


STF STF50 F05117

# RAPPORT

2005-06-24

Energimerke for boliger			Vektet tilført energibehov <input type="text"/>
	Svært energieffektiv A B C D E F G Lite energieffektiv		<input type="text"/>
	Spesifikk varmetapskoeffisient	D	
	Behov for tilført energi:	..... kWh/m <sup>2</sup>	
	Målt energibruk:	..... kWh/m <sup>2</sup>	
	Oppvarmingsanlegg, inkl. energikilde(n):		
	Bygningens oppvarmede areal:	..... m <sup>2</sup>	
	Kort om brukeradferd som kan ha betydning på energibruken		
	Administrative data		
	Adresse: Bygningstype: Dato for utstedelse av merket: Energisertifiser:		



## *Energimerking av næringsbygg*

Tore Wigenstad, Tor Helge Dokka, Trine D. Pettersen, Lars Myhre

**SINTEF Teknologi og samfunn**

Arkitektur og byggteknikk

Juni 2005



**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 næringsbygg*

FORFATTER(E)

Tore Wigenstad, Tor Helge Dokka,  
Trine Pettersen (Byggforsk), Lars Myhre (Byggforsk)

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges vassgrads- og energidirektorat (NVE)

RAPPORTNR.	GRADERING	OPPDRAGSGIVERS REF.	
STF50 F05117	FORTROLIG	Terje Stamer Wahl.	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN	PROSJEKTNR.	ANTALL SIDER OG BILAG
FORTROLIG		501038.00	75 + vedlegg
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN)	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN)
I:\Pro\50101200_TW_opt iso\SINTEF RAPPORT.doc		Tore Wigenstad	Trine Pettersen (NBI)
ARKIVKODE	DATO	GODKJENTAV (NAVN, STILLING, SIGN)	
	26.06.2005	Siri H. Blakstad	

### SAMMENDRAG

Rapporten inneholder drøfting og forslag til energimerkesystem for næringsbygg, ihht. EU-direktivet om energibruk i bygninger. Utkastet til energimerkesystem vil være grunnlag for utarbeidelse av forskrift til lov om bygningsenergidirektivet.

#### Energiattest

*Energiattesten* innehar all informasjon som kreves i tilknytning til EU-direktivet, dvs. både sammenligning i forhold til gitte nivåer, samt forslag til tiltak m.m. Sammenligningen av bygget i forhold til gitte nivåer beskrives ved hjelp av *energimerket* i form av en bokstavkarakter (A til G).

#### Energimerkene

Energimerkesystemet er i prinsippet likt for alle bygningstyper, med unntak av selve merkenivåene for de ulike bygningstypene. I energiattesten anbefales det å ta i bruk to ulike energimerker:

Hovedmerket settes ihht. vektet tilført energi (energitallet) til bygget. Denne metoden tar hensyn til bygningens varmetekniske egenskaper, effektiviteten til bygningens tekniske installasjoner, bygningens energiforsyning. Vektingssystemet er basert på de ulike energikildenes samfunnsmessige miljøkostnader. Sekundærmerket i energiattesten vil bli på byggets spesifikk varmetapskoeffisient ("Varmetapstallet") som tar hensyn til byggets transmisjonstap, infiltrasjonstap og ventilasjonstap.

Gjennom et energimerke for vektet tilført energi vil en krediteres investeringer i tilknytning til vannbårne anlegg og alternative energikilder som varmepumper, solpaneler, biobrensel og fjernvarme gjennom et bedre merkenivå. Ved å også å presentere spesifikk varmetapskoeffisient med en bokstavkarakter, vil dette medføre en enkel måte å trekke bygningskroppen frem som en viktig faktor for å effektivisere energibruken i tilknytning til bygninger.

Det anbefalte alternativet kan begrunnes både i forhold til krav i EU-direktivet og krav i utkast til CEN-standard samt at det understøtter myndighetenes satsing på bruk av alternative energikilder og fjernvarme. I tillegg kompletterer bruken av vektet tilført energi forslaget til nye energikrav til tekniske forskrift.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Bygningers energieffektivitet	Energy Performance of Buildings
GRUPPE 2	Energisertifikat	Energy certificate
EGENVALGTE		

## Forord

Byggforsk og SINTEF Bygg og Miljø har hatt ansvaret for å utarbeide forslag til energimerkeordning for boliger og næringsbygg. Denne rapporten opphandler næringsbygg, og en tilsvarende rapport omhandler boliger.

Denne rapporten viser grunnlaget for og konklusjonene rundt Byggforsk og SINTEF sine anbefalinger. Underlaget og konklusjonene har vært diskutert med en prosjektgruppe bestående av følgende personer:

Birger Bergesen, NVE  
Brita Dagestad, Statens bygningstekniske etat (BE)  
Thor Lexow, Standard Norge  
Dag Rune Stensaas, Enova  
Mats Eriksson, BNL  
Terje Flygind, Statsbygg  
Ida H. Bryn, Erichsen&Horgen  
Olav Nyhus, Forbrukerrådet  
Are Rødsjø, Husbanken  
Ole Martin Moe, Olav Thon Gruppen

Oppdragsgiver for prosjektet har vært Norges vassgrads- og energidirektorat (NVE), hvor kontaktpersoner har vært Birger Bergesen og Terje Stamer Wahl.

## Innhold

<b>Forord.....</b>	<b>3</b>
<b>Sammendrag.....</b>	<b>6</b>
<b>Forklaring av sentrale begreper .....</b>	<b>10</b>
<b>1 Bakgrunn .....</b>	<b>11</b>
1.1 EU-direktivet og standarder .....	11
<b>2 Bygningskategorier som omhandles av merkeordningen .....</b>	<b>13</b>
<b>3 Prinsipper for utforming av energiattesten .....</b>	<b>15</b>
3.1 Krav til innhold i energiattest ihht. direktivet og prEN 15217 .....	15
3.2 Flere alternativer for energimerket .....	16
3.2.1 Alternativ 1 – Vektet tilført energi og spesifikk varmetapskoeffisient.....	16
3.2.2 Alternativ 2 – Bygningens totale netto energibehov og spesifikk varmetapskoeffisient.....	17
3.2.3 Alternativ 3 – Bygningens totale netto energibehov.....	18
3.2.4 Alternativ 4 – Bygningens totale netto energibehov og miljøegenskap for energikilde.....	18
3.2.5 Alternativ 5 – Tilført energi og spesifikk varmetapskoeffisient .....	18
3.3 Anbefalt alternativ vedr. energimerke .....	20
3.3.1 Anbefalt alternativ .....	20
3.3.2 Diskusjoner vedrørende anbefalt alternativ .....	20
3.4 Øvrige forhold som bør inkluderes i energiattesten.....	23
3.5 Grafisk fremstilling av energiattesten .....	24
<b>4 Skala og merkenivå.....</b>	<b>25</b>
4.1 Generell algoritme uavhengig av bygningstype og ref.nivå .....	25
4.2 Spesifikk varmetapskoeffisient og merkenivå .....	27
4.2.1 Grunnlag for skalaen for næringsbygg.....	27
4.2.2 Anbefalte merkenivåer for spesifikk varmetapskoeffisient .....	27
4.2.3 Eksempel på tiltakspakker for A- og B-nivå for spesifikk varmetapskoeffisient .....	29
4.3 Vektet tilført energi og merkenivå.....	31
4.3.1 Netto energibehov .....	31
4.3.2 Tilført energi .....	32
4.3.3 Vektet tilført energi.....	33
4.3.4 Grunnlag for skalaen.....	42
4.3.5 Anbefalte merkenivåer for vektet tilført energi .....	44
4.3.6 Eksempel på tiltakspakker for B- og A-nivå.....	45
4.4 Geografisk beliggenhet og klima .....	49
4.5 Konklusjon vedrørende merkenivåer .....	51
<b>5 Beregningsmetodikk for bestemmelse av faktisk nivå.....</b>	<b>52</b>
5.1 Beregningsgang (fra varmekoeffisient til vektet tilført energi) .....	52
5.2 Varmetapskoeffisient .....	53
5.2.1 Beregningsmetoder og standarder.....	53
5.2.2 Nødvendig inndata for bygning og ventilasjon.....	54
5.2.3 Inndata .....	54
5.2.4 Eksempel på beregning .....	55
5.3 Totalt netto energibehov .....	56
5.3.1 Beregningsmetoder og standarder.....	56
5.3.2 Aktuelle inndata for bygning og installasjoner .....	57
5.3.3 Beregning av totalt netto energibehov .....	59
5.4 Tilført energi .....	60
5.4.1 Beregningsmetoder og standarder.....	60

