukes til å energimerke boligen.

Når det gjelder beregning av netto energibehov bør dette gå relativt uproblematisk uten massiv kursing og opplæring. Beregning av levert energi og primærenergi behov vil trolig kreve noe kurs- og opplæringsvirksomhet for å kunne operasjonaliseres i byggebransjen.

5.3 Kvalitetssikring av beregninger

En ekstern kvalitetssikring i form av stikkprøver, utført av eksperter bør gjøres. Med krav til standard inndata-tabell, hvor de viktigste energidata for bygget er, vil det for en ekspert være relativt enkelt å se om energimerke-beregningen er tilnærmet riktig. Det er også teknisk mulig å lage en automatisk kvalitetssikring av energimerkeberegningene hvis inndata-tabellen foreligger elektronisk.

5.4 Insentiver for å få stor utbredelse

Husbanken og Enova kan også øke utbredelse av energimerket betydelig ved å kreve dokumentasjon ihht. energimerkemetoden i prosjekter der de gir støtte eller lån/lånetillegg.

Det vil selvsagt også være meget gunstig for utbredelsen at Bransjeforeningene og boligbransjen generelt tar det i bruk ved markedsføring av boliger.

6 Overførbarhet til eksisterende boliger og andre bygningstyper

6.1 Andre bygningstyper

Energimerkemetoden bør relativt enkelt kunne overføres til andre bygningstyper. Men siden kjøling er utbredt i yrkesbygg, bør energibudsjettet i Tabell 5 utvides med en egen post "Kjøling". Det behøves også en noe mer detaljert beregningsmetode for å kunne ta hensyn til kjøling. I yrkesbygg vil normalt oppvarming og tappevannsvarming bety mindre for det totale energibehovet, og andre forbruksposter tilsvarende mer (belysning, elektrisk utstyr, datautstyr, kjøling m.m.). Likevel vil mengden input-data være omtrent det samme som ved beregning av energibehov for boliger.

I forslag til nye forskriftskrav til bygningers energibehov (Thyholt og Dokka, 2003) angis 13 bygningstyper:

1. Småhus
2. Boligblokker
3. Barnehager
4. Kontorbygg
5. Skolebygg
6. Sykehus
7. Sykehjem
8. Hoteller
9. Restaurantbygg
10. Idrettsbygg
11. Forretningsbygg
12. Kulturbygg
13. Bygning for lett industri, verksteder

De to første bygningstypene (småhus og boligblokker) inngår i energimerkemetoden. For å utvide metoden til også å omfatte de andre bygningstyper, må det etableres grenseverdier (nivået for de ulike energiklassene) for disse byggene.

6.2 Eksisterende bygninger

Samme metode må kunne brukes for både nye og eksisterende bygninger. En ny bolig i dag er en eksisterende bolig i morgen, og det vil svekke troverdigheten til energimerkingen om klassifiseringen blir forskjellig, avhengig av hva slags metode som benyttes. For nye bygninger vil man ha godt tegningsgrunnlag og god informasjon om tekniske løsninger. For eksisterende bygninger, derimot, er det ofte mangel på slik informasjon, og man må i større grad basere seg på den informasjonen man kan innhente under en befaring i bygget.

Dersom samme metode skal brukes for nye og eksisterende bygninger, vil det i praksis være datamengden som kan innhentes for eksisterende bygninger som vil være dimensjonerende for utformingen av metoden.

Referanser

- \1\ "Forslag til energimerkeordning for nye boliger – Forprosjekt" Tor Helge Dokka, Trine D. Pettersen, Britt Hellenen, SINTEF Bygg og Miljø, Arkitektur og byggteknikk, STF22 A03503, Mars 2003
- \2\ Dokka, T. H., Thyholt, M. Revidert metode for energirammeberegning. STF22 A01523, SINTEF, 2001.
- \3\ Thyholt, M., Dokka, T. H., Nye forskriftskrav til bygningers energibehov. STF A03524, SINTEF Bygg og miljø, Desember 2003.
- \4\ Directive 2002/19/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings.
- \5\ CEN/BT WG 173 EPBD N15, Standards supporting the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), "Umbrella document", Version 3, 20 October 2004
- \6\ Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk, Kommunal og arbeidsdepartementet, 22 Januar 1997, nr. 33
- \7\ NS-EN 832 Bygningers energibehov til oppvarming. Boliger, Norsk Standard, Mai 1999
- \8\ ISO 13 790 Thermal performance of buildings – Calculation of energy use for space heating, June 2004.
- \9\ ISO 13370 Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods, 1998.
- \10\ Judkoff R, Neymark J, International Energy Agency Building Energy Simulation Test (BESTTEST) and Diagnostic Method, IEA SHC Task 12 & IEA ECBC Annex 21, NREL 1995.
- \11\ Lomas et.al., Empirical validation of thermal building simulation programs using test room data, Volume 1-3, IEA SHC Task 12 & IEA ECBC Annex 21, September 1994.
- \12\ Byggearealstatistikk 2001, SSB, Juni 2002
(http://www.ssb.no/emner/10/09/nos_byggeareal/)
- \13\ Tore Wigenstad, VENTILASJON AV SMÅ LEILIGHETER I BLOKK/REKKEHUS, SINTEF Notat, Jan 2004.
- \14\ Dokka TH, Havik T, Bjørnseth A, Lien AG., Utvikling og optimalisering av bygningselementer for vegger, tak og gulv med ekstra isolasjons-tykkelser. SINTEF Rapport, Februar 2002.

Oversikt over arbeid med EU-direktivet i CEN-regi (Work Items)

CEN/TC-komite	Work item	Tittel/Arbeidsbeskrivelse
89	WI 1.	Energy performance of buildings – Methods of assessment to be used for the energy certification of buildings(Including guidelines for developing certification schemes)
189	WI 3.	Energy performance of buildings – Ways of expressing energy performance of buildings
89	WI 4.	Energy performance of buildings – Application of calculation of energy use to existing buildings
89	WI 14.	Thermal performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling – Simplified method
89	WI 15.	Thermal performance of buildings – Calculation of energy use for space heating – Simplified method with extension of scope of EN ISO 13790
89	WI 16.	Thermal performance of buildings – Sensible room cooling load calculation – General criteria and validation procedures
89	WI 17.	Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling – General criteria and validation procedures
89	WI 23.	Review of standards dealing with calculation of heat transmission - 1st set
89	WI 24.	Review of standards dealing with calculation of heat transmission in buildings. – 2nd set
89	WI 27.	Performance requirements for temperature calculation procedure without mechanical cooling
89	WI 28.	Performance requirements for temperature calculation procedure with mechanical cooling
156	WI 12.	Dynamic calculation of room temperatures and of load and energy for buildings with room conditioning systems (including solar shading, passive cooling, and position and orientation)
156	WI 18.	Ventilation for buildings – Calculation methods for the determination of air flow rates in dwellings including infiltration
156	WI 19.	Ventilation for buildings – Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration.
156	WI 20.	Ventilation for buildings – Calculation methods for energy requirements due to ventilation systems in buildings
156	WI 21.	Ventilation for buildings – Calculation methods for energy requirements due to ventilation systems in dwellings
156	WI 25.	Ventilation for non residential buildings – Performance requirements for ventilation and room conditioning systems
156	WI 30.	Inspection of ventilation systems
156	WI 31.	How to specify criteria for the internal environment, (thermal, lighting, IAQ)
156	WI 6.	Energy performance of buildings – Guidelines for the inspection of air-conditioning systems
169	WI 13.	Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting (including daylighting)

Vedlegg

V1. Underlagsberegninger for fastsettelse av merkenivåer.

Det er valgt å beholde oppdelingen i småhus og leiligheter/leilighetskomplekser, som foreslått i forprosjektrapporten \1\, og som også følger oppdelingen i EU-direktivet \4\. Det har også i hovedprosjektet blitt diskutert om det kun skal være en klasse, dvs. samme nivå, på alle boligtyper. Hovedgrunnene til å falle ned på de to typene småhus og enebolig er:

1. Å gi samme kravnivå for leiligheter ville bety at man, for eksempel, kunne isolere leiligheter dårligere enn rekkehus, og allikevel oppnå samme energimerke. Det mener vi er feil signal å sende.
2. EU-direktivet har innført denne oppdelingen, og det er i arbeidet med energimerkeprosjektet forsøkt å forholde seg til retningslinjene i direktivet.
3. Denne oppdelingen er også brukt i forslaget til nye energirammer (forskriftskrav) \3\.

Nivået for småhus er regnet ut fra et typisk enderekkehus på 112 m² i to etasjer. Det fører til at eneboliger som normalt har større ytterflater(tak, gulv, vegger) pr. oppvarmede gulvareal blir straffet for dette. Det betyr i praksis at man må gjøre mer omfattende tiltak på eneboliger enn for andre småhustyper (eks. rekkehus og 2-mannsboliger) for å oppnå samme energimerke.

For leiligheter er de ulike energimerkenivåene regnet ut for en 80 m² stor gjennomlyst leilighet (to fasader), med leiligheter på hver side, men med gulv mot kald parkeringskjeller.

Det er valgt å beholde oppdelingen mellom merkenivåene på ca. 30 kWh/m², som foreslått i forprosjektrapporten \1\. D-nivå er satt ut fra dagens forskriftsnivå \6\ på oppvarmingsbehov, med veiledende verdier for tappevann, vifter, belysning og utstyr.

Nedenfor er det vist eksempler på hvordan de ulike nivåene for D- til A-nivå, kan oppnås for de to boligtypene. Det er selvsagt utallig andre måter å oppnå det samme energimerke på. Men, beregningene viser eksempel på fornuftige måter å oppnå et gitt energimerke på.

Alle beregninger/simuleringer i dette vedlegget er utført med programmet *Energi i Bygninger 3.5* (www.programbyggerne.no).

V.1.1 D-nivå for leiligheter

D-nivået er beregnet ut fra krav til U-verdier og vindusareal ihht. dagens forskriftskrav, og veiledende verdier for tappevann, vifter, lys og utstyr. Andre inndata er gitt i tabell V.1

Tabell V.1 Inndata for D-nivå leilighet

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	80 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	200 m ³	-
Infiltrasjon	0.15 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	27 m ² /0.28 W/m ² K	-/0.28 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	0 m ² /-	-/0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	80 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	16 m ² /1.6 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	23 kWh/m ² år (2.63 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	29 kWh/m ² år (3.31 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	0 %	0 %
SFP(årlig vifteenergi)	0.67 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

Beregning av netto energibehov med disse data gir energibudsjett som vist i tabell V.2.

Tabell V.2 Netto energibudsjett for D-merket leilighet.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	60 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	2 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	149 kWh/m ² år

Leiligheten har kun elektrisk energiforsyning, og netto-, levert energi- og miljøvektet primærenergi behov er da likt (149 kWh/m²år). I tabell 1 er D-nivået rundet av til 150 kWh/m²år.

V.1.2 C-nivå for leiligheter

Oppvarmingsbehovet er den største energiposten for D-nivået og det er derfor nærliggende å gjøre tiltak for å redusere det. Det foreslås følgende tiltak:

1. Det installeres balansert ventilasjon med virkningsgrad på 60 %. SFP faktoren og vifteenergien øker da fra 2 kWh/m²år til 6 kWh/m²år.

2. Det gjøres tiltak for å bedre tettheten (lekkasjetallet ved 50 Pa, N50), fra 4 oms/t ned til 1.5 oms/t. Det reduserer infiltrasjonen til 0.09 oms/t.
3. Det brukes vinduer med U-verdi på 1.4 W/m²K.

Andre data for C-nivå leilighet er gitt i tabell V.3

Tabell V.3 Inndata for C-nivå leilighet

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	80 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	200 m ³	-
Infiltrasjon	0.09 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	27 m ² /0.22 W/m ² K	-/0.28 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	0 m ² /-	-/0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	80 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	16 m ² /1.4 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	23 kWh/m ² år (2.63 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	29 kWh/m ² år (3.31 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	60 %	0 %
SFP(årlig vifteenergi)	2.0 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

Tabell V.4 viser beregnet netto energibehov for leiligheten. Leiligheten har kun elektrisk energiforsyning, og netto-, levert energi- og miljøvektet energibehov er da likt (120 kWh/m²år).

Tabell V.4 Netto energibudsjett for C-merket leilighet.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	27 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	2 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	120 kWh/m ² år

V.1.3 B-nivå for leiligheter

Vi ser av energibudsjettet for C-merket leilighet at det består av mange nesten like store energiposter. For å få ned energibruken ytterligere må det satset på en mer helhetlig tiltakspakke, som ikke kun går på oppvarming. Det foreslås da følgende tiltak:

1. Ytterveggen ekstraisoleres slik at U-verdien kommer ned i 0.17 W/m²K

2. Gulv mot parkeringskjeller ekstraisoleres slik at U-verdien kommer ned i 0.10 W/m²K.
3. Det brukes 3-lags vinduer med to lavemisjonsbelegg, argongassfylling og spacer med lav varmeledning (for eksempel rustfri stålspace). Disse har en U-verdi på 1.05 W/m²K.
4. Det brukes balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinner, med en virkningsgrad på 80 %.
5. Det gjøres tiltak for å redusere lekkasjetallet (v/ 50 Pa) ytterligere ned i 0.6 oms/t, noe som reduserer infiltrasjonen ned til 0.05 oms/t.
6. Leilighetene leveres med A-merkede hvitevarer.
7. Det installeres et sentralt styringssystem for belysning som kan slå av belysning om natten, og når det ikke er personer i leiligheten.