5.4.2	Nødvendige inndata for energiforsyningssystem og systemvirkningsgrad.....	61
5.4.3	Beregning av tilført energi .....	68
5.5	Vektet tilført energi.....	69
5.5.1	Beregningsmetoder og standarder.....	69
5.5.2	Beregning av vektet tilført energi .....	69
5.6	Beregnet tilført energi gitt i energiattesten .....	70
<b>6</b>	<b>Prosedyrer for energimerkingen .....</b>	<b>71</b>
6.1	Generelt.....	71
6.1.1	Bygninger med flere bygningskategorier.....	71
6.1.2	”Likeverdige energikilder” .....	71
6.2	Nye bygninger.....	72
6.2.1	Energimerking og dokumentasjon av energiramme .....	72
6.2.2	Energiattest for ferdig bygg .....	72
6.3	Eksisterende bygninger .....	73
6.3.1	Nødvendige hjelpemidler.....	73
6.3.2	Registrering av faktisk energibruk.....	73
6.3.3	Sammenligning med beregnet energibruk og faktisk energibruk .....	73
6.3.4	Tidsforbruk/kostnader.....	73
6.4	Sentral registrering.....	74
<b>7</b>	<b>Videre arbeid.....</b>	<b>75</b>
<b>Vedlegg 1</b>	<b>Prototype energiberegningsprogram for energimerking av boliger .....</b>	<b>1</b>
<b>Vedlegg 2</b>	<b>Møtereferat møte 1.....</b>	<b>8</b>
<b>Vedlegg 3</b>	<b>Møtereferat møte 2.....</b>	<b>11</b>

## Sammendrag

### Utkast til energimerkesystem

I tilknytning til EU-direktivet om energibruk i bygninger, er det utarbeidet et utkast til energimerkesystem for boliger og næringsbygg. Utkastet til energimerkesystem vil være grunnlag for utarbeidelse av forskrift til lov om bygningsenergidirektivet. Energimerkesystemet er i prinsippet likt for alle bygningstyper, med unntak av selve merkenivåene for de ulike bygningstypene. Denne rapporten omtaler energimerking for næringsbygg.

Næringsbygg består av følgende kategorier:

- Barnehager
- Kontorbygg
- Skolebygg
- Sykehus
- Sykehjem
- Hoteller
- Restaurantbygg
- Idrettsbygg
- Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer
- Forretningsbygg uten /dagligvare
- Kulturbygg
- Bygning for lett industri, verksteder

### Energiattest

I tilknytning til forståelsen for systemet, er det to viktige begreper som brukes i rapporten. *Energiattesten* innehar all informasjon som kreves i tilknytning til Eu-direktivet, dvs. både sammenligning i forhold til gitte nivåer, samt forslag til tiltak m.m. Sammenligningen av bygget i forhold til gitte nivåer beskrives ved hjelp av *energimerket* i form av en bokstavkarakter (A til G).

### Energimerkene

I energiattesten anbefales det å ta i bruk to ulike energimerker, der hoved-energimerket settes etter vektet tilført energi til bygget ("Energital"). Denne metoden tar hensyn til bygningens varmetekniske egenskaper, effektiviteten til bygningens tekniske installasjoner, bygningens energiforsyning- og oppvarmingssystem samt de ulike energikildenes samfunnsmessige miljøkostnader. Sekundærmerket i energiattesten vil bli på byggets spesifikk varmetapskoeffisient ("Varmetapstallet") som tar hensyn til byggets transmisjonstap, infiltrasjonstap og ventilasjonstap.

Gjennom et energimerke for vektet tilført energi vil en krediteres investeringer i tilknytning til vannbårne anlegg og alternative energikilder som varmepumper, solpaneler, biobrensel og fjernvarme gjennom et bedre merkenivå. Ved å også å presentere spesifikk varmetapskoeffisient med en bokstavkarakter, vil dette medføre en enkel måte å trekke bygningskroppen frem som en viktig faktor for å effektivisere energibruken i tilknytning til bygninger.

Det anbefalte alternativet kan begrunnes både i forhold til krav i EU-direktivet og krav i utkast til CEN-standard samt at det understøtter myndighetenes satsing på bruk av alternative energikilder og fjernvarme. I tillegg kompletterer bruken av vektet tilført energi forslaget til nye energikrav til tekniske forskrift.

Det gjøres for øvrig oppmerksom på at store deler av den nevnte prosjektgruppa er til dels sterkt uenig i anbefalingen vedrørende vektet tilført energi, med ulike begrunnelser.

Energimerkene utarbeides med et normalisert klima, dvs. med klimadata tilsvarende Oslo-klima.

I tillegg til disse bokstavkarakterene, bør energiattesten også inneholde numeriske beregnede verdier for tilført energi basert på reelt klima og normalisert bruksmønster som kan sammenlignes med faktisk energibruk i bygningen.

#### Generell algoritme for alle bygninger

Algoritmen som er benyttet for å utarbeide nivåer for de ulike bokstavkarakterene, A til G, er den samme for alle bygningstyper. Algoritmen er basert på forskriftsnivå og gjennomsnittlig energibruk i bygningsmassen, og er fremstilt slik at den også kan benyttes når referansenivåene endres med tiden.

Algoritmen som er benyttet avviker noe fra utkast til CEN-standard prEN 15217 med den begrunnelse av at den foreslåtte algoritmen ivaretar spennvidden i norsk bygningsmasse på en mer hensiktsmessig måte enn CEN-algoritmen.