Tabell V.5 Inndata for B-nivå leilighet

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	80 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	200 m ³	-
Infiltrasjon	0.05 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	27 m ² /0.17 W/m ² K	-0.28 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	0 m ² /-	-0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	80 m ² /0.10 W/m ² K	-0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	16 m ² /1.05 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	14 kWh/m ² år (1.60 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	21 kWh/m ² år (2.40 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	60 %	0 %
SFP(årlig vifteenergi)	2.0 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

Tabell V.6 viser beregnet energibehov for B-merket leilighet. Oppvarmingsbehovet er på kun 14 kWh/m²år, noe som er under Passivhus-standarden på 15 kWh/m²år.

Tabell V.6 Netto energibudsjet for B-merket leilighet.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	14 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	6 kWh/m ² år
4. Belysning	14 kWh/m ² år
5. Utstyr	21 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	90 kWh/m ² år

Det er også her kun elektrisk energiforsyning, og netto-, levert energi- og primærenergibehov er det samme.

V.1.4 A-nivå for leiligheter

For å komme ned på A-nivå må det også ses på/gjøres tiltak på energiforsyningssiden. Det kan være ulike løsninger som tilfredsstiller A-nivå, solfangersystemer, fjernvarmeleveranse, varmepumpesystemer, biobrenselløsninger. Alle må imidlertid kombineres med relativt omfattende tiltak for å redusere netto energibehov. Det er her vist og gjort beregning av en løsning med en "super-lavenergibolig", dvs. under passivhus-standard, som dekker en betydelig del av varmtvannsbehovet med et solfangersystem. Aktuelle tiltak er:

1. Alle tiltak oppgitt for B-merket leilighet, men pluss:
2. Vinduene byttes ut til såkalt passivhus standard, dvs. med U-verdi på 0.8 W/m²K
3. Ytterliggere isolert yttervegg, som gir en U-verdi på 0.14 W/m²K
4. Et ventilasjonssystem med lav spesifikk vifteeffekt: SFP = 1.4 kW/m³/s
5. Et solfangersystem som dekker 60 % av oppvarmingsbehovet for varmt tappevann.

Tabell V.7 Inndata for A-nivå leilighet

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	80 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	200 m ³	-
Infiltrasjon	0.05 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	27 m ² /0.14 W/m ² K	-0.28 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	0 m ² /-	-0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	80 m ² /0.10 W/m ² K	-0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	16 m ² /0.80 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	14 kWh/m ² år (1.60 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	21 kWh/m ² år (2.40 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	80 %	0 %
SFP (årlig vifteenergi)	1.4 kW/m ³ /s (4 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

Disse tiltakene gir netto energibudsjett som vist i tabell V.8. Med solfangeranlegg som dekker 60 prosent av tappevann, blir levert energi og miljøvektet primærenergi behov som vist i tabell V.9.

Tabell V.8 Netto energibudsjett for A-merket leilighet.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	9 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	4 kWh/m ² år
4. Belysning	14 kWh/m ² år
5. Utstyr	21 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	83 kWh/m ² år

Tabell V.9 Beregning av levert energi og miljøvektet primærenergibehov for A-merket leilighet.

Energikilde	Netto energibehov	Syst. virk.gr	Levert energi	PEF	Primær energibehov
Sol	21 kWh/m ² år	9.0	2 kWh/m ² år.	1.00	2 kWh/m ² år
Elektrisitet	62 kWh/m ² år	1.0	62 kWh/m ² år	1.00	62 kWh/m ² år
SUM	83 kWh/m ² år		64 kWh/m ² år	-	64 kWh/m ² år

Et alternativet til solfanger er å bruke fjernvarme, hvis tilgjengelig; som dekker hele rom- og tappevannsoppvarmingsbehovet. Men da kan ikke romoppvarmingsbehovet være over 11 kWh/m²år.

Et annet alternativ er å bruke en biopelletsovn som minimum dekker 80 % av det årlige behovet for tappevann og oppvarming. Da kan netto energibehov være som for B-merket leilighet, med oppvarmingsbehov på 14 kWh/m²år og totalt 90 kWh/m²år.

V.1.5 D-nivå for småhus

D-nivået er beregnet ut fra et to-etasjers enderekkehus på 112 m², med krav til U-verdier og vindusareal ihht. dagens forskriftskrav, og veiledende verdier for tappevann, vifter, lys og utstyr. Inndata for rekkehuset er gitt i tabell V.10

Tabell V.10 Inndata for D-nivå småhus.

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	112 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	269 m ³	-
Infiltrasjon	0.15 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	96.4 m ² /0.22 W/m ² K	-/0.22 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	56 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	56 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	22.4 m ² /1.6 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	23 kWh/m ² år (2.63 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	29 kWh/m ² år (3.31 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	0 %	0 %
SFP(årlig vifteenergi)	0.67 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

Beregnet netto energibehov er gitt i tabell V.11.

Tabell V.11 Netto energibudsjett for D-merket småhus.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	70 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	2 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	159 kWh/m ² år

Leiligheten har kun elektrisk energiforsyning, og netto-, levert energi- og miljøvektet energibehov er da likt (159 kWh/m²år). I tabell 1 er D-nivået rundet av til 160 kWh/m²år.

V.1.6 C-nivå for småhus

Som for leiligheter er oppvarmingsbehovet den største energiposten for D-nivået. Det foreslås følgende tiltak:

1. Det installeres balansert ventilasjon med virkningsgrad på 60 %. SFP faktoren og vifteenergien øker da fra 2 kWh/m²år til 6 kWh/m²år.
2. Det gjøres tiltak for å bedre tettheten (lekkasjetallet ved 50 Pa, N50), fra 4 oms/t ned til 1.5 oms/t. Det reduserer infiltrasjonen til ca. 0.10 oms/t.
3. Det brukes vinduer med U-verdi på 1.4 W/m²K.

Andre data for C-nivå småhus er gitt i tabell V.12

Tabell V.12 Inndata for C-nivå småhus

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	112 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	269 m ³	-
Infiltrasjon	0.10 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	96.4 m ² /0.22 W/m ² K	-/0.22 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	56 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	56 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	22.4 m ² /1.4 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	23 kWh/m ² år (2.63 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	29 kWh/m ² år (3.31 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m ³ /hm ²)
Virkn.grad gj.vinner	60 %	0 %
SFP(årlig vifteenergi)	2.0 kW/m ³ /s (6 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

Tabell V.13 viser beregnet netto energibehov for rekkehuset. Rekkehuset har kun elektrisk energiforsyning, og netto-, levert energi- og miljøvektet energibehov er da likt (128 kWh/m²år). I tabell 1 er dette avrundet til 130 kWh/m²år.

Tabell V.13 Netto energibudsjett for C-merket småhus.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	35 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	2 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	128 kWh/m ² år

V.1.7 B-nivå for småhus

For å nå B-nivå for småhus (100 kWh/m²år) er det brukt følgende tiltak:

1. Ytterveggen ekstraisoleres slik at U-verdien kommer ned i 0.18 W/m²K
2. Gulv mot grunnen ekstraisoleres slik at U-verdien kommer ned i 0.12 W/m²K.
3. Det brukes 3-lags vinduer med to lavemisjonsbelegg, argongassfylling og spacer med lav varmeledning (for eksempel rustfri stålspace). Disse har en U-verdi på 1.05 W/m²K.
4. Det brukes balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinner, med en virkningsgrad på 80 %.
5. Det gjøres tiltak for å redusere lekkasjetallet (v/ 50 Pa) ytterligere ned i 0.8 oms/t, noe som reduserer infiltrasjonen ned til 0.06 oms/t.
6. Rekkehuset leveres med A-merkede hvitevarer.
7. Det installeres et sentralt styringssystem for belysning som kan slå av belysning om natten, og når det ikke er personer i leiligheten.

Data for B-nivå småhus er gitt i tabell V.14

Tabell V.14 Inndata for B-nivå småhus

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	112 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	269 m ³	-
Infiltrasjon	0.06 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	96.4 m ² /0.18 W/m ² K	-/0.22 W/m ² K
Yttertak; areal/U-verdi	56 m ² /0.15 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Gulv; areal/U-verdi	56 m ² /0.12 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer; areal/U-verdi	22.4 m ² /1.05 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlaster²		
Belysning (snitteffekt)	14 kWh/m ² år (1.60 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	21 kWh/m ² år (2.40 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	80 %	0 %
SFP(årlig vifteenergi)	2.0 kW/m ³ /s (6 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

Tabell V.15 viser beregnet netto energibehov for rekkehuset. Rekkehuset har også her kun elektrisk energiforsyning, og netto-, levert energi og miljøvektet energibehov er da likt (99 kWh/m²år). I tabell 1 er dette avrundet til 100 kWh/m²år.

Tabell V.15 Netto energibudsjett for B-merket småhus.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	23 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	6 kWh/m ² år
4. Belysning	14 kWh/m ² år
5. Utstyr	21 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	99 kWh/m ² år

V.1.8 A-nivå for småhus

For å komme ned på A-nivå må det gjøres tiltak på energiforsyningssiden, men også kombineres med relativt omfattende tiltak for å redusere netto energibehov. Det er her valgt et konsept med et "super-lavenergihus" under passivhus-standard, som dekker en betydelig del av varmtvannsbehovet med et solfangersystem. Aktuelle tiltak er:

1. Alle tiltak oppgitt for B-merket småhus, men pluss:
2. Vinduene byttes ut til passivhus-standard, dvs. med U-verdi på 0.8 W/m²K
3. Ytterligere isolert yttervegg, som gir en U-verdi på 0.14 W/m²K
4. Ekstrasolert yttertak, som gir en U-verdi på 0.11 W/m²K
5. Et ventilasjonssystem med lav spesifikk vifteeffekt: SFP = 1.4 kW/m³/s
6. Et solfangersystem som dekker 60 % av oppvarmingsbehovet for varmt tappevann.

Tabell V.16 Innndata for A-nivå småhus

Inndata	Brukt i energimerkeberegning	Referanse
Bygningskropp		
Oppvarmet gulvareal	112 m ²	-
Oppvarmet luftvolum	269 m ³	-
Infiltrasjon	0.06 oms/h	0.15 oms/h
Yttervegg, areal/U-verdi	96.4 m ² /0.14 W/m ² K	-/0.22 W/m ² K
Yttertak, areal/U-verdi	56 m ² /0.11 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Gulv, areal/U-verdi	56 m ² /0.12 W/m ² K	-/0.15 W/m ² K
Vinduer, areal/U-verdi	22.4 m ² /0.80 W/m ² K	20% ¹ /1.6 W/m ² K
Internlast²		
Belysning (snitteffekt)	14 kWh/m ² år (1.60 W/m ²)	23 kWh/m ² (2.63 W/m ²)
Utstyr (snitteffekt)	21 kWh/m ² år (2.40 W/m ²)	29 kWh/m ² (3.31 W/m ²)
Varmtvann (snitteffekt)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)	35 kWh/m ² år (4 W/m ²)
Personer	17.5 kWh/m ² år (2 W/m ²)	17.5 kWh/m²år (2 W/m²)
Ventilasjon		
Luftskifte	0.5 oms/t	0.5 oms/t (1.2 m³/hm²)
Virkn.grad gj.vinner	80 %	0 %
SFP (årlig vifteenergi)	1.4 kW/m ³ /s (4 kWh/m ² år)	0.66 kW/m ³ /s (2 kWh/m ² år)
Oppvarming		
Settpunkt oppvarming ⁵	21/19 °C	21/19 °C
Timer senket pr. dag ⁵	8 timer	8 timer

Tiltakene gir netto energibudsjett som vist i tabell V.17. Med solfangeranlegg som dekker 60 prosent av tappevann, blir levert energi og miljøvektet primærenergi behov som vist i tabell V.18.

Tabell V.17 Netto energibudsjett for A-merket småhus.

Energipost	Energibehov
1. Oppvarming	14 kWh/m ² år
2. Tappevann	35 kWh/m ² år
3. Vifter	4 kWh/m ² år
4. Belysning	14 kWh/m ² år
5. Utstyr	21 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	88 kWh/m ² år

Tabell V.18 Beregning av levert og miljøvektet primærenergi behov for A-merket småhus.

Energikilde	Netto energibehov	Syst. virk.gr	Levert energi	PEF	Primær energibehov
Sol	21 kWh/m ² år	9.0	2 kWh/m ² år.	1.00	2 kWh/m ² år
Elektrisitet	67 kWh/m ² år	1.0	67 kWh/m ² år	1.00	67 kWh/m ² år
SUM	88 kWh/m ² år		69 kWh/m ² år	-	69 kWh/m ² år

Et alternativet til solfanger er å bruke fjernvarme, hvis tilgjengelig; til å dekke hele rom- og tappevannsoppvarmingsbehovet. Det forutsetter også at oppvarmingsbehovet er under 15 kWh/m²år (passivhus-std).

Et annet alternativ er å bruke en biopelletsovn som minimum dekker 80 % av det årlige behovet for tappevann og oppvarming. Da kan netto energibehov være som for B-merket småhus, med oppvarmingsbehov på 23 kWh/m²år og totalt 99 kWh/m²år.

V.1.9 Oppsummering

Tabellene V.19 og V.20 gir en oppsummering av beregningsunderlaget for merkenivåene, for hhv. leiligheter og småhus.

Tabell V.19 Oppsummering av beregningsunderlag og resultat for leiligheter.