#### Merkenivå for spesifikk varmetaptall

Med bakgrunn i den generelle algoritmen får man følgende merkenivåer for spesifikk varmetapstall for de ulike bygningskategoriene:

Nivå/merke	Kontorbygg (W/Km <sup>2</sup> )	Barnehager (W/Km <sup>2</sup> )	Skolebygg (W/Km <sup>2</sup> )	Sykehus (W/Km <sup>2</sup> )	Sykehjem (W/Km <sup>2</sup> )	Hoteller (W/Km <sup>2</sup> )
<b>A</b>	$H \leq 0.55$	$H \leq 0.70$	$H \leq 0.60$	$H \leq 0.85$	$H \leq 0.80$	$H \leq 0.65$
<b>B</b>	0.56 - 0.80	0.71 - 1.05	0.61 - 0.85	0.86 - 1.00	0.81 - 1.15	0.66 - 0.95
<b>C</b>	0.81 - 1.05	1.06 - 1.35	0.86 - 1.15	1.01 - 1.70	1.16 - 1.55	0.96 - 1.25
<b>D</b>	1.06 - 1.40	1.36 - 1.70	1.16 - 1.45	1.71 - 1.90	1.56 - 1.80	1.26 - 1.60
<b>E</b>	1.41 - 1.70	1.71 - 2.05	1.46 - 1.80	1.91 - 2.10	1.81 - 2.05	1.61 - 1.90
<b>F</b>	1.71 - 2.55	2.06 - 3.05	1.81 - 2.70	2.11 - 3.10	2.06 - 3.05	1.91 - 2.85
<b>G</b>	$H > 2.55$	$H > 3.05$	$H > 2.70$	$H > 3.10$	$H > 3.05$	$H > 2.85$

Nivå/merke	Restaurantbygg (W/Km <sup>2</sup> )	Idrettsbygg (W/Km <sup>2</sup> )	Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer (W/Km <sup>2</sup> )	Forretningsbygg uten dagligvare (W/Km <sup>2</sup> )	Kulturbygg (W/Km <sup>2</sup> )	Industri/verksted (W/Km <sup>2</sup> )
<b>A</b>	$H \leq 0.65$	$H \leq 0.80$	$H \leq 0.90$	$H \leq 0.75$	$H \leq 0.55$	$H \leq 0.55$
<b>B</b>	0.66 - 1.00	0.81 - 1.15	0.91 - 1,30	0.76 - 1,10	0.56 - 0.80	0.56 - 0.80
<b>C</b>	1,01 - 1.30	1.16 - 1.55	1,31 - 1,75	1,11 - 1,45	0.81 - 1.10	0.81 - 1.05
<b>D</b>	1.31 - 1.60	1.56 - 2.00	1,76 - 2.65	1,46 - 1,90	1.11 - 1.30	1.06 - 1.80
<b>E</b>	1.61 - 1.85	2.01 - 2.50	2.66 - 3.55	1,91 - 2.35	1.31 - 1.45	1.81 - 2.50
<b>F</b>	1.86 - 2.75	2.51 - 3.70	3.56 - 5.30	2.36 - 3.50	1.46 - 2.20	2.51 - 3.75
<b>G</b>	$H > 2.75$	$H > 3.70$	$H > 5.30$	$H > 3.50$	$H > 2.20$	$H > 3.75$

#### Tilleggskrav:

- 1 For bygninger som eventuelt skal klassifiseres i klasse A, forutsettes det at lekkasjetallet bekreftes gjennom tetthetsmålinger før endelig merke kan utstedes.

### Merkenivå for vektet tilført energi

Med bakgrunn i den samme algoritmen får man følgende merkenivåer for vektet tilført energi:

Nivå/merke	Kontorbygg kWh/m <sup>2</sup>	Barnehager kWh/m <sup>2</sup>	Skolebygg kWh/m <sup>2</sup>	Sykehus kWh/m <sup>2</sup>	Sykehjem kWh/m <sup>2</sup>	Hoteller kWh/m <sup>2</sup>
<b>A</b>	≤ 80	≤ 80	≤ 65	≤ 160	≤ 110	≤ 115
<b>B</b>	81 - 120	81 - 120	66 - 100	161 - 240	111 - 165	116 - 175
<b>C</b>	121 - 160	121 - 160	101 - 130	241 - 320	166 - 220	176 - 230
<b>D</b>	161 - 190	161 - 190	131 - 160	321 - 345	221 - 250	231 - 260
<b>E</b>	191 - 225	191 - 225	161 - 190	346 - 365	251 - 275	261 - 290
<b>F</b>	226 - 335	225 - 335	191 - 290	366 - 545	276 - 415	291 - 435
<b>G</b>	> 335	> 335	> 290	> 545	> 415	> 435

Nivå/merke	Restaurant bygg kWh/m <sup>2</sup>	Idrettsbygg kWh/m <sup>2</sup>	Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer kWh/m <sup>2</sup>	Forretningsbygg uten dagligvare kWh/m <sup>2</sup>	Kulturbygg kWh/m <sup>2</sup>	Bygning for lett industri, verksteder kWh/m <sup>2</sup>
<b>A</b>	≤ 115	≤ 95	≤ 265	≤ 145	≤ 85	≤ 80
<b>B</b>	116 - 175	96 - 145	266 - 400	146 - 220	86 - 130	81 - 120
<b>C</b>	176 - 230	146 - 190	401 - 530	221 - 290	131 - 170	121 - 160
<b>D</b>	231 - 260	191 - 230	531 - 605	291 - 340	171 - 180	161 - 220
<b>E</b>	261 - 290	231 - 275	606 - 680	341 - 390	181 - 190	221 - 280
<b>F</b>	291 - 435	276 - 410	681 - 1020	391 - 585	191 - 280	281 - 415
<b>G</b>	> 435	> 410	> 1020	> 585	> 280	> 415

### Praktisk utarbeidelse av energiattest

Energimerkingen i form av bokstavkarakterene baseres på beregnede normerte verdier for spesifikk varmetapskoeffisienten og vektet tilført energi. For å kunne gjennomføre energimerkingen innen en akseptabel kostnadsramme forutsettes det at energikonsulentene har egnede hjelpemidler, blant annet i form av beregningsverktøy som er tilpasset til bruk ved utstedelse av en energiattest. Energiberegningene for eksisterende bygninger baseres primært på en befaring, i tillegg til et eventuelt forhåndsutfyllt skjema fra byggeier/driftansvarlig og tegninger.

I tilknytning til energiberegningene kan inndataene deles inn i 3 hovedkategorier:

- Standardiserte (normerte) verdier
- Veiledende verdier
- Dokumenterte verdier (arealer, volum, U-verdier, etc.)

Eksempler på standardiserte verdier vil være energibruk til utstyr, personbelastning, driftstider, innetemperatur mm. Selv om en mener at disse verdiene ikke er representative for bygget som

energimerkes, skal disse standardiserte verdiene brukes siden de for en stor del er brukeravhengige, og energimerket skal representere bygget ved normalisert bruk. (Skal altså ikke energimerke brukeradferd)

#### **Veiledende verdier**

Veiledende verdier er til forskjell fra standardiserte, verdier som tillates å være forskjellige fra bygning til bygning innenfor samme bygningskategori. Dette er verdier som representerer innebygde kvaliteter som eksempelvis lysstyringsanlegg eller kvalitet på /automatiseringsgrad til energiforsyningssystemet. For disse verdiene forutsettes det at energikonsulenten aktivt går inn og foretar valg.

De veiledende verdiene gjenspeiler så langt det er formålstjenlig, bransjemessige erfaringstall. Verdiene anses imidlertid kun å være et bidrag til de som skal gjennomføre energiberegningene, og kan ikke anses som gjeldende uten at de eventuelt er godkjent av energikonsulenten. På samme måte må avvik i forhold til veiledende verdier dokumenteres med egnet metode.

#### **Dokumenterte verdier**

Dette er mer håndfaste verdier som arealer, volum, U-verdier etc. Og kan hentes ut fra tegninger, målinger og enklere beregninger.

I tillegg til energiberegningen som fører til bokstavkarakterene, skal tilført energi med reelt klima beregnes. Disse beregningene vil være tilnærmet lik beregningene som gjøres i forbindelse med energimerkingen, med unntak av at faktiske klimadata brukes i beregningene. I praktisk medfører dette ikke noe tilleggsarbeid, da det forutsettes at energiberegningene gjøres med egnet dataverktøy.

Det beregnede tilførte energibruken kan sammenlignes med reell energibruk. Så langt det er mulig, bør registrert reell energibruk som oppgis i energiattesten være et gjennomsnitt fra flere år for å nøytralisere svingninger i klima og bruk av bygget fra et år til et annet.

#### Sammenheng mellom energimerking og inspeksjonsordningen.

Energimerking på bakgrunn av tilført energi krever angivelse av ulike virkningsgrader for bygningens energiforsyningssystem(er).

Inspeksjonsordningen gjelder på sin side for alle klimaanlegg (> 12 kW) og eventuelle kjeler (> 20 kW)

Inspeksjonsordningen bør derfor utnyttes ved at relevante virkningsgradsmålinger/beregninger blir gjennomført. Resultatet kan siden inngå som underlag for energimerkingen, som tidsmessig altså bør plasseres etter inspeksjon av tekniske anlegg. Prosedyrer som sikrer dette bør etableres.

## Forklaring av sentrale begreper

### **Energiattest**

Innehar all informasjon som kreves i tilknytning til Eu-direktivet, dvs. både sammenligning i forhold til gitte nivåer, samt forslag til tiltak m.m. Sammenligningen av bygget i forhold til gitte nivåer beskrives ved hjelp av energimerke.

### **Energimerke**

Angir nivået for energiegenskapene til bygningen i form av en bokstavkarakter (A til G).

### **Spesifikk varmetapskoeffisient**

Angir samlet varmetap fra varmegjennomgang (transmisjon), ventilasjon og luftlekkasjer fordelt på totalt oppvarmet gulvflate.

### **Totalt netto energibehov**

Bygningens behov for energi til oppvarming, ventilasjon, tappevann, belysning, utstyr, kjøling med tilhørende hjelpesystemer, estimert ved standardisert bruk av bygget og ved gitte krav til inneklimate

### **Tilført energi**

Nødvendig tilført energi til bygget for å dekke byggets energibehov (totalt netto energibehov), hvor man også tar hensyn til energiforsyningssystemets systemtap i forbindelse med produksjon, distribusjon og lagring.

### **Vektet tilført energi**

Tar hensyn til bygningens varmetekniske egenskaper, effektiviteten til bygningens tekniske installasjoner, bygningens energiforsyning- og oppvarmingssystem samt de ulike energikildenes samfunnsmessige miljøkostnader.

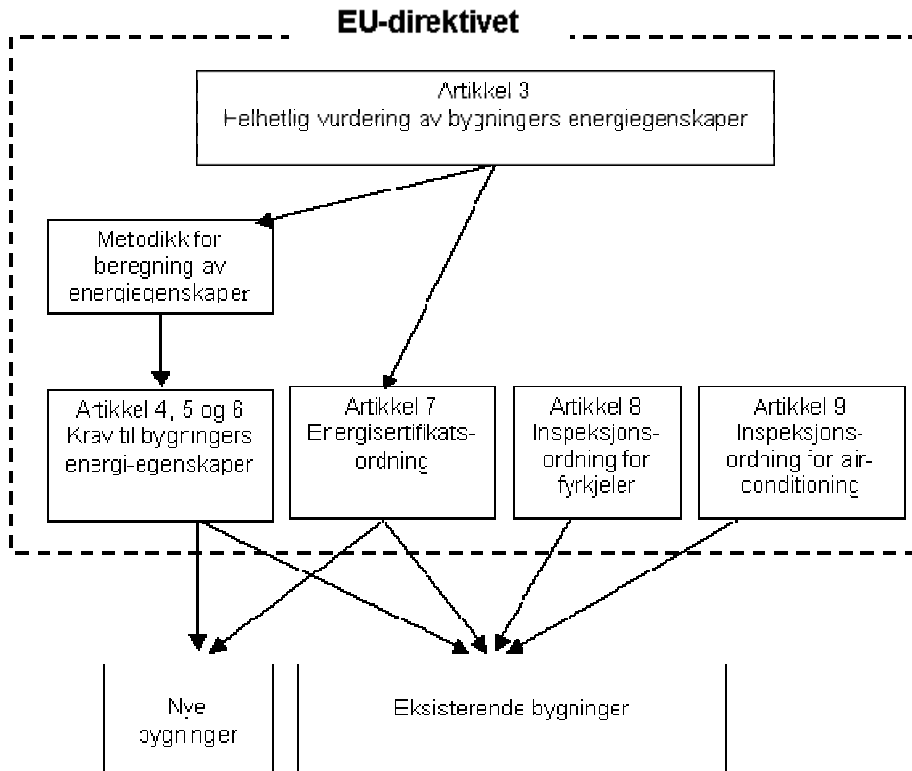
# 1 Bakgrunn

## 1.1 EU-direktivet og standarder

EU-direktivet om energibruk i bygninger, Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, forutsettes gjennomført i Norge innen 4. januar 2006. Bakgrunnen for direktivet er at det eksisterer et stort potensial for energieffektivisering i bygningssektoren som kan både bidra til redusert utslipp av klimagasser og bedre forsyningssikkerheten. Målet er både å redusere energibruken, men også bidra til at fornybare energikilder tas i bruk i større grad.

Direktivet inneholder følgende fire hovedelementer:

- Felles metode for utregning av energibruk i bygninger
- Definere nasjonale energikrav for nye bygg og eksisterende bygninger som skal reoveres, med visse unntak
- Innføring av energiattest for nye og eksisterende bygninger som viser energiytelsen til bygningen. Energiattesten skal inneholde anbefalinger om tiltak for økt energieffektivitet. I offentlige bygninger og bygninger i offentlig bruk, hvor bygninger er over 1000 m<sup>2</sup>, skal energiattesten være synlig for allmenheten.
- Periodisk inspeksjon av klimaanlegg over 12 kW og kjeler over 20 kW fyrt med fast eller flytende fossilt brensel, samt engangskontroll av eldre varmeanlegg med kjel over 20 kW.