	D-nivå	C-nivå	B-nivå	A-nivå
Netto energibehov	149 kWh/m ² år	120 kWh/m ² år	90 kWh/m ² år	83 kWh/m ² år
Levert energi	149 kWh/m ² år	120 kWh/m ² år	90 kWh/m ² år	64 kWh/m ² år
Primærenergi behov	149 kWh/m ² år	120 kWh/m ² år	90 kWh/m ² år	64 kWh/m ² år
Standard/tiltak Løsninger	U-verdier etter forskriftskrav (1.6, 0.22, 0.15, 0.15) Tetthet/infiltrasjon etter forskrift (N50 = 4 -> n = 0.15 oms/t), avtrekksventilasjon, veiledende verdier for vifter, varmtvann. Lys og utstyr. Elektrisk energiforsyning.	Bedre tetthet (N50= 1.5 oms/t -> infiltrasjon på n = 0.09 oms/t), bedre vinduer: U = 1.4 W/m ² K, Balansert ventilasjon med 60 % varmegj.vinning. Elektrisk energiforsyning.	Ekstrasolert yttervegg U = 0.17, ekstrisol. gulv U = 0.10, 3 lags vinduer U = 1.05, tiltak tetthet (N50=0.6 oms/t -> n = 0.05 oms/t), bal.vent med 80 % virk.grad, A-merkede hvitevarer, sentralt styr.system belysning. El. energiforsyning.	Som B, men: Superisolerte vinduer U = 0.80, superisolert yttervegg U = 0.14, vent.anlegg m. lav vifteeffekt SFP = 1.4, solfanger som dekker 60 % av tappevannsbehovet, ellers elektrisk energiforsyning.

Tabell V.20 Oppsummering av beregningsunderlag og resultat for småhus.

	D-nivå	C-nivå	B-nivå	A-nivå
Netto energibehov	159 kWh/m ² år	128 kWh/m ² år	99 kWh/m ² år	88 kWh/m ² år
Lvert energi	159 kWh/m ² år	128 kWh/m ² år	99 kWh/m ² år	69 kWh/m ² år
Primærenergi	159 kWh/m ² år	128 kWh/m ² år	99 kWh/m ² år	69 kWh/m ² år
Standard/tiltak Løsninger	U-verdier etter forskriftskrav (1.6, 0.22, 0.15, 0.15) Tetthet/infiltrasjon etter forskrift (N50 = 4 -> n = 0.15 oms/t), avtrekksventilasjon, veiledende verdier for vifter, varmtvann. Lys og utstyr. Elektrisk energiforsyning.	Bedre tetthet (N50= 1.5 oms/t -> infiltrasjon på n = 0.10 oms/t), bedre vinduer: U = 1.4 W/m ² K, Balansert ventilasjon med 60 % varmegj.vinning. Elektrisk energiforsyning.	Ekstrasolert yttervegg U = 0.18, ekstrasol. gulv U = 0.12, 3 lags vinduer U = 1.05, tiltak tetthet (N50=0.6 oms/t -> n = 0.06 oms/t), bal.vent med 80 % virk.grad, A-merkede hvitevarer, sentralt styr.system belysning. El. energiforsyning.	Som B, men: Superisolerte vinduer U = 0.80, superisolert yttervegg U = 0.14, ekstrasol. tak U=0.11, vent.anlegg m. lav vifteeffekt SFP = 1.4, solfanger som dekker 60 % av varmtvannet, ellers elektrisk energiforsyning.

V2. Underlagberegninger for spesialregler for små leiligheter.

For å beregne rammer for små leiligheter under 50 m² er det gjort følgende antagelser og forenklinger:

- Tappevannsbehovet for små leiligheter regnes som 1750 kWh/år uavhengig av størrelse på leiligheten (under 50 m²)
- Luftmengdebehovet til små leiligheter kan regnes lik 63 m³/h (17.5 l/s) \13\ uavhengig av størrelse på leiligheten (under 50 m²).

Spesifikk energibruk og varmetilskudd fra utstyr er beregnet ut fra antagelser om bruk av hvitevarer og utstyr som vist i tabell V.21, som igjen er basert på \14\.

Tabell V.21 Estimert energibruk og varmetilskudd i kWh/år fra teknisk utstyr i små leiligheter.

Leilighet:	20 m ²		30 m ²		40 m ²		50 m ²	
Utstyr	Normal	A-merket	Normal	A-merket	Normal	A-merket	Normal	A-merket
Vaskemaskin	90	48	135	72	180	96	225	120
Tørketrommel	0	0	0	0	0	0	0	0
Oppvaskmaskin	110	74	165	111	220	148	275	185
Kombiskap	250	150	400	250	400	250	400	250
Fryser	0	0	0	0	0	0	0	0
Annet utstyr	400	400	450	450	500	500	550	550
Sum	850	672	1150	883	1300	994	1450	1105
Pr. m ² (kWh/m ²)	42.5	33.6	38.3	29.4	32.5	24.9	29	22.1

En enkel regresjonsanalyse for normalt utstyr og A-merket utstyr gir følgende sammenhenger:

$$50.5 - 0.43 \cdot A_{\text{oppv}} \text{ (kWh/m}^2\text{år)}, \text{ ved bruk av normalt utstyr}$$

$$42.5 - 0.43 \cdot A_{\text{oppv}} \text{ (kWh/m}^2\text{år)}, \text{ der det brukes dokumentert lavenergi-hvitevarer}$$

Basert på antagelsene over er det beregnet energibehov for typiske leiligheter på 20, 30, 40 og 50 m². Tabell V.22 viser inndata for leilighetene.

Tabell V.22 Estimert energibruk og varmetilskudd i kWh/år fra teknisk utstyr i små leiligheter.

Leilighet:	20 m ²	30 m ²	40 m ²	50 m ²
Bredde	4 m	5 m	5 m	5 m
Dybde	5 m	6 m	8 m	10 m
Ensidig/Tosidig belyst	Ensidig	Ensidig	Tosidig	Tosidig
Ventilasjon	63 m ³ /h (1.05 oms/t)	63 m ³ /h (0.70 oms/t)	63 m ³ /h (0.63 oms/t)	63 m ³ /h (0.50 oms/t)
Vindusareal	4 m ²	6 m ²	8 m ²	10 m ²
Yttervegsareal	10.2 m ²	11.5 m ²	21.7 m ²	19.7 m ²
Tappevann	87 kWh/m ² år (200 W)	58 kWh/m ² år (200 W)	44 kWh/m ² år (200 W)	35 kWh/m ² år (200 W)
Belysning	23 kWh/m ² år (53 W)	23 kWh/m ² år (79 W)	23 kWh/m ² år (105 W)	23 kWh/m ² år (131 W)
Teknisk utstyr	42 kWh/m ² år (96 W)	38 kWh/m ² år (129 W)	33 kWh/m ² år (152 W)	29 kWh/m ² år (166 W)
Personer	17.5 kWh/m ² år (40 W)	17.5 kWh/m ² år (60 W)	17.5 kWh/m ² år (80 W)	17.5 kWh/m ² år (100 W)

Tabell V.23 viser beregnet energibudsjett for de ulike leilighetene basert på D-nivå utførelse (forskriftsnivå).

Tabell V.23 Netto energibudsjett for små leiligheter mellom 20 – 50 m².

Energipost	20 m ²	30 m ²	40 m ²	50 m ²
1. Oppvarming	115 kWh/m ² år	81 kWh/m ² år	68 kWh/m ² år	61 kWh/m ² år
2. Tappevann	87 kWh/m ² år	58 kWh/m ² år	44 kWh/m ² år	35 kWh/m ² år
3. Vifter	2 kWh/m ² år	2 kWh/m ² år	2 kWh/m ² år	2 kWh/m ² år
4. Belysning	23 kWh/m ² år	23 kWh/m ² år	23 kWh/m ² år	23 kWh/m ² år
5. Utstyr	43 kWh/m ² år	38 kWh/m ² år	33 kWh/m ² år	29 kWh/m ² år
SUM 1.- 5., totalt netto energibehov	270 kWh/m ² år	202 kWh/m ² år	170 kWh/m ² år	150 kWh/m ² år

Øvre ramme for D-nivå energimerke kan da beskrives av følgende formel, funnet ved regresjonsanalyse av verdiene i tabell V.23:

$$E_D = 70 + 4000/A_{\text{oppv}} \quad (\text{kWh/m}^2\text{år})$$

Lignende analyse har blitt gjort for de andre merkenivåene (A, B, C, E, F og G), og resultert i formlene vist i tabell 9.

V3. Underlagsberegninger for energigevinst ved lavenergi-belysning, energieffektivt utstyr og ekstraisolerte bereder.

V.3.1 Teknisk utstyr

Tabell V.24 viser energiforbruk for normalt utstyr og energieffektivt utstyr (A-merket eller bedre) for en bolig på 115 kvadratmeter, antatt bebodd av 2 voksne og 2 barn. Verdiene i tabellen er basert på undersøkelser i referanse [14]. Laveste tillatte energiforbruk til utstyr foreslås derfor satt til 21 kWh/m²år.

Tabell V.24 Energibruk utstyr

Type utstyr	Normalt utstyr	Energieffektivt utstyr
Vaskemaskin (250 vasker i året)	450 kWh/år	210 kWh/år
Tørketrommel (120 kjøringer pr år)	500 kWh/år	380 kWh/år
Oppvaskmaskin (350 oppvasker pr år)	550 kWh/år	370 kWh/år
Kombiskap (kjøl/frys)	400 kWh/år	250 kWh/år
Fryser	450 kWh/år	320 kWh/år
Komfyr og mikrobølgeovn	350 kWh/år	250 kWh/år
Annet utstyr (PC, TV, etc.)	650 kWh/år	650 kWh/år
SUM	3350 kWh/år	2460 kWh/år
Totalt pr m ² gulvflate	29.1 kWh/m ² år	21.4 kWh/m ² år

V.3.2 Belysning

For normal belysning regnes det her med 23 kWh/m²år (veiledende verdi). Noe som gir en gjennomsnittlig effekt på 2.63 W/m². Det er videre antatt at om natten fra 23.00 til 07.00 så står ca. 30 % av belysningen på i forhold til dagen. Det betyr at snitteffekt dag mellom 07.00 til 23.00 er ca. 3.4 W/m² og om natten ca. 1 W/m².

Med et styringssystem som enkelt og brukervennlig slår av det meste av belysningen om natten, og når det ikke er personer i boligen, kan det regnes med følgende antatte besparelse:

- Natt (23-07): 10 % av belysning på (0.34 W/m²)
- Morgen (07-09): All belysning på (3.4 W/m²)
- Dag (09-15): 10 % av belysning på (0.34 W/m²)
- Ettermiddag/kveld: All belysning på (3.4 W/m²)

Som snitt over døgnet gir dette en effekt på 1.63 W/m², noe som utgjør 14.2 kWh/m²år. Lavere energiforbrukning til belysning enn 14 kWh/m²år bør det derfor ikke regnes med.

V.3.3 Varmtvann

En normal varmtvannsbereder på 200 l har et årlig varmetap på ca. 1000 kWh/år. Ved å bruke skumisolering i stedet for glassull, som tradisjonelt har blitt brukt reduseres U-verdien (antatt ca. 5 cm isolasjon) fra ca. 0.7 W/m²K til ca. 0.43 W/m²K. Med et overflateareal på ca. 2.5 m² for en 200 liters bereder, og plassering i uoppvarmet rom (årsmiddeltemp på ca. 10°C) vil varmetapet bli redusert til 600-650 kWh/år. Antar vi at lite av dette varmetapet kan utnyttes til romoppvarming, tilsier dette at oppvarmingsbehovet for tappevann blir redusert til ca. 32 kWh/m²år (antatt en bolig på 120 m²). Det foreslås derfor at dette er nedre grense for hva som kan regnes med for ekstraisolerte varmtvannsberedere.

V4. Grunnlag for energimerking av energiforsyning

SAMMENDRAG

Merkesystem for EF-systemet.

Rapporten inngår i energimerkeprosjektet og utreder en modell for etablering av merke for energiforsyningssystemet.. Utgangspunktet er anbefalt modell fra forprosjektet.

Metode for sammenslåing av bygningens energibehov og energiforsyningens energibidrag til et felles merke testes.

Miljøbelastningsfaktoren er den vanskeligste parameteren å bestemme ved fastsettelse av merke for EF systemet.

Denne faktoren er vurdert i detalj og konsekvensen av valgt verdi er presentert for ulike tilnærmingsmetoder.

Modell fra forprosjektet er imidlertid i hovedsak videreført.

Rapporten konkluderer med følgende:

- Det etableres ett energimerke for selve bygningen basert på netto energibehov.
- Det etableres ett separat miljøvektet energimerke for bygning inkludert energiforsyningssystem. Dette merket baseres på et dekningsbidrag, virkningsgrad og miljøbelastning for tilhørende forsyningssystem.
- Begge merkene presenteres på ett samlet skjema (A4-format)

1. BAKGRUNN OG INNLEDNING

1.1 METODE. Konklusjon fra forprosjektet:

"Det skal gis et eget merke for selve energiforsyningen og varmeløsningen til bygget. Merket gis ut fra brukerrobusthet, teknisk robusthet og levetid, energisparepotensiale, samt energiforsyningens miljøbelastning med særlig fokus på CO₂ utslipp."

Forslag til klassifisering av ulike energiforsyningssystemer:

Nivå/Merke	Krav til score*
A	Vektet energibesparelse på mer enn 40 kWh/m ²
B	Vektet energibesparelse mellom 25 - 40 kWh/m ²
C	Vektet energibesparelse mellom 15 - 25 kWh/m ²
D	Vektet energibesparelse mellom 0 - 15 kWh/m ²
E	Vektet energiøkning mellom 0 - 15 kWh/m ²
F	Vektet energiøkning mellom 15 - 25 kWh/m ²
G	Vektet energiøkning på mer enn 25 kWh/m ²

Tabell 1

* Vektet energibesparelse er tatt utgangspunktet i en D-merket enebolig, med et totalt netto energibehov på 160 kWh/m² år.