Direktivet angir at det skal gjøres en helhetlig vurdering av bygningers energiegenskaper. I myndighetssammenheng er dette nytt siden det frem til nå kun har vært stilt krav til bygningens varmebehov. Det er derfor behov for å utvikle ny metodikk for helhetlig beregning av bygningens

energiegenskaper i tillegg til å angi kravsnivået. Samme problemstilling er gjeldende i de fleste land som influeres av direktivet. Det pågår nå et felleseuropeisk standardiseringsarbeid med sikte på å utarbeide standarder som bygger opp under kravene i direktivet, men disse standardene er ikke ferdige innen kravene i direktivet trår i kraft.

I mellomtiden må man derfor leve med midlertidige løsninger, både mht. beregningsmetodikk i tilknytning til plan- og bygningsloven, og loven som omfatter energimerkingen.

Videre stiller direktivet krav om at energiattesten og ettersyn skal utarbeides av uavhengige og/eller godkjente energikonsulenter.

Energimerkingen (attesteringen) vil være relevant for alle landets boligbygg og et stor antall næringsbygg, og energiattesteringen skal utføres i forbindelse med oppføring, salg og utleie. For bygninger større enn 1000 m<sup>2</sup> som benyttes av offentlige virksomheter, eller virksomheter som besøkes av et stort antall personer, skal energiattesten plasseres på et synlig sted. Energiattesten kan ikke være eldre enn 10 år.

## 2 Bygningskategorier som omhandles av merkeordningen

Direktivet stiller krav til at bygninger der det brukes energi for å påvirke inneklimate skal energimerkes. Bygning kan enten defineres som en helhet eller kun omfatte deler av en bygning. I forslag til ny lov foreslås det å la kravene til energimerking gjelde bygningen som helhet.

Bygninger som ikke bruker energi for å regulere inneklimate, verken til oppvarming eller kjøling, vil være unntatt fordi de faller utenfor definisjonen av bygning. Dette innebærer at for eksempel uoppvarmet garasjeanlegg ikke vil omfattes av kravet til energimerking.

I direktivet angis at enkelte bygningskategorier kan fritas fra kravet om energibruk, og det vil da også være naturlig at det er en sammenheng mellom krav til energibruk og krav til energimerking. Følgende bygningskategorier er foreløpig foreslått unntatt fra kravet til energibruk og energimerking.

- Frittstående bygninger mindre enn 50 m<sup>2</sup>
- Små fritidsboliger som blir utnyttet mindre enn 4 måneder per år.
- Midlertidige boliger
- Industrianlegg, verksteder
- Landbruksbygninger med lavt energibehov, og som ikke brukes som bolig
- Verna bygninger
- Eldre kirkebygg
- Forsvarsbygninger

Videre angir direktivet at bygningens skal klassifiseres etter følgende kategorier:

- Eneboliger
- Leilighetskomplekser
- Kontorer
- Skolebygg
- Sykehus
- Hoteller og restauranter
- Idrettsbygg
- Forretningsbygg
- Andre typer bygg

For en stor del er tilsvarende kategorier benyttet når de ulike skalaene for merkenivå presenteres i denne rapporten, men listen med kategorier er noe utvidet for å imøtekomme til dels store variasjoner innen den relativt grove inndelingen i direktivet. Bygningskategorier som det utarbeides skala for merkenivå følger derfor samme oppsett som det foreligger forslag til energirammer med kun små modifikasjone, se tabell 2.1.

Bygningskategorier	
Småhus	Inkluderer eneboliger, to- til firemannsboilger og rekkehus
Boligblokk	Ihht. "Nye forskrifter til bygningers energibehov" /1/ <sup>1</sup>
Barnehager	
Kontorbygg	
Skolebygg	
Sykehus	
Sykehjem	
Hoteller	
Restaurantbygg	
Idrettsbygg	
Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer	
Forretningsbygg uten kjølt/oppvarmet matvarer	Avvik fra /1/
Kulturbygg	Ihht. "Nye forskrifter til bygningers energibehov" /1/
Bygning for lett industri, verksteder	

**Tabell 2.** Bygningskategoriers som omhandles av merkeordningen

<sup>1</sup> /1/ "Nye forskrifter til bygningers energibehov" SINTEF A03524-2004

## 3 Prinsipper for utforming av energiattesten

### 3.1 Krav til innhold i energiattest ihht. direktivet og prEN 15217

I tilknytning til forståelsen for energimerkesystemet, er det to viktige begreper som ønskes forklart nærmere. *Energiattesten* innehar all informasjon som kreves i tilknytning til Eu-direktivet. Attesten skal inneholde referanseverdier, som for eksempel aktuelle forskriftsnivåer og ”benchmarks” slik at forbrukerne kan sammenligne og vurdere bygningens energimessige yteevne. Videre skal attesten være ledsaget av råd om hvordan den energimessige yteevnen kan forbedres på en kostnadseffektiv måte. Beregningen av bygningens energimessige yteevne skal inkludere forhold som eksempelvis fornybar energi og fjernvarme.

Som en følge av direktivet utarbeides det nå flere CEN-standarder som en konkretisering av kravene i direktivet. Forslaget prEN 15217 Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings, er i så måte en sentral standard siden innholdet i energiattesten angis konkret.

Attesten skal inneholde følgende forhold:

- Type bygningskategori som merkes
- Situasjoner som attesten kan brukes i
- Administrative data
- Tekniske data
  - Energimerke(ne) og indikatoren(e) som merke(ne) er basert på
  - Referansedata
  - Informasjon om energiytelsen av bygningen og oppvarmingssystem
  - Forslag til kostnadseffektive tiltak

I henhold til prEn 15217 skal energiytelsen presenteres gjennom en global indikator basert på enten tilført energi<sup>2</sup>, primærenergi eller CO<sub>2</sub> emisjoner. Denne globale indikatoren kan kompletteres av andre indikatorer, eksempelvis termisk ytelse av bygningskroppen dersom man finner dette hensiktsmessig. Indikatoren skal enten baseres på beregnet eller målt forbruk. For å muliggjøre sammenligning av bygg med ulik størrelse skal indikatoren divideres med totalt oppvarmet areal.

Standardiserte verdier kan bruke si beregningen av indikatoren om ønskelig. Eksempel på slike standardiserte data er klima, ventilasjonsmengder, belysningsnivå og internlaste fra personer og utstyr.

Standardforslaget anbefaler at nivået på indikatoren angis ved hjelp av klasser fra A til G, gjerne illustreres med en fargeskala.

Det er opp til hvert enkelt medlemsland og avklare hvilke indikatorer som ønskes brukt, og en felles tilnærming av dette vil trolig ikke bli aktuelt i første omgang på grunn av korte tidsfrister for implementering. Forslagene og diskusjonene som følger i rapporten er således sett ut fra et norsk perspektiv, både med bakgrunn i utkast til standarder, markedsmessige forhold og de satsinger som myndigheter har vedrørende ulike energikilder, oppvarmingssystem og redusert energibehov.

---

<sup>2</sup> Pga. noe uklare definisjoner mht tilført energi, der det gis eksempel på hvordan denne kan vektas, tolkes tilført energi som vektet tilført energi med bakgrunn i direktivets krav om at energiberegningene også ta hensyn til fjernvarme og fornybare energikilder.

## 3.2 Flere alternativer for energimerket

Det finnes flere alternativer for hva som skal inngå i energimerket, og hvordan det skal presenteres. Videre er det mulig å ha flere energimerker i attesten.

Arbeidsgruppa har vurdert ulike alternativer, der et par hovedalternativer er utredet nærmere. De øvrige alternativene er mer eller mindre en kombinasjon av de to hovedalternativene, og derfor ikke diskutert noe nærmere.

I de fleste alternativene er det angitt to energimerker, der et merke er angitt som hoved-energimerke, mens det andre betegnes som sekundærmerke. Hovedmerket er trukket frem i tilknytning til en fargeskala tilsvarende som benyttes i allerede eksisterende energimerkeordninger for hvitevarer o.l. og som anbefales brukt i prEN 15217. Sekundærmerket foreslås kun angitt som en bokstav, uten at denne knyttes direkte opp mot fargeskalaen.

Beregningsmetodikk og prosedyrene for utstedelse av energiattesten, samt et utkast til beregningsverktøy beskrives i kap. 5 og 6, samt vedlegg.

### 3.2.1 Alternativ 1 – Vektet tilført energi og spesifikk varmetapskoeffisient

I energiattesten anbefales det å ta i bruk to ulike energimerker, der hovedenergimerket settes etter vektet tilført energi til bygget og sekundærmerket angir nivået på bygningens spesifikke varmetapskoeffisient. Hovedenergi merket tar hensyn til bygningens varmetekniske egenskaper, effektiviteten til bygningens tekniske installasjoner bygningens energiforsynings- og oppvarmingssystem samt de ulike energikildenes samfunnsmessige miljøkostnader.

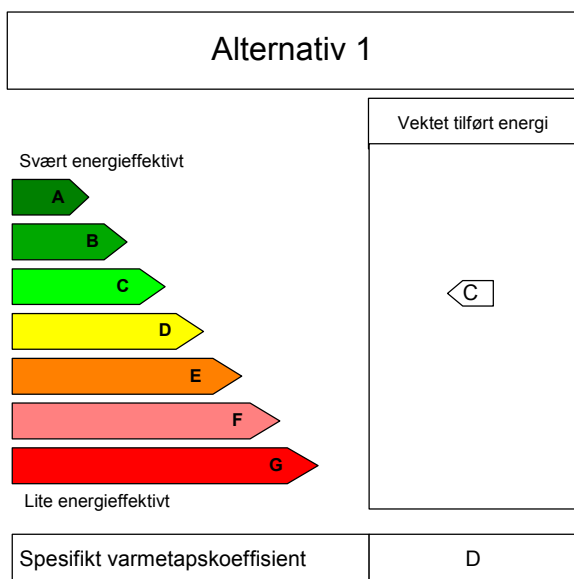
Dette merket understøtter myndighetenes satsning på bruk av alternative energikilder samt å understreke at lav miljøbelastning fås gjennom en kombinasjon mellom lavt energibehov og valg av energikilde. Gjennom et slikt merke vil en kunne premiere de bygninger som har installert et miljøvennlig energiforsyningssystem. Man blir kreditert investeringer i tilknytning til vannbårne anlegg og alternative energikilder som varmepumper, solpaneler, biobrensel og fjernvarme gjennom et bedre merkenivå. Ved å innføre vektet tilført energi får man indirekte fremmet energifleksibilitet og energikostnader ved at energikildene inkluderes i energimerket.

Sekundærmerket i energiattesten vil bli på byggets spesifikk varmetapskoeffisient ("Varmetapstallet") som tar hensyn til byggets transmisjonstap, infiltrasjonstap og ventilasjonstap.

Motivet for å inkludere dette merket er at en ønsker å trekke bygningskroppen frem som en svært viktig faktor for å effektivisere energibruken i tilknytning til bygninger.

Dette alternativet er i henhold til intensjonene i direktivet der man ønsker å fremme bruken av fornybare energikilder. I tillegg fremheves de passive løsninger som god bygningskropp gjennom sekundærmerket. Alternativet er også i tråd med foreslåtte krav i prEN 15217.

Et alternativ til hovedmerke for vektet tilført energi, og sekundærmerke for varmetapskoeffisienten er at disse to bytter plass slik at bygningens varmetap fremheves i større grad. På denne måten fremheves de bygningsrelaterte tiltakene som trolig er det som vil være enklest å forstå for markedet, men ved at energikilden er inkludert i sekundærmerket, vil nye fornybare energikilder kunne premieres.



**Figur 3.1** Utdrag av energiattesten for alternativ 1

### 3.2.2 Alternativ 2 – Bygningens totale netto energibehov og spesifikk varmetapskoeffisient

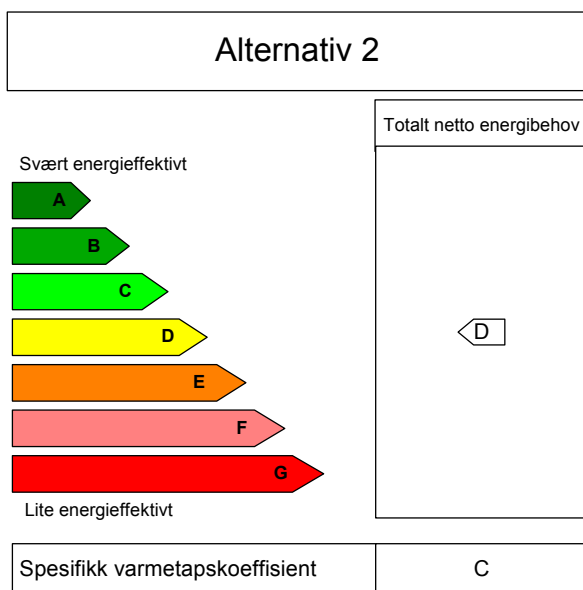
Dette alternativet inkluderer et hovedmerke for bygningens totale netto energibehov og et sekundærmerke for bygningens spesifikke varmetapskoeffisient. Hovedmerket settes for det totale energibehovet som ivaretar alle energipostene i bygget, dvs. både energi til oppvarming, ventilasjon, kjøling, lys, utstyr og varmtvann. Sekundærmerket beskriver bygningens varmetapskoeffisient på tilsvarende måte som i alternativ 1.

I tillegg forutsettes det at det gis en kort beskrivelse av oppvarmingssystemet inkludert energikilden.

Kombinasjonen mellom energibehov, oppvarmingssystem og energikilde belyses ikke i dette alternativet. Investeringer i miljøvennlige og energifleksible energiforsyningssystemer premieres således ikke gjennom energiattesten. Alternativet kan derfor vanskelig tolkes som at det tilfredsstiller kravene i direktivet om at fornybare energikilder og fjernvarme skal inngå i vurderingen av bygningens energimessige yteevne. Alternativet er således heller ikke i tråd med forslagene gitt i prEN 15217.

Hovedmerket er for en stor del i tråd med forslaget til nye energikrav i forskriften til plan- og bygningsloven, der kravet er angitt som et maksimalt tillatt nivå for total netto energibehov.