"Med en vektet energibesparelse for energiforsyningssystemer (EF-systemet), som kan sammenlignes med "passive" energibesparelser, kan man sette krav til både bygning og EF-systemet. Det foreslås at kravet for G til B merke, kan oppnås med kun "passive" tiltak på bygning, eller som en kombinasjon med aktive tiltak på EF-systemet. For å få et samlet A-merke foreslås det at man i tillegg til maksimalt med passive tiltak, også bruker noe aktive tiltak på EF-systemet, f.eks. solfanger eller biopelletsjkel til å dekke deler av tappevannsoppvarmingen. Tabell under viser forslag til klassifisering av bygning og EF-system samlet"

Krav for å oppnå samlet energimerke for bygning- og energiforsyning (justerte grenseverdier for merkeklasser):

Nivå Merke	Småhus (kWh/m ² år)
A	E < 70
B	E < 100
C	E < 130
D	E < 160
E	E < 190
F	E < 220
G	E > 220

Tabell 2

Eksempel:

En bygning kan få klasse B (maks 100 kWh/m² år) ved å kombinere:

Bygg i klasse A, med et EF system i klasse G

Bygg i klasse B, med et EF system i klasse C,D,E eller F

Bygg i klasse C, med et EF system i klasse A eller B

Forslag til matrise for samlet klassifisering av bygning og EF-system.

Bygning Energiforsyning	A _{bygg}	B _{bygg}	C _{bygg}	D _{bygg}	E _{bygg}	F _{bygg}	G _{bygg}
A _{energiforsyning}	A	A	B	C			
B _{energiforsyning}	A	A	B	C			
C _{energiforsyning}	A	B	C	D			
D _{energiforsyning}	A	B	C	D			
E _{energiforsyning}	A	B	C	D			
F _{energiforsyning}	A	B	C	D			
G _{energiforsyning}	B	C	D	E			

Tabell 3

Kommentar til forprosjekt:

Etablering av et samlet energimerke ved å kombinere bygningens energimerke og EF-systemets energimerke virker komplisert (tabell 3). I tillegg mangler det samsvar mellom trinn i klasse for bygning (30 kWh/m² år, tabell 2) og klasse for EF-system (ca 15 kWh/m² år, tabell 1).

Forslag fra arbeidsmøte om å innføre en korrigeringsfaktor for EF-systemet som sammen med bygningens energimerke kan gi et samlet merke, er vesentlig enklere.

Ved denne metoden kan matrise for samlet klassifisering presenteres slik:

Bygning Energi- forsyning korr.faktor	A_{bygg}	B_{bygg}	C_{bygg}	D_{bygg}	E_{bygg}	F_{bygg}	G_{bygg}
-2	$A^{(++)}$	$A^{(+)}$	A	B	C	D	E
-1	$A^{(+)}$	A	B	C	D	E	F
0	A	B	C	D	E	F	G
+1	B	C	D	E	F	G	$G^{(-)}$
+2	C	D	E	F	G	$G^{(-)}$	$G^{(--)}$

Tabell 4

Kommentar:

Fordelen med systemet er at metoden er intuitiv enkel, og at man sitter tilbake med kun 2 merker:

- Ett merke for selve bygningen basert på netto energibehov
- Ett merke for bygning inklusive EF-systemet.

Formel for beregning av korrigert energibesparelse med et gitt EF-system i forprosjektet foreslått slik:

$$E_{just} = MF \cdot RF \cdot \eta_{sys} \cdot E_{teor} \quad (1)$$

hvor:

E_{just} er vektet energibesparelse

MF er en miljøfaktor mellom 0 og 1, der 1.0 er ingen miljøpåvirkning (eks. solenergi). Kan f.eks. være en CO_2 utslippsvektet faktor.

RF robusthetsfaktor mellom 0 og 1, der 1.0 er en vedlikeholdsfri, meget robust løsning med lang levetid, eks. en panelovn.

η_{syst} er systemvirkningsgraden til EF-systemet ($\eta_{sys} = \eta_{prod} \cdot \eta_{distr} \cdot \eta_{reg}$)

η_{prod} er produksjonsvirkningsgraden til EF-systemet.

η_{distr} er distribusjonsvirkningsgraden til EF-systemet.

η_{reg} er reguleringsvirkningsgraden til EF-systemet.

E_{teor} er teoretisk energibesparelse med EF-systemet.

Formelen foreslås endret til følgende form:

$$E_{\text{miljøvektet brutto energiforsyning}} = E_{\text{forsyning, netto}} \cdot 1/\eta_{\text{sys}} \cdot MF \quad (2)$$

hvor:

$E_{\text{miljøvektet brutto energiforsyning}}$

Uttrykker et miljø-, virkningsgrad,- og rombusthetsvektet energiforsyning fra aktuelt EF system

$E_{\text{forsyning netto}}$

netto, teoretisk energibidrag via EF-systemet.

η_{syst}

er systemvirkningsgraden til EF-systemet ($\eta_{\text{sys}} = \eta_{\text{prod}} \cdot \eta_{\text{distr}} \cdot \eta_{\text{reg}}$)

η_{prod} er produksjonsvirkningsgraden til EF-systemet.

η_{distr} er distribusjonsvirkningsgraden til EF-systemet.

η_{reg} er reguleringsvirkningsgraden til EF-systemet.

MF

er en miljøbelastningsfaktor mellom 0 og 1. Verdien 0 representerer ingen miljøpåvirkning (eks. solenergi). Verdien 1,0 angir en øvre referanseverdi hvor det ikke gis noe bidrag fra aktuelt EF system

RF

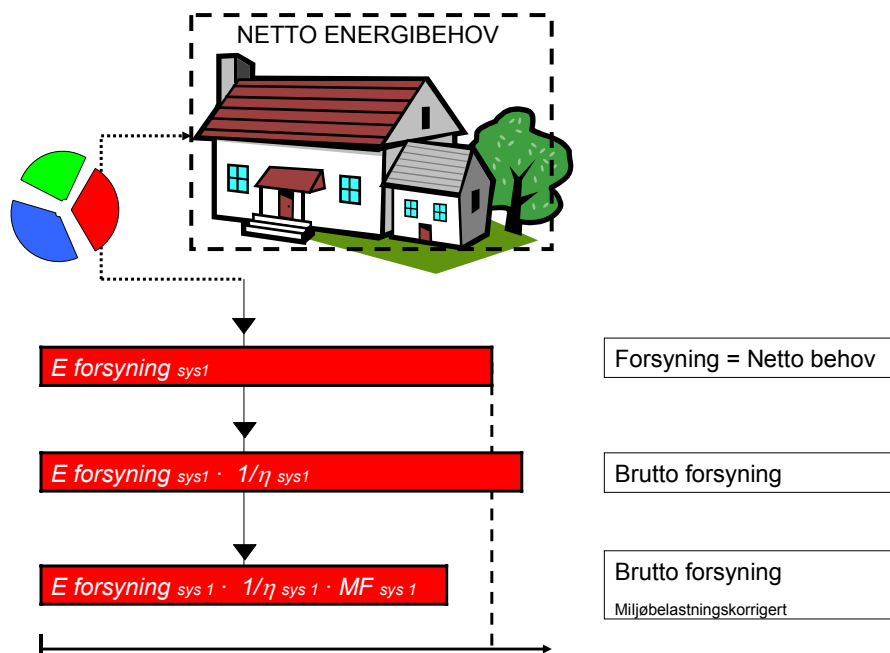
Robusthetsfaktoren i uttrykket foreslås fjernet.

Bakgrunnen for dette er at fastsettelse av denne faktoren er avhengig av kvalitet i selve produktet, oppfølging og vedlikehold. Dette betyr at fastsettelsen blir for subjektiv, og at det lett kan knytte seg usikkerhet og uenighet i størrelsen. Dette vil nok i praksis lett føre til at faktoren settes til 1.0 (eller nær 1), og dermed er mye av hensikten borte. I tillegg risikerer man at fokus for merkeordningen flyttes til en diskusjon rundt denne faktoren og dermed undergraves hele systemet.

Kvalitet i produkt og oppfølging under drift, bør ivaretas av andre ordninger.

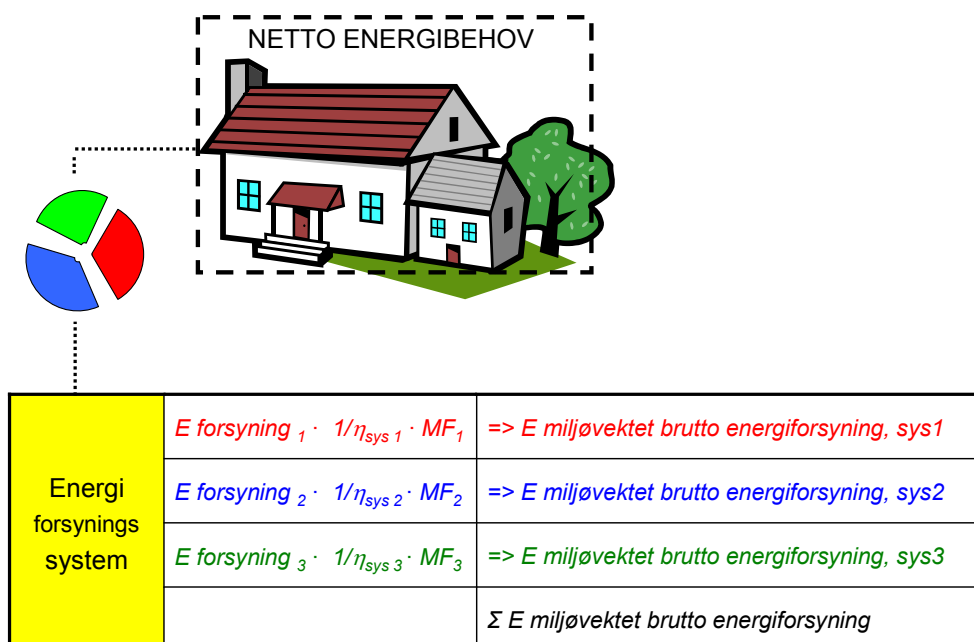
Kommentar:

Hensikten med denne endringen er å skape et mer logisk formelverk hvor den vektete energiforsyningen utvikles fra et netto energibehov via brutto energiforsyning, løstrevet fra begrepet "energibesparelse"



Figur 1

Hele energiforsyningen settes sammen av bidrag fra system 1, system 2 osv.:
Nedenfor vises eksempel med 3 systemer:



Figur 2

2. DRØFTING AV MILØBELASTNINGSAKTOREN

MF Miljøbelastningsfaktor mellom 0 og 1.

Ved å korrigere brutto energiforsyning med en miljøbelastningsfaktor innføres en parameter som uttrykker en gitt miljøkvalitet til energikilden.

Det er fastsettelsen av denne verdien som volder problemer ved metoden.

2.1 Systemgrense

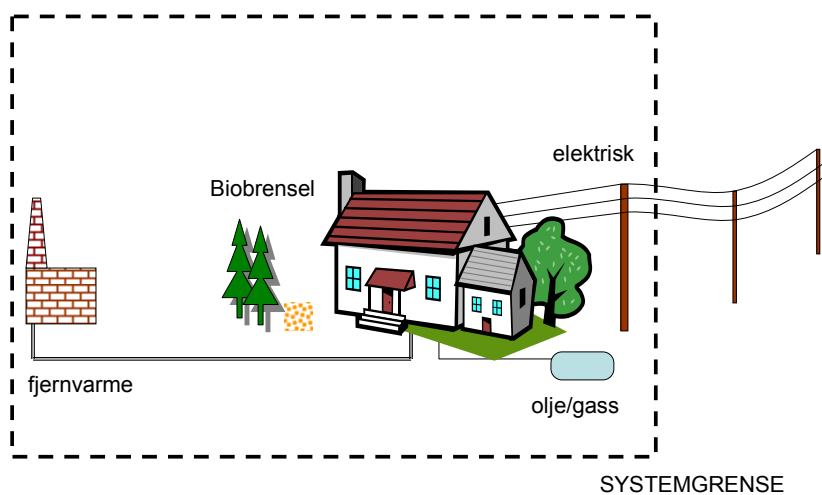
Ett problem i forhold kvalitetsvurdering er fastsettelse av systemgrenser. Hvor langt bakover i EF-systemet leveransejede skal vi gå før vi fastsetter verdien?

Bakgrunn for denne problemstillingen er at det for de fleste systemer har påløpt miljøbelastninger både før og under produksjon samt transport av energi fram til forbruksstedet.

Problemstillingen har en viss parallell til såkalt bundet energi til et byggverk (energi bundet opp i produksjon og transport av byggmaterialer samt selve byggingen). Dette er i merkesystemet løst ved at bygnings merke er basert på årlig netto energibehov under drift. Systemgrense er satt rundt bygningskroppen, og tidsmessig altså begrenset til bygning under drift.

Når det gjelder vurderingen av energiforsyningen, anbefales tilsvarende betraktningsmetode, ved at systemgrense settes nær forbrukerstedet.

Dette betyr at det ikke regnes inn energibruk eller andre miljøbelastninger for transport av energien eller produksjon av denne.



Figur 3

2.2 Miljøbelastningsfaktor basert på CO₂-innhold:

Forprosjektet antyder CO₂ som en indikator for å bestemme parameter for energiforsyningssystemets miljøbelastningsfaktor.

Dette for øvrig i tråd med gjeldende merkesystem i flere europeiske land, samt forslag i EU-direktivet som omhandler energisertifikatet.

Utledningen av parameter er pr. dato ulik mellom forskjellige land og følger ulike resonnement. Dette som et resultat av de enkelte lands ulike sammensetning av energisystemer, samt politiske og/eller samfunnsmessige målsetninger og ønske om "konkurranssevridning" over på utvalgt(e) energisystem.