Totalt netto energibehov vil ikke kunne brukes til direkte sammenligning med reell energibruk, siden netto energibehov ikke inkluderer systemvirkningsgrad for oppvarmings- eller kjøleanleggene med unntak av bygninger som er direkte oppvarmet med elektrisitet. For andre bygninger vil totalt netto energibehov således ikke kunne brukes direkte i tilknytning til vurdering av bygningens totale energikvaliteter.



**Figur 3.2** Utdrag av energimerke for alternativ 2

### 3.2.3 Alternativ 3 – Bygningens totale netto energibehov

I dette alternativet angis kun et energimerke tilsvarende bygningens totale netto energibehov. I tillegg angis en kort beskrivelse av oppvarmingssystemet inkludert energikilden.

Kombinasjonen mellom oppvarmingssystem, energikilde og energibehov belyses ikke. Den forenklede fremstillingen av bygningens energieffektivitet i form av varmetapskoeffisient er utelatt med den konsekvens at det vil være vanskeligere for for eksempel boligprodusentene å markedsføre gode bygningskonstruksjoner. På samme måte som for alternativ 2, premieres således ikke investeringer i miljøvennlige og energifleksible energiforsyningssystemer.

### 3.2.4 Alternativ 4 – Bygningens totale netto energibehov og miljøegenskap for energikilde

Dette alternativet innebærer et hovedmerke tilsvarende som for flere av de andre alternativene, dvs. bygningens totale netto energibehov. I tillegg angis et sekundærmerke for energikilden alene, dvs. en merke energikilden uavhengig av energibehovet. Dette alternativet fremhever energikilden på en mer tydelig måte enn alternativ 1 og 2, men åpner for svært mange diskusjoner siden energibruken ikke sees i sammenheng med behovet.

I tillegg inngår energifleksibiliteten og distribusjonssystemet ikke i noen av merkene, og energimerkene kan synes å være noe mangelfull.

### 3.2.5 Alternativ 5 – Tilført energi og spesifikk varmetapskoeffisient

Dette alternativet inkluderer et hovedmerke for tilført energi og et sekundærmerke for bygningens spesifikke varmetapskoeffisient. Hovedmerket settes for tilført energi til bygget, dvs. det ivaretar alle energipostene i bygget som utgjør energibehovet (totalt netto energibehov), i tillegg til at det tas hensyn til energiforsyningssystemets systemtap i forbindelse med produksjon, distribusjon og lagring. Energertilskudd i form av solpaneler og varmepumper tas således inn i dette alternativet. Sekundærmerket beskriver bygningens varmetapskoeffisient på tilsvarende måte som i alternativ 1 og 2.

Alternativet kan sies å delvis være i tråd med intensjonene i direktivet om å redusere energibehovet i tillegg til å fremme bruk av fornybare energikilder som f.eks. sol. Fjernvarme derimot vil ikke ivaretas.

Alternativet er trolig ikke i henhold til kravene i prEN 15217 siden tilført energi trolig må tolkes som vektet tilført energi for at standarden skal bygge opp under kravene i direktivet.

Hovedmerket er ikke i tråd med forslaget til nye energikrav i forskriften til plan- og bygningsloven, der kravet er angitt som et maksimalt tillatt nivå for total netto energibehov.

Beregnet tilført energi kan til dels brukes i direkte sammenligning med reell energibruk, siden tilført energi også inkluderer systemvirkningsgrad for oppvarmings- eller kjøleanlegg under forutsetning at klimadata som brukes i beregningene er representativ for det reelle klimaet. Tilført energi vil således være verdien som vil ligge nærmest reell kjøpt energibruk av de ulike alternativene, og muligens enklest å forstå ute i markedet.

Som angitt over vil alternativet ivareta energitilskudd fra egenprodusert energi i form av sol og varmepumper, men forhold som biobrensel og fjernvarme blir ikke ivaretatt gjennom energimerkeordningen.

Gjennom dette alternativet vil en unngå eventuell motstand mht. vekting av energikilder dersom en slik tilnærming synes å være noe kontroversiell.

### **3.3 Anbefalt alternativ vedr. energimerke**

#### **3.3.1 Anbefalt alternativ**

Sintef og Byggforsk anbefaler primært alternativ 1 siden alternativet samlet ivaretar energibehovet, distribusjonssystemet og energikilden på en troverdig og etterprøvbar fremgangsmåte.

Dette alternativet vil også kunne bidra til at bruken av nye fornybare energikilder benyttes i større grad enn i dag, og at bedre produkter innen utnyttelse av ulike energikilder utvikles. Samtidig fremheves bygningskroppen inkludert de tekniske installasjonene som viktige faktorer gjennom varmetapskoeffisienten. Det er mulig markedsmessig at det vil være fornuftig å fremme bygningskroppen, dvs. den spesifikke varmetapskoeffisienten gjennom hovedmerket, og la vektet tilført energi inngå som sekundærmerket, men dette er ikke vurdert i detalj.

Det anbefalte alternativet kan begrunnes både i forhold til krav i EU-direktivet, krav i utkast til CEN-standard, markedsmessige forhold, myndighetenes satsning på fornybare energikilder og fjernvarme samt at alternativet kan anses som en komplettering i forhold til forslaget til nye energikrav som baseres på total netto energibruk.

Det gjøres oppmerksom på at store deler av prosjektgruppa er til dels sterkt uenig i denne anbefalingen, med begrunnelser som at det er for tidlig å introdusere markedet for miljøfaktorer samt at det stilles spørsmål om riktigheten av disse, at energimerket må være enkelt å kommunisere, at det norske metodikken ikke avviker fra den som blir praksis i resten av Europa, og at det er avvik i forhold til kravene som foreslås i tilknytning til teknisk forskrift til plan og bygningsloven.

#### **3.3.2 Diskusjoner vedrørende anbefalt alternativ**

Som angitt over vil det anbefalte alternativet om å ta i bruk vektet tilført energi som grunnlag for å energimerke bygninger kunne begrunnes ut fra krav i Eu-direktivet og forslag til CEN-standard, markedsmessige forhold, myndighetenes satsning på fornybare energikilder og fjernvarme samt energikravene i Teknisk forskrift.

##### **EU-direktivet**

Alternativet er i henhold til direktivets bestemmelser der det kreves at bl.a. fornybare energikilder og fjernvarme skal inkluderes i beregningene av energiytelsen. Dette kravet angis flere steder i direktivsteksten, og kan således ikke bestrides. I tillegg angis det at "egen-produsert energi" også skal inkluderes i vurdering av energiytelsen for bygget. Dette kan både tolkes som at tilført energi skal legges til grunn for beregningene i tillegg til at energikildene skal ivaretas i vurderingene.

Utkastet til CEN-standard prEN 15217

Den største utfordringen ved å foreslå en energimerkeordning er at standarder som skal legges til grunn for energimerkingen kun foreligger som utkast i større eller mindre ferdigstillelsesgrad.