Absolutt verdi:

Miljøbelastningsfaktoren kan eksempelvis uttrykkes som direkte CO₂-belastning pr enhet: Eks: kg CO₂/kWh levert energi, (kg CO₂/kg levert mengde, kg CO₂/liter levert mengde etc.)

Ekvivalent verdi:

Eventuelt kan miljøbelastningsfaktoren uttrykkes som en ekvivalent CO₂-belastning satt sammen av eksempelvis CO₂, CH₄ og N₂O og/eller andre forurensningskomponenter som; SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃

Ekvivalent akkumulert verdi:

Endelig kan miljøbelastningsfaktoren bestemmes via ekvivalent CO₂-belastning basert på akkumulerte verdier. Eksempelvis over 10, 50 eller 100 år.

Felles for disse metodene er at det er vanskelig å tallfeste verdiene absolutt. Særlig gjelder dette dersom energikilden er satt sammen av flere komponenter (eksempelvis fjernvarme) eller energiforsyningen består av flere enheter (olje og el i kombinasjon), hvor %-vis andel i årlig forbruk varierer avhengig av energikostnader.

Nedenfor følger tabell for utslipp av CO₂ (kg/kWh brennverdi) for en del aktuelle energikilder:

	CO ₂ (kg)/ kWh brennverdi	Kommentar
Biopellets	0	Vanligvis regnes verdien til 0, da CO ₂ blir bundet i levende organisk materiale
Ved, restavfall	0	og samme mengde vil bli frigjort ved (eventuell) forråttelse som ved forbrenning
Halm	0	
Elektrisk (Norge: 2010 scenario)	0,048	Denne verdien benyttes hos en del miljøer for å uttrykke sannsynelig Norsk el-mix (blanding mellom produsert i kraftverk, import og gasskraft) i 2010
Elektrisk (Norge: 5% Dansk import)	0,788	Denne verdien framkommer dersom en forutsetter 5% import av el basert på Danske CO ₂ -normverdier
Elektrisk ("EU-norm")	0,400	Norm-verdi mye benyttet ved beregninger/analyser innenfor EU-land.
Elektrisk-Dansk	0,750	Elektrisk-Dansk (Fastsatt verdi som benyttes i deres E-merke ordning)
Elektrisk fra narturgass	0,417	Elektrisk energi produsert via narturgass
Parafin	0,227	
Parafin (SFT/SSB)	0,253	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
Fyringsolje 1 (lettolje)	0,305	Fyringsolje 1 (lettolje)
Fyringsolje 1 (lettolje) 8SFT/SSB)	0,273	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres

		beregninger
Fyringsolje 2	0,358	Fyringsolje 2
Tung olje	0,239	Tungolje
Tung olje (SFT/SSB)	0,286	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
LNG	0,209	Naturgass
LNG (SFT/SSB)	0,202	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
LPG	0,211	Petroleumgass
LPG (SFT/SSB)	0,202	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
Metan	0,196	
Europeisk gass (naturgass)	0,350	
Gass fra norsk sokkel	0,350	
Brunkull	0,740	
Steinkull	0,640	
Svalbardkull	0,580	

Tabell 4

- Tabellen indikerer at forskjellige kilder for dataunderlag opererer med ulike verdier. Forskjellene i verdier henger delvis sammen med ulik kjemisk sammensetning for samme type energibærere (eksempelvis olje fra Nordsjøen som har en noe annen sammensetning og dermed miljøprofil enn olje fra Midtøsten). Men i tillegg oppgis det forskjellige verdier avhengig av hvem man spør. En omforent kildespesifikk omregningstabell ville løst dette.

Elektrisk energi:

Med utgangspunkt i norske forhold, vil elektrisk energi produsert via vannkraft ha tilnærmet ingen CO₂ belastning. CO₂ belastning i importert elektrisk kraft vil imidlertid tidvis være høy. En økning i framtidig behov vil antagelig måtte dekkes bl.a. av gasskraft og/eller øket import, noe som vil medføre en gradvis økning av CO₂ belastning for elektrisk kraft forbrukt i Norge. I Europa gir produksjon av elektrisk kraft en langt høyere CO₂ belastning, men bruk av ulike energikilder til produksjon (og derved ulik grad av CO₂ belastning over året) gjør at problemstillingen vedr. fastsettelse av CO₂ belastningen for el er vanskelig også her. Nettsystemet for elektrisk kraft henger fysisk sammen, og markedet er i dag deregulert. Dette betyr at det ideelt sett burde bli fastsatt en verdi for CO₂ belastning gjeldende for hvert fysiske el-nett, minimum en fastsatt verdi gjeldende for hvert enkelt land.

Danmark er ett av landene som har gjort dette, og ihht. den Danske Energistyrelsen opereres det her med en fastsatt nasjonal verdi lik 0,750 kg CO₂/levert kWh el. (og altså større enn eksempelvis olje/gass)

Miljøbelastningsfaktor for elektrisitet.

Dersom CO₂-belastning for el i Norge dannes som en blanding av nasjonalt egenprodusert og importert el (ca 5 % i et normalår), kan resulterende verdi bli ca 0,04 kg CO₂/kWh.
(95 % * 0 kg + 5 % 0,750 kg)

Fjernvarme:

CO₂ (kg)/kWh brennverdi for fjernvarme er ikke oppgitt i tabellen over, da denne vil variere avhengig av sammensetning av primærkilder i fjernvarmesentral. Ihht til den Danske Energistyrelsen må danske fjernvarmeleverandører oppgi denne verdien som en gjennomsnittlig årsverdi. (revideres jevnlig)

Eksempel:

Verdier for kg CO₂ utslipp pr. levert ("innfyrt") kWh. Data som benyttes i den danske e-merkeordningen:

Verdier for kg CO ₂ utslipp pr. levert ("innfyrt") kWh. Data ihht. den danske energistyrelsen, og utgjør grunnlaget for merking av EF-systemet ihht. deres merkesystem			kg CO ₂ /kWh inn
SOL	1.1.1	Solceller som dekker deler av el-behovet (årsenergi)	0,00
	1.2.1	Solfanger. Vannbåren distribusjon	0,00
BIO	2.1.1	Åpen peis/grue	0,00
	2.2.1	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsats (Ihht. ENS...)	0,00
	2.3.1	"Helautomatisk" biopelletskamin	0,00
	2.4.1	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)	0,00
VARMEPUMPER	3.1.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse (COP = 4)	0,75
	3.2.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse (COP = 3)	0,75
	3.3.1	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse (COP = 5)	0,75
	3.4.1	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse (COP= 5)	0,75
FJERN-VARME	4.3.1	Fjernvarme	Varierer. Verdi basert på vektet mix i forhold til innfyrt energi
ELEKTRISK	5.1.1	Panelovner, vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming	0,75
	5.2.1	Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming	0,75
	5.3.1	Elektrisk varmtvannsbereder	0,75
	5.4.1	Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,75
GASS	6.1.1	Gasskamin/peis til direkte romoppvarming	0,22
	6.2.1	Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvann varmeveklser	0,22
	6.3.1	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,22
OLJE/PARAFIN	7.1.1	Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming	0,27
	7.2.1	Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder	0,27
	7.3.1	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,27

Tabell 5

- Selv om el-produksjon i Danmark har sin bakgrunn i kullkraftverk, er CO₂ bidrag fra elektrisk energi satt til en noe høyere verdi enn hva som er reelt.
- Konsekvensen av dette blir at alle andre EF-systemer enn elektrisitet i praksis får bedre score. På denne måten oppnås en politisk målsetting som går på mindre bruk av elektrisk energi.

Eksempel:

Verdier for kg CO₂ utslipp pr. levert ("innfyrt") kWh. Data ihht. el-sammensetning i et Norsk normalår:

Verdier for kg CO ₂ utslipp pr. levert ("innfyrt") kWh. Data ihht. norske verdier med en blanding av egenprodusert og importert el (ca 5 % i et normalår). Resulterende verdi bli ca 0,04 kg CO ₂ /kWh. (95 % · 0 kg + 5 % · 0,750 kg)			kg CO ₂ /kWh inn
SOL	1.1.1	Solceller som dekker deler av el-behovet (årsenergi)	0,00
	1.2.1	Solfanger. Vannbåren distribusjon	0,00
BIO	2.1.1	Åpen peis/grue	0,00
	2.2.1	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsats (Ihht. ENS...)	0,00
	2.3.1	"Helautomatisk" biopelletskamin	0,00
	2.4.1	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)	0,00
VARMEPUMPER	3.1.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse (COP = 4)	0,04
	3.2.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse (COP = 3)	0,04
	3.3.1	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse (COP = 5)	0,04
	3.4.1	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse (COP= 5)	0,04
FJERNVARME	4.1.1	Fjernvarme hvor primærkilde (varmesentral) i sin helhet er generert av spillvarme, varmepumpe, søppelforbrenning eller biobrensel	(0,01)
	4.2.1	Fjernvarme hvor mer enn 70 % av primærkilden (varmesentral) er dekket av spillvarme, varmepumpe, avfallsforbrenning eller biobrensel.	(0,02)
	4.3.1	Fjernvarme hvor mindre enn 70 % av primærkilden (varmesentral) er dekket av spillvarme, varmepumpe, avfallsforbrenning eller biobrensel.	(0,03)
ELEKTRISK	5.1.1	Panelovner, vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming	0,04
	5.2.1	Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming	0,04
	5.3.1	Elektrisk varmtvannsbereder	0,04
	5.4.1	Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,04
GASS	6.1.1	Gasskamin/peis til direkte romoppvarming	0,22
	6.2.1	Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvann varmeveklser	0,22
	6.3.1	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,22
OLJE/PARAFIN	7.1.1	Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming	0,27
	7.2.1	Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder	0,27
	7.3.1	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,27

Tabell 6

CO₂ bidrag fra elektrisk energi satt til en tilnærmet reell verdi i et normalår.

Konsekvensen av dette blir

1. Marginal forskjell mellom EF system uten CO₂-bidrag, og el.
2. EF system basert på petroleumsprodukter (olje/gass) får en dårlig score.

Straffer disse systemene, og stimulerer ikke til bruk av energifleksible installasjoner.

2.3 Anbefalt metode: Miljøbelastningsfaktor basert på en kombinasjon av målsetninger

Vi anbefaler en metoden hvor miljøbelastningsfaktoren etableres som en kombinasjon av flere målsetninger:

- Redusert CO₂-belastning
- Miljøkriterier som lokal forurensning , støy mm.
- Samfunnsmessig ønske om energifleksibilitet og øket brukt av fornybare energikilder

Korrigeringsfaktoren er gradert slik at det oppnås full score for et EF-system uten miljøbelastning, og tilsvarende ingen score for et system med miljøbelastning lik 1

Nedre referanseverdi = 0.

System basert på solceller (PV) eller solfanger er gitt referanseverdi = 0.

Dette betyr at det for et EF system basert på disse kildene gis full effekt (score) for den energidekningen som systemet bidrar med.

Øvre referanseverdi = 1.

I oppbyggingen av tabellen er det tatt utgangspunkt i en jevnstilling av elektrisk,- og oljebasert energi, og la disse utgjøre en referanseverdi = 1.

		Miljøbelastning kg CO ₂ /kWh	= Miljøfaktor Rel. olje	+ Miljøfaktor lokalt	+ Politisk/Samfunns messig målsetting	= Miljø belastningsfaktor (avrundet)
SOL	Miljøbelastning: 0 Lokal miljøfaktor: 0 Politisk samfunnsmessig målsetting: 0 (nøytral i forhold til referanse)	0	0	0	0	0
BIO	Lokal miljøfaktor: 0,25 Verdi basert på lokal forurensning i form av sot, samt bearbeiding av ved, flis, pellets etc.	0	0	0,25	0	0,25
VARME- PUMPER	Verdier er generelt basert på elektrisk energi, hvor korrigeringsfaktor av systemets varmekoeffisient COP, skjer via virkningsgrade	0,04	0,148	0	0,85	1,00
FJERNVARME	Miljøbelastning: Basert på mix for FV i Trondheim. (Kan vektas basert på årlig innfyrt energi i sentral. Vil variere for ulike FV-verk)	0,135	0,5	0	0	0,50
ELEKTRISK	Miljøbelastning: 0,04 Basert på 5 % import av el generert via kullkraft o.l (750 g CO ₂ /kWh – danske normtall) Lokal miljøfaktor: 0 Politisk samfunnsmessig målsetting: 0,85 Korrigeringsfaktor etablert for å få referanseverdi lik 1,00	0,04	0,148	0	0,85	1,00
GASS	Miljøbelastning: 0,220 Basert på verdi ihht. norsk naturgass Lokal miljøfaktor: 0 Politisk samfunnsmessig målsetting: -0,16 Korrigeringsfaktor etablert for å få referanseverdi lik 0,65. Denne verdien vil sikre en bedre score i forhold til oljebasert energikilde.	0,220	0,815	0	-0,16	0,65
OLJE/PARAFIN	Miljøbelastning: 0,270 Basert på verdi ihht. nordsjøolje Lokal miljøfaktor: 0 Politisk samfunnsmessig målsetting: 0 SUM = referanseverdi = 1,00	0,270	1	0	0	1,00

Tabell 7

Spørsmålet en må stille seg er om rangering fra tabell 7 er fornuftig?

Ser vi kun på dagens energikildetilstand i Norge (elektrisk energi i hovedsak basert på vannkraft) kan en lik miljøbelastningsfaktor for elektrisitet kontra olje synes urimelig.

Imidlertid er det en samfunnsmessig målsetning å ha en energifleksibel installasjon som gir mulighet for å benytte annen energi enn elektrisitet i perioder hvor det er (effekt)knapphet på denne. Som vi ser av tabell 7 fanges dette forholdet opp dersom det velges en gassbasert installasjon i stedet for eller i kombinasjon med elektrisk. Imidlertid gir verdier iht. tabell 7 ikke score for fleksibiliteten dersom alternativet er oljebasert.

- Miljøbelastningsfaktorene i tabell 7 er manipulert, og vil høyst sannsynlig være gjenstand for spørsmål vedr. dokumentasjon.

Konklusjon:

Skal en komme videre og skape en robust og konsis metode hvor miljøfaktoren inngår, må det etableres nasjonale referanseverdier for belastningene for de ulike energikildene. Disse kan revideres med jevne mellomrom etter hvert som teknologisk utvikling og/eller sammensetning i kilder endres.

Dersom et slikt sett av referanseverdier får "satt seg" blir det langt enklere å utarbeide gode beregningsprosedyrer og derved etablere en praksis som totalt sett vil trekke i en overordnet (og antatt) samfunnstjenlig retning.

Utleddning av disse verdiene griper inn i store debatter og ulike forskningsmiljøer som belyser klimaproblemer fra en rekke ulike innfallsvinkler.

I energimerkeprosjektet er drøftinger vedr. fastsettelse av verdier begrenset til å vise hvilken verdi de ulike miljøfaktorene bør/kan ha for at et sett av gitte målsetninger oppnås.

Tabell 7 utvidet for en del aktuelle EF systemer:

		Miljøbelastning kg CO ₂ /kWh	 Miljøfaktor Rel. olje	+	+	+
				Miljøfaktor lokalt	Politisk/Samfunns messig målsetning	 Miljøfaktor (avrundet)
SOL	1.1.1 Solceller som dekker deler av el-behovet (årsenergi)	0	0	0	0	0
	1.2.1 Solfanger. Vannbåren distribusjon	0	0	0	0	0
BIO	2.1.1 Åpen peis/grue	0	0	0,25	0	0,25
	2.2.1 Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsetning (Ihht. ENS...)	0	0	0,25	0	0,25
	2.3.1 "Helautomatisk" biopelletskamin	0	0	0,25	0	0,25
	2.4.1 Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)	0	0	0,25	0	0,25
VARMEPUMPER	3.1.1 Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse (VF = 4)	0,04	0,148	0	0,85	1,00
	3.2.1 Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse (VF=3)	0,04	0,148	0	0,85	1,00
	3.3.1 Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse (VF= 5)	0,04	0,148	0	0,85	1,00
	3.4.1 Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse (VF=5)	0,04	0,148	0	0,85	1,00
FJERNVARME	4.1.1 Fjernvarme hvor primærkilde (varmesentral) i sin helhet er generert av spillvarme, varmpumpe, søppelforbrenning eller biobrensel	0	0	0	0	0
	4.2.1 Fjernvarme hvor mer enn 70 % av primærkilden (varmesentral) er dekket av spillvarme, varmpumpe, avfallsforbrenning eller biobrensel.	0,135	0,5	0	0	0,50
	4.3.1 Fjernvarme hvor mindre enn 70 % av primærkilden (varmesentral) er dekket av spillvarme, varmpumpe, avfallsforbrenning eller biobrensel.	0,135	0,5	0	0	0,50
ELEKTRISK	5.1.1 Panelovner, vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming	0,04	0,148	0	0,85	1,00
	5.2.1 Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming	0,04	0,148	0	0,85	1,00
	5.3.1 Elektrisk varmtvannsbereder	0,04	0,148	0	0,85	1,00
	5.4.1 Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,04	0,148	0	0,85	1,00
GASS	6.1.1 Gasskamin/peis til direkte romoppvarming	0,220	0,815	0	-0,16	0,65
	6.2.1 Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvann varmeveksler	0,220	0,815	0	-0,16	0,65
	6.3.1 Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,220	0,815	0	-0,16	0,65
OLJE/PARAFIN	7.1.1 Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming	0,270	1	0	0	1,00
	7.2.1 Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder	0,270	1	0	0	1,00
	7.3.1 Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,270	1	0	0	1,00

Tabell 8

3. KLASSIFISERING

3.1 Klassifisering ihht absolutt CO₂-belastning.

I den Danske energimerkeordningen klassifiseres byggets netto energibehov ut i fra en kWh/m²-verdi.

EF-systemet klassifiseres for seg etter hvor mye CO₂-utslipp som produseres (brutto energibruk) for å dekke behovet.

Klassifiseringen tar utgangspunkt i absolutte verdier:

Klasse EF-system	kg CO ₂ /m ² år
A	$u < 50$
B	$50 < u < 90$
C	$u > 90$

Tabell 9

- En klasse for bygning. En klasse for EF system
- Det finnes ingen kopling mellom de to klassifiseringene som uttrykker samlet merke.
- Med denne metoden vil et godt bygg med lite behov (=god klasse) også ha lettere for å få en god klasse for EF-systemet.
- Systemet er enkelt, og prinsippet kan lett overføres til norske forhold.

I vedlegg V 1 er det vist hvordan en klassifisering basert på denne metoden vil fortone seg for en del aktuelle EF-systemer.

3.2 Klassifisering ihht relativ CO₂-belastning (Danske el-verdier)

Prinsippet rundt CO₂-belastning som klassifiseringspremiss kan benyttes til å lage et samlet merkesystem:

Det naturlige her vil være å ta utgangspunkt i netto energibehov for ulike bygningsklasser.

Disse behovene kan relateres til CO₂ belastning under forutsetning av at disse forsynes med elektrisk energi.

De ulike alternative EF-systemenes CO₂-bidrag (pluss eller minus), kan så relateres til denne (elektriske) referanseverdien, og danne klasse

Klasse Bygning inklusive EF system	kg/CO ₂ m ² år (Danske el-verdier)
A	$u < 56$
B	$u < 80$
C	$u < 103$
D	$u < 128$
E	$u < 153$
F	$u < 178$
G	$u > 178$

Tabell 10

- Metoden ivaretar kopling mellom de to klassifiseringene som uttrykker samlet merke.
- Systemet er enkelt.
- "Dansk" verdi for el-systemet (750 g CO₂/kWh levert) gir stor uttelling for alternative EF-systemer med lavt CO₂ utslipp.

I vedlegg V 2 er det vist hvordan en klassifisering basert på denne metoden vil fortone seg for bygninger med en del aktuelle EF-systemer.

3.3 Klassifisering ihht relativ CO₂-belastning (Norske el-verdier)

Klasse Bygning inklusive EF system	kg/CO ₂ m ² år (Norske el-verdier)
A	$u < 3,0$
B	$u < 4,2$
C	$u < 5,5$
D	$u < 6,8$
E	$u < 8,1$
F	$u < 9,4$
G	$u > 9,4$

Tabell 11

- Metoden ivaretar kopling mellom de to klassifiseringene som uttrykker samlet merke.
- Systemet er enkelt.
- "Norske" verdi for el-systemet (40 g CO₂/kWh levert) gir minimal uttelling for alternative EF-systemer med lavt CO₂ utslipp. Motsatt stor negativ konsekvens for petroliumsbasert energi. (EF systemet fører til at samlet verdi lett havner i klasse "G")

I vedlegg V 3 er det vist hvordan en klassifisering vil fortone seg for en del aktuelle EF-systemer.

3.4 Klassifisering ihht miljøvektet brutto energiforsyning. (Anbefalt metode)

Denne metoden vil i prinsippet være lik de to foregående CO₂-metodene. I stedet for CO₂-indikator, benyttes imidlertid miljøbelastningsfaktor (ubenevnt).

Følgende grenseverdier for merker etableres:

Bygningsklasse inkludert EF system	Miljøvektet brutto energiforsyning [kWh/ m ² år]
A	$E < 70$
B	$E < 100$
C	$E < 130$
D	$E < 160$
E	$E < 190$
F	$E < 220$
G	$E > 220$

Tabell 12

- Metoden ivaretar kopling mellom de to klassifiseringene som uttrykker samlet merke.
- Systemet er enkelt, men miljøklassifisering vanskelig å verifisere..
- Manipulert verdi for el-systemet (miljøbelastningsfaktor = 1) gir stor uttelling for alternative EF-systemer med lavt miljøbelastning.

3.4.1 Nærmere vurdering av klassifisering ihht miljøvektet energibidrag.

Forprosjektet foreslår et klassifiseringssystem for EF systemet hvor miljøvektet brutto energibidrag skal kunne jevnstilles med passive energireduserende tiltak for selve bygningen. Dette betyr at det legges opp til mulighet for teknisk bytte.

Grenseverdiene for energimerker går i sprang, og dette bør utnyttes til å lage et mer "grovmasket nett" for klassifisering av EF-systemets bidrag til samlet merke.

Gjennomregning av en rekke EF-systemer viser at langt de fleste systemene maksimalt havner innenfor et bidrag på +/- 30 kWh/m² år. Dette kan utnyttes til å etablere forenklet korrigeringsverdi for systemene:

FRA FORPROSJEKT			FORSLAG	
Nivå Merke	Småhus (kWh/m ² år)	Energidiff. mellom klasser (kWh/m ² år) (Ref = D- klasse bygning)	Miljøvektet brutto energi bidrag for EF-systemet (kWh/m ² år) (Ref = el)	Korrigeringsverdi i forhold til utgangsmærke for bygning
A	E < 70	>-90		
B	E < 100	-60	> -60	-2
C	E < 130	-30	-30	-1
D	E < 160	0	0	0
E	E < 190	+30	30	+1
F	E < 220	+60	> 60	+2
G	E > 220	>60		

Tabell 13

I tillegg til miljøegenskaper (Tabell 7 og 8), består byggets EF system av egenskapene; robusthet og virkningsgrader. Miljøvektet brutto energi bidrag fra EF-systemene vil korrigeret for disse verdiene, deretter kun bestemmes ut i fra dekningsgrad av netto behov fordelt på hhv. romoppvarming, ventilasjon og varmtvann:

Eksempel med klassifisering av EF system bestående av Sentral bio-kjel i kombinasjon med elektrisk energi:

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM	Verdier fra tabell 7					%ENERGITIL ROM-OPPVARMING	%ENERGITIL VENTILASJON	%ENERGITIL VVB	MILJØVEKTET BRUTTO ENERGIBIDRAG FOR EF-SYSTEMET	TILSVARER KORREKSJONSFAKTOR FOR EF-SYSTEMET	SAMLET MILJØVEKTET BRUTTO ENERGIMERKE FOR HELE BYGNING (INKL. EF-SYSTEM)			
	MF	η_{prod}	η_{distrib}	η_{reg}	η_{system}						BYGG D	BYGG C	BYGG B	BYGG A
2.4.1 Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopelletts, ved, flis)	0,25	0,95	0,85	0,95	0,95	<90	0	0	<-30	0	D	C	B	A
2.4.2 Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopelletts, ved, flis)	0,25	0,95	0,85	0,95	0,95	100	0	> 80	-60	-2	B	A	A (A+ ?)	A (A++?)
	0,25	0,95	0,85	0,95	0,95	(100)	(100)	(100)	(-62)	(-2)	(oppnår ikke høyere score selv ved 100 % energidekning fra systemet)			

Tabell 14

- Dersom bygget er forsynt med et EF-systemet baserer på en kombinasjon av elektrisk oppvarming og rentbrennende vedovn, ser vi av eksempelet at vedovnen må bidra med mer enn 90 % av årlig energibehov til romoppvarming, for at dette EF system skal kunne bedre bygningens merkeklasse (korreksjonsfaktor = -1) (2.4.1)
- En økning av %-bidrag til romoppvarmingen, øker naturlig nok miljøvektet energibidraget for EF-systemet. Imidlertid oppnås det ikke en bedring i korreksjonsverdien selv om en øker andelen til romoppvarming til 100 %.
For å oppnå en faktor lik -2, må andel til romoppvarming være lik 100 % og varmtvannsberedning være på minst 80% (2.4.2)
- Det oppnås ingen forbedring i korreksjonsverdien selv om en øker andelen til oppvarming til 100 %.

Flere eksempler er presentert i tabell 16.

		TERMISK ENERGIFORSYNING VIA 1. SEKUNÆRKILDE								MILJØVEKTET BRUTTO ENERGIFORSYNING				EF merke totalt (bygning inkl EF system)				Korrigerings-faktor EF-system. Basert på bygg merketype D		
										Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A	Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A			
Eksempel med klassifisering etter MILJØVEKTET BRUTTO ENERGIFORSYNING		Miljø-belastningsfaktor	η prod	η distrib	η reg	η system	Korrigert MR-faktor	%-ENERGI TIL ROM-OPPVARMING	%-ENERGI TIL VENTILASJON	%-ENERGI TIL VVB	Referanse: 160	Referanse: 130	Referanse: 100	Referanse: 70						
		1.2.1	Solfanger. Vannbåren distribusjon	0,00	1,00	0,95	1,00	0,95	0,95	45	0	0	130	114	91	64	C	B	A	A+
		2.2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinsats (iht. ENS...)	0,25	0,80	1,00	0,80	0,64	0,48	90	0	0	130	114	91	64	C	B	A	A+
		2.4.4	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopelletts, ved, flis)	0,25	0,85	0,95	0,95	0,77	0,55	80	0	0	129	113	91	63	C	B	A	A+
		3.1.1	Varmerpumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse	0,25	1,00	1,00	0,90	0,90	0,51	85	0	0	130	114	91	64	C	B	A	A+
5.1.1	Dekning av termisk energi via tapsfri elektrisk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	100	100	100	160	130	100	70	D	C	B	A	0	
6.3.1	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,65	0,90	0,95	1,00	0,86	0,20	100	0	100	130	109	86	61	C	B	A	A+	-1	
7.3.1	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	1,00	0,85	0,95	0,95	0,77	0,00	100	0	100	160	130	100	70	D	C	B	A	0	
X.1	Varmerpumpe som tar varme fra uteluft. + Gasskjel. Vannbåren varmeavgivelse	0,25	1,00	0,95	0,95	0,90	0,55	35	0	0	130	111	87	62	C	B	A	A+	-1	

Tabell 15 Verdier for EF system iht. valgt miljøbelastningsfaktor. Resulterende merke for bygning inkl. EF-system

3.4.2.1 Etablering av tabellverdier for korregeringsfaktor

Tabell over korregeringsfaktorer på bakgrunn av oppsett som tabell 15, men utvidet for de mest relevante EF-systemer (jmf. tabell 8) kan så etableres.

Utgangspunktet er en bygning i klasse D (160 kWh/m² år), og hvor denne har sin energidekning via et EF –system basert elektrisk energi. Korregeringsverdier er etablert for forskjellige typer EF-system og basert på grenseverdier for (i hovedsak) termisk energidekning.

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM		Krav til minimum energidekning av:			Korregeringsfaktor for EF-system
		Rom oppvarming [%]	Oppvarming til ventilasjon [%]	Oppvarming til VVB [%]	
1.1.1	Solceller	55 % av el-behovet (årsverdi)			- 1
1.2.1	Solfanger. Vannbåren distribusjon	45	0	0	- 1
1.2.2	Solfanger. Vannbåren distribusjon		0	90	- 1
1.2.3	Solfanger. Vannbåren distribusjon	45	0	90	- 2
2.1.1	Åpen peis/grue	100	0	0	0
2.2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsats (lhht. ENS...)	90	0	0	- 1
2.3.4	"Helautomatisk" biopelletskamin	75	0	0	- 1
2.3.5	"Helautomatisk" biopelletskamin. Inkl. VVB	95	0	100	- 2
2.4.1	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellet, ved, flis)	80	0	0	- 1
3.1.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse	85	0	0	- 1
3.2.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse	90	0	0	- 1
3.3.1	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse	75	0	0	- 1
3.4.1	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse	80	0	0	- 1
4.1.1	Fjernvarme	0	0	100	0
4.1.2	Fjernvarme	100	0	0	- 1
4.1.3	Fjernvarme	100	0	100	- 1
5.1.1	Panelovner, vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming	100	0	0	0
5.2.1	Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming	100	0	0	0
5.3.1	Elektrisk varmtvannsbereder	0	0	100	0
5.4.1	Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon	100	0	100	0
6.1.1	Gasskamin/peis til direkte romoppvarming	100	0	0	0
6.2.1	Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvann varmeveksler	0	0	100	0
6.3.1	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	100	0	100	- 1
7.1.1	Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming	100	0	0	0
7.2.1	Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder	0	0	100	0
7.3.1	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	100	0	100	0

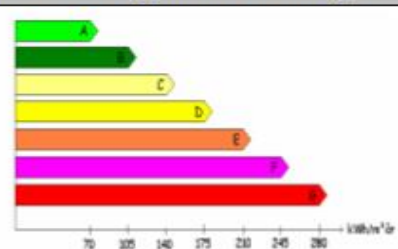
Tabell 16 Korregeringsfaktor for EF-system i tabellform

3.4.2.2 Bruk av tabellverdier

Tabell 16 er etablert for å lage et forenklet oppsett mht. valg av korrigeringsverdier. Det vil si hvor en har typebygg designet ned til (under) grenseverdiene for respektive klasser, og hvor en har relativ enkle EF-system.

Arbeidsgangen blir som følger: (Tabell-metode)

- ① Beregne bygningens netto energibehov. Behov fordelt på ulike energiposter
- ② På bakgrunn av ① fastsette energimerke for bygning i hht. forhåndsdefinerte nivåer (A, B, C....G)
- ③ Velge EF-system og bestemme %-energileveranse fra EF-systemet innenfor de ulike energiposter.
- ④ På bakgrunn av ③, bestemme tilhørende korrigeringsfaktor ihht. tabell.
- ⑤ På bakgrunn av ④, bestemme tilhørende merke for bygning inklusive EF-system .

Norsk energimerkeordning for boliger				Villa "Gassbo"	
				D	
Energimerke for bygningen				D	
Korrigeringsfaktor for miljøvektet energisystem ihht. tabellverdi				-1	
Miljøvektet energimerke for bygning inkl. energiforsyning				C	
Netto energibehov for boligen:				143	kWh/år
Netto totalslt energibehov for boligen:				33 227	kWh/år
Normert årlig energikostnad	Energikostnad	0,65	kr/kWh	21 598	kr/år
Normert CO ₂ utslipp	EU-mix CO ₂ for el	0,40	kg/kWh	59,6	kg CO ₂ /m ²
Maksimalt effektbehov				45	W/m ²
Boligens oppvarmede areal (bruksareal):				223	m ²
Normert antall beboere for boligen				6	personer
Areal effektivitet				37	m ² /pers
Energiforsyningssystem: 100% vannbårent oppvarming via gassfyrkjøl					
ENEBOLIG		netto energibehov			
1. Romoppvarming	59	kWh/m ² år			
2. Varmebatterier		kWh/m ² år			
3. Vannoppvarming	35	kWh/m ² år			
4. Vifter og pumper	3	kWh/m ² år			
5. Belysning	26	kWh/m ² år			
6. Teknisk utstyr	26	kWh/m ² år			
Sum	149	kWh/m ² år			
ENERGIMERKE BYGNING		D			
Forsyningssystemenes %-vise dekning av netto energibehov er basert på planlagt eller reell utforming av bygning med rammløsning, tabellverdi for korrigeringsfaktor for valgt type system, samt at det utføres normalt vedlikehold på installasjonene.					
Sted					
Utfyllt dato					
Sign./Stempel					

③ og ④
Korrigeringsfaktor
ihht. tabellverdi for
valgt EF-system
beregnes og fylles
inn her

⑤
Miljøvektet
energimerke fylles
inn

① og ②
Korrigeringsfaktor
ihht. tabellverdi for
valgt EF-system
beregnes og fylles
inn her

Figur 4

Kommentar:

Skjemaet kan etableres som et regneark hvor (eksempelet over) røde tall er spesifikke verdier tilhørende hver enkelt bygning. Blå tall er "faste" verdier, eller verdier hentet fra tabell. Svarte tall beregnes automatisk.

Metoden er enkel, men har enkelte svakheter:

- Systemet er statisk ved at det ikke ivaretar en kombinasjon av bygning med et netto energibehov som ligger nær ned mot en bedre klasse, og gjerne kombinert med en bedre %-vis energidekning fra EF- systemet en tabelloppsettet er basert på.
- Tabelloppsettet er etablert med utgangspunkt i energibehov og energiposter for et typisk D-merket bygg. Den samme tabellverdien er for enkelthets skyld også beholdt for bygg med lavere energibehov selv om disse vanligvis vil ha en annen energifordeling basert på energiposter. Da tabellverdi er basert på en fast størrelse for miljøvektet energibidrag (kWh/m^2), kan dette medføre at tabellmetoden blir feil, ved at energiforsyningssystemet trengt tatt ikke bidrar med den energimengden som tabellverdien indikerer.

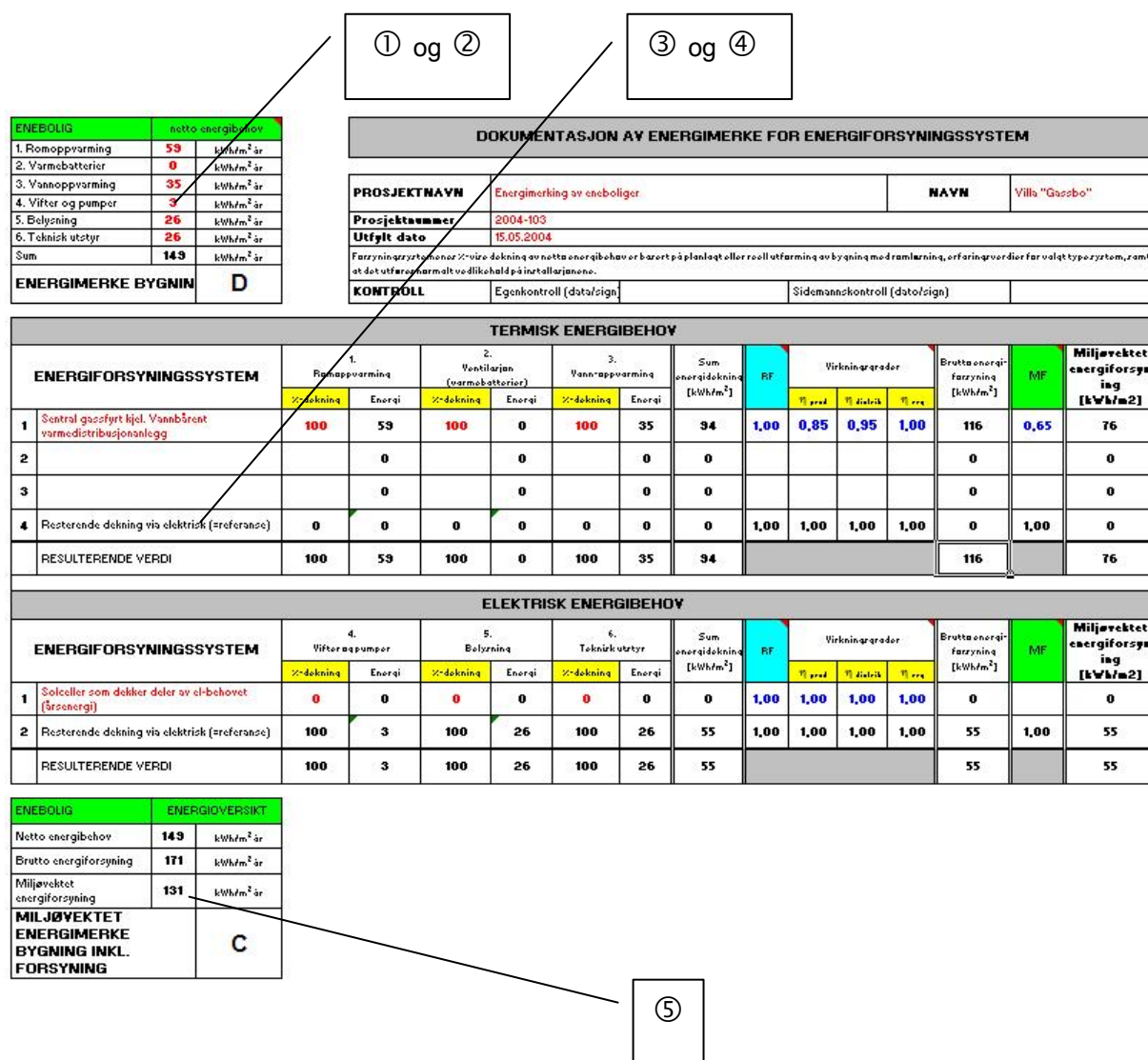
Tabell 15, system 2.2.2, belyser dette ved at EF systemet basert på vedovn med 90 % dekning av romoppvarmingen gir en korregeringsfaktor lik -1. Dette er korrekt for D-bygg, men er egentlig for god korrigering for C, B og A bygg, da EF-systemet ikke bidrar til en reduksjon tilsvarende korregeringsfaktor lik -1. ($30 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$)

3.4.2.3 Beregning av korrigeringsfaktorer

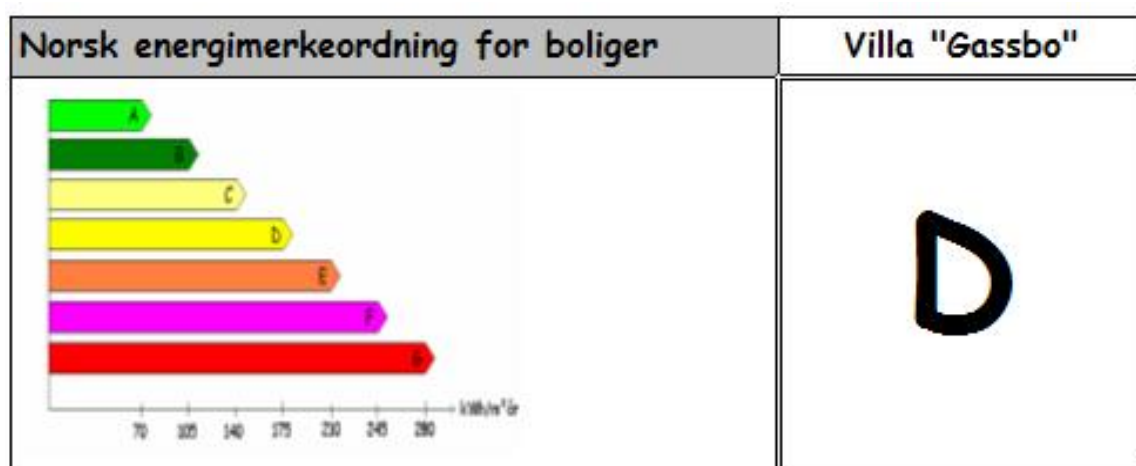
For å fange opp svakheter i tabellmetoden anbefales det å etablere en beregningsmetode som dokumenterer netto behov, korrigeringsfaktorer som er benyttet, brutto energiforsyning og miljøvektet brutto energiforsyning

Arbeidsgangen blir etter dette som følger: (Beregning av samlet merke)

- ① Beregne bygningens netto energibehov. Behov fordelt på ulike energiposter
- ② På bakgrunn av ① fastsette energimerke i hht. forhåndsdefinerte nivåer (A, B, C....G)
- ③ Velge EF-system (miljø og virkningsgradsfaktorer er faste)
- ④ Bestemme %-energileveranse fra EF-systemet innenfor de ulike energiposter
- ⑤ Beregne miljøvektet brutto energibidrag (automatisk i regneark)
- ⑥ På bakgrunn av ① og ⑤ beregne miljømerke for bygning inklusive EF-system (automatisk i regneark)



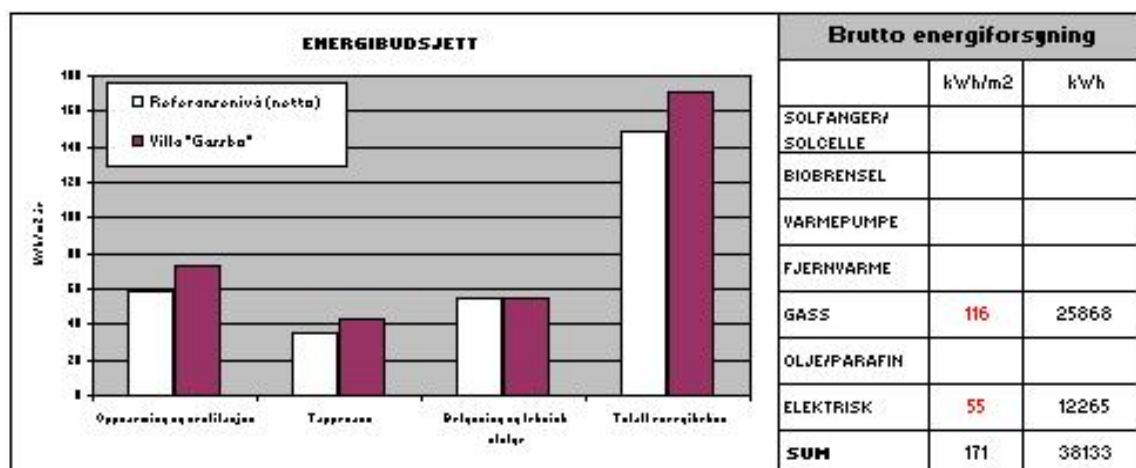
Figur 5



Energimerke for bygningen	D
Miljøvektet energimerke for bygning inkl. energiforsyning	C

Netto energibehov for boligen:		149	kWh/år
Netto totalt energibehov for boligen:		33 227	kWh/år
Normert årlig energikostnad	Energikostnad	0,65	kr/kWh
Normert CO ₂ utslipp	EU-mix CO ₂ for el	0,40	kg/kWh
Maksimalt effektbehov		45	W/m ²
Boligens oppvarmede areal (bruksareal):		223	m ²
Normert antall beboere for boligen		6	personer
Arealeffektivitet		37	m ² /pers

Energiforsyningssystem:
100% vannbårent oppvarming via gassfyrte kjel



Forsyningssystemet viser %-vis dekning av netto energibehov og basert på planlagt eller reell utførelse av bygning med rammebetingelser, erfaringer og verdier for valgt type forsyningssystem, samt at det utføres normalt vedlikehold på installasjonene.	
Sted	
Utfylt dato	
Sign./Stempel	

Figur 6

Kommentar:

Beregningsmetoden består av 2 skjema.

Skjemaene kan etableres som et regneark hvor (eksempelet over) røde tall er spesifikke verdier tilhørende hver enkelt bygning/prosjekt. Blå tall er "faste" verdier hentet fra tabell. Svarte tall beregnes automatisk.

Metoden er enkel, men gir en svært god dokumentasjon på hvordan bygningens netto energibehov fordeler seg på ulike energiposter. Eget merke etableres på bakgrunn av sum netto energibehov. I tillegg god dokumentasjon på brutto energiforsyning og miljøvektet brutto energiforsyning (eget merke)

- Opererer med 2 merker:
Ett energimerke for bygning (hovedmerke?)
Ett miljømerke for bygning inkl. EF-system. (undermerke?)
Trias Energica-prinsippet er på denne måten ivaretatt ved at energi(miljø)kvalitet for bygningen og miljø(energi)kvalitet ved forsyningssystem er lagt til grunn.
- Systemet er dynamisk ved at det også stimulerer til bygningsmessige tiltak for å forbedre EF-systemets merke.
- Dokumentasjonen som foranlediger merkene kan benyttes i selve byggesaken, og vil være en enkel og "standard" prosedyre for aktør med ansvarsrett ihht. plan og bygningslov.
- For enkle EF-systemer (el, vannbåren oppvarming via olje, gass, bio eller FV) kan merket etableres uten spesielle teknisk kompetanse.

Konklusjon:

Metoden anbefales videreført.

VEDLEGG

VEDLEGG 1

		TERMISK ENERGIFORSYNING VIA 1. SEKUNÆRKILDE										CO ₂ belastning [kg/m ² år]				Merke for EF-system				
												Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A	Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A	
Eksempel med klassifisering iht. den Danske energimerkeordningen																				C: u > 90 kg/m ² år B: 50 kg/m ² år < u < 90 kg/m ² år A: u < 50 kg/m ² år
1.2.1	Solfanger. Vannbåren distribusjon	0,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95	0,00	40	0	0	103,50	89,25	72,90	51,45	C	B	B	B	B
2.2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnatts (iht. ENS...)	0,00	1,00	0,80	1,00	0,80	0,64	0,00	65	0	0	88,50	80,81	68,78	48,45	B	B	B	A	A
2.4.4	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)	0,00	0,95	0,85	0,95	0,95	0,77	0,00	70	0	73	66,34	59,96	48,79	38,00	B	B	A	A	A
3.1.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse	0,75	0,75	3,00	1,00	0,90	2,70	0,37	95	0	0	98,65	86,52	71,57	50,48	C	B	B	B	B
5.1.1	Panelovner, vifteovner eller strålevarme til deking av romoppvarming	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	100	100	100	127,50	102,75	79,50	56,25	D	C	B	B	B
6.3.1	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,22	0,95	0,90	0,95	1,00	0,86	0,27	100	0	100	72,68	64,62	52,33	40,04	B	B	B	A	A
7.3.1	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,27	0,95	0,85	0,95	0,95	0,77	0,36	100	0	100	83,22	71,95	57,55	43,16	B	B	B	A	A
X.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. + Gasskjel. Vannbåren varmeavgivelse	0,75	0,75	3,00	1,00	0,90	2,70	0,37	90	0	0	77,46	66,52	52,34	40,43	B	B	B	A	A

VEDLEGG 2

Eksempel med klassifisering etter CO ₂ -belastning. Verdier for el iht. den Danske energimerkeordningen		TERMISK ENERGIFORSYNING VIA 1. SEKUNÆRKILDE										CO ₂ belastning [kg/m ² år]				EF merke for system (bygning inkl EF-system)					Korrigeringsfaktor for EF-system				
												Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A	Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A	Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A		
		kg CO ₂ /kWh inn	(RF)	η prod	η distrib	η reg	=η system	Korrigert CO ₂ -verdi	%-ENERGI TIL ROM-OPPVARMING	%-ENERGI TIL VENTILASJON	%-ENERGI TIL VVB														
1.2.1	Solfanger. Vannbåren distribusjon	0,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95	0,00	40	0	0	103,50	Referanse: 127,5	Referanse: 102,8	Referanse: 79,5	Referanse: 56,3	D	C	B	A	0	0	0	0	
2.2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnst. (iht. ENS...)	0,00	1,00	0,80	1,00	0,80	0,64	0,00	65	0	0	88,50	88,50	80,81	68,78	48,45	C	C	B	A	-1	0	0	0	
2.4.4	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)	0,00	0,95	0,85	0,95	0,95	0,77	0,00	70	0	73	66,34	66,34	59,96	48,79	38,00	B	B	A	A	-2	-1	-1	0	
3.1.1	Varmerpumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse	0,75	0,75	3,00	1,00	0,90	2,70	0,37	95	0	0	98,65	98,65	86,52	71,57	50,48	C	C	B	A	-1	0	0	0	
5.1.1	Panelovner, vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	100	0	0	127,50	127,50	102,75	79,50	56,25	D	C	B	A	0	0	0	0	
6.3.1	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,22	0,95	0,90	0,95	1,00	0,86	0,27	100	0	100	72,68	72,68	64,62	52,33	40,04	B	B	A	A	-2	-1	-1	0	
7.3.1	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	0,27	0,95	0,85	0,95	0,95	0,77	0,36	100	0	100	83,22	83,22	71,95	57,55	43,16	C	B	B	A	-1	-1	0	0	
X.1	Varmerpumpe som tar varme fra uteluft. + Gasskjel. Vannbåren varmeavgivelse	0,75	0,82	1,00	0,95	0,95	0,90	1,02	90	0	0	77,46	77,46	66,52	52,34	40,43	D	C	B	A	0	0	0	0	

VEDLEGG 3

Eksempel med klassifisering etter CO ₂ -belastning. Verdier for el iht. mix i normalår – Norge		TERMISK ENERGIFORSYNING VIA 1. SEKUNÆRKILDE										CO2 belastning [kg/m² år]				EF merke for system (bygning inkl EF system)					Korrigeringsfaktor for EF-system			
												Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A	Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A	Bygg D	Bygg C	Bygg B	Bygg A	
		kg CO ₂ /kWh inn	(RF)	η prod	η distrib	η reg	η system	Korrigert CO2-verdi	%-ENERGI TIL ROM-OPPVARMING	%-ENERGI TIL VENTILASJON	%-ENERGI TIL VVB	Referanse: 6,80	Referanse: 5,48	Referanse: 4,24	Referanse: 3,00	D	C	B	A	0	0	0	0	
Solfanger. Vannbåren distribusjon		0,00	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95	0,00	40	0	0	5,52	4,76	3,89	2,74	D	C	B	A	0	0	0	0	
		0,00	1,00	0,80	1,00	0,80	0,64	0,00	65	0	0	4,72	4,31	3,67	2,58	C	C	B	A	-1	0	0	0	
		0,00	0,95	0,85	0,95	0,95	0,77	0,00	70	0	73	3,54	3,20	2,60	2,03	B	B	A	A	-2	-1	-1	0	
		0,04	0,75	3,00	1,00	0,90	2,70	0,02	95	0	0	5,26	4,61	3,82	2,69	C	C	B	A	-1	0	0	0	
5.1.1		0,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,04	100	0	0	6,80	5,48	4,24	3,00	D	C	B	A	+1	0	0	0	
6.3.1		0,22	0,95	0,90	0,95	1,00	0,86	0,27	100	0	100	33,63	24,15	17,54	10,93	G	G	G	G	+3	+3	+3	+3	
7.3.1		0,27	0,95	0,85	0,95	0,95	0,77	0,36	100	0	100	44,17	31,48	22,76	14,05	G	G	G	G	+3	+3	+3	+3	
X.1		0,40	0,82	1,00	0,95	0,95	0,90	0,54	90	0	0	58,48	40,06	27,59	17,30	G	G	G	G	+3	+3	+3	+3	

V5. Energiberegning av leiligheter på Løren, Selvaagbygg

Tabell V.25 viser beregnet energibehov for Løren, Felt 1. Leilighetene vil bli tilknyttet fjernvarmenettet. Fjernvarme har systemvirkningsgrad 88 % i henhold til tabell 7, og miljøfaktor 50% i henhold tabell 8.

Leilighetstype	Antall	BRA	Netto energibehov				Levert energi				Miljøvektet primærenergi					
			Oppv.	Vifter	Elektrisk utfstyr	Vann	Totalt	Oppv.	Vifter	Elektrisk	Vann	Totalt	Oppv.	Vifter	Elektrisk	Vann
			kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
A-leilighet inneklemt med tak	39	91,0	35	6	52	35	128	0,88	1,00	1,00	0,88	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50
A-leilighet med yttervegg	5	91,0	35	6	52	35	128	39	6	52	40	137	20	6	52	20
A-leilighet med halv yttervegg	4	91,0	35	6	52	35	128	40	6	52	40	137	20	6	52	20
AOT-leilighet med tak	2	70,0	49	6	52	35	142	65	6	52	40	163	20	6	52	20
AOT-gavlleilighet med tak	4	70,0	67	6	52	35	160	66	6	52	40	164	28	6	52	20
AO- med tak	4	70,0	57	6	52	35	150	76	6	52	40	174	38	6	52	20
AO-med tak og vegg	1	70,0	58	6	52	35	151	65	6	52	40	163	33	6	52	20
B-leilighet inneklemt	18	47,9	15	6	52	35	108	66	6	52	40	164	33	6	52	20
B-leilighet inneklemt m tak	17	47,9	28	6	52	35	121	17	6	52	40	115	8	6	52	20
B-gavlleilighet med tak	13	47,9	39	6	52	35	132	31	6	52	40	129	16	6	52	20
B-gavlleilighet inneklemt	11	47,9	25	6	52	35	118	45	6	52	40	142	22	6	52	20
C1-gavlleilighet med tak	20	73,0	35	6	52	35	128	28	6	52	40	126	14	6	52	20
C1-gavlleilighet inneklemt	10	73,0	22	6	52	35	115	40	6	52	40	137	20	6	52	20
C-leilighet inneklemt	26	69,0	14	6	52	35	107	25	6	52	40	123	12	6	52	20
C-leilighet inneklemt m tak	14	69,0	26	6	52	35	119	16	6	52	40	113	8	6	52	20
CT-gavlleilighet med tak	12	69,0	36	6	52	35	129	29	6	52	40	127	15	6	52	20
Totalt/gjennomsnitt	200	68,7	30	6	52	35	123	41	6	52	40	139	21	6	52	20
								34	6	52	40	132	17	6	52	20