CEN-utkastet, prEN 15217 er en særdeles viktig standard i energimerkesammenheng siden dette angir hvilke indikatorer som skal legges til grunn for merkeordningen. Som angitt i kap. 3.1. skal indikatoren enten baseres på tilført energi, primærenergi eller CO<sub>2</sub>-utslipp, men pga. noen uklare formuleringer kan det knyttes noe usikkerhet til om tilført energi skal tolkes som vektet eller uvektet tilført energi. Med bakgrunn i kravene i direktivet om at fornybare energikilder og fjernvarme skal inkluderes i beregningene om at tilført energi skal vektes i forhold til energikildene. Utfordringen har dermed vært hvilken vektingsmetodikk som skal benyttes siden det ikke foreligger noen beregningsstandarder på dette. I rapporten er det derfor foreslått en vektingsmetodikk med tilhørende vektingsfaktorer knyttet til energikilder som er vurdert i forhold til ulike parametere.

Det anbefalte alternativet tolkes således i å være i henhold til CEN-utkastet.

### **Markedsmessige forhold**

Det foreslåtte alternativet ivaretar både tiltak i forhold til å redusere energibehovet, tiltak for å øke energifleksibiliteten samt tiltak med hensyn til bruk av alternative energikilder. En bedre energiklasse kan både oppnås gjennom investeringer for å redusere energibehovet samt gjennom investeringer på fornybare energikilder som solpaneler/solceller, varmepumper, bio i tillegg til fjernvarme. Gjennom dette alternativet vil forbrukere som investerer store summer i for eksempel vannbåren varme og varmepumpe krediteres tiltaket gjennom forbedret energital. Dersom man velger å ikke ta i bruk vektet tilført energi, vil energimerkeordningen i mindre grad kunne bidra til å fremme bruk av fornybare energikilder og fjernvarme.

### **Myndighetenes satsninger**

Ved å foreslå å innføre vektet tilført energi som en del av energimerkeordningen, vil energimerkeordningen være i tråd med de satsinger som pågår fra myndighetenes side. Det henvises blant annet til Enovas varmeprogrammer innen økt bruk av vannbåren varme og økt energifleksibilitet, sol, bio og fjernvarme. Ved å etablere slike programmer har myndighetene indirekte gjennomført vekting av ulike energikilder, men da ikke med direkte vektingsfaktorer slik som angitt i denne metoden. Det kan bemerkes at de foreslåtte vektingene i metoden for en stor del kan sies å være i tråd med myndighetenes satsninger på bio, fjernvarme og gass. Det foreslåtte alternativet vil således kunne være med til å bidra til myndighetenes mål vedrørende bruk av alternative energikilder oppnås.

### **Anbefalt alternativ i forhold til foreslåtte energikrav i Teknisk forskrift**

Forslaget avviker noe i forhold til foreliggende forslag til nye energikrav for nye bygninger (TEK) som baserer sine krav på totalt netto energibehov. Avviket foreligger både med hensyn til at det regnes med tilført energi, der oppvarmingssystem inkludert tilskudd fra eventuelle varmepumper og solpaneler kan tas med i beregningene i tillegg til at energikildene er vektet.

En av innvendingene som er brukt for å ikke inkludere solpaneler og varmepumper i dokumentasjon i forhold til energikravene i TEK-sammenheng, er å hindre muligheten for teknisk bytte mellom ”varige” passive løsninger og ”kortsiktige” løsninger siden valg av løsninger som gjøres ved bygging vil få lang varighet. TEK bidrar således ikke til økt bruk av varmepumper, solpaneler o.l. Energimerket presenterer energikvaliteten til bygningen inkludert energikildene når merket utstedes, og har en begrenset varighet på maksimalt 10 år. Ved neste gangs utstedelse av merket vil ny vurdering av bygningen inkludert energikildene gjennomføres, og merket utstedes med bakgrunn i de faktiske forhold. Merket vil således ikke bidra til at det foretas varig teknisk bytte mellom varige og mer kortsiktige løsninger, men det vil kunne bidra til at det blir mer attraktivt og investere i energitekniske løsninger som solpaneler og varmepumpe som medfører til redusert energibruk.

Ved å inkludere energikildene i energimerkeordningen i energimerkeordningen, vil således det anbefalte alternativet med vektet tilført energi være en komplettering i forhold til de foreslåtte energikravene i TEK.

Ved å også foreslå spesifikk varmetapskoeffisient som sekundærmerke, fremheves oppvarmingsbehovet som den største energiposten i bygningsmassen. Selv om det spesielt for nye bygninger er tendenser til at kjølebehovet er økende, er det viktig å fremme redusert oppvarmingsbehov for hele bygningsmassen, dvs. både for nye og eksisterende bygninger. Dette oppnår man ved å fremheve varmetapskoeffisienten gjennom energimerkeordningen. For nye bygg vil kjølebehovet reguleres gjennom forslaget til nye energikrav i TEK.

### **Introduksjon i markedet**

Alternativet kan muligens i første omgang synes noe vanskelig å forstå, og da spesielt begrepene vektet tilført energi og spesifikk varmetapskoeffisient. Det vil trolig være hensiktsmessig å bruke andre betegnelser enn disse standardiserte begrepene siden disse for en stor del ikke gir umiddelbar forståelse av innholdet for brorparten av Norges befolkning. Et mulig forslag i stedet for ”Bygningens varmetapskoeffisient” er å bruke ”Bygningens varmetapstall” eller bare ”Varmetapstallet”. På tilsvarende måte kan ”Vektet tilført energi” erstattes med ”Bygningens energital” eller bare ”Energitallet”.

Videre anbefales det at det i tillegg til selve energimerket fremlegges en kort ”bruksanvisning” som sier noe om alle de ulike opplysningene som oppgis. Denne bør gjøres tilgjengelig for alle, og gjerne legges ut på internett. I tillegg bør en vurdere om trykt informasjonsmaterieell skal utarbeides til bruk meglere m.fl. Dette bør for øvrig vurderes gjort uavhengig av hvilket alternativ som benyttes siden ”folk flest” trolig ikke har kjennskap til noen av begrepene uavhengig av hvilket alternativ som velges.

Det henvises for øvrig til kap. 5 og 6, samt vedlegg ”Utkast til et WEB-verktøy” som viser at beregning av vektet tilført energi ikke vil medføre ekstraarbeid i forhold til de øvrige alternativene.

### 3.4 Øvrige forhold som bør inkluderes i energiattesten

Øvrig forhold av teknisk karakter som anbefales oppgitt i energiattesten uavhengig av hvilket alternativ som velges for energimerke er:

#### **Beregnet tilført energi fordelt på energikilde, i kWh/m<sup>2</sup>**

Beregnet tilført energibehov basert på totalt netto energibehov og tilhørende systemvirkningsgrader for de ulike tekniske anleggene for oppvarming og eventuell kjøling. Beregningene på total netto energibehov er basert på standardisert/ normert brukeradferd. Reelle tekniske forhold som isolasjonsgrad, virkningsfaktorer, klima o.l. skal benyttes så langt det er praktisk mulig. Det tilførte energibehovet oppgis som en numerisk verdi i kWh/m<sup>2</sup>. Dersom det benyttes flere energikilder, oppgis forventet energi per energikilde.

#### **Målt energibruk**

For eksisterende bygninger skal om mulig, målt energibruk oppgis. Det målte energibruken vil være sammenlignbar med tilført energi. Avvik mellom målt og tilført energi vil både skyldes brukeradferd og avvik mellom antatt tekniske forhold i beregningene og de reelle forholdene. Stort avvik vil legges til grunn for anbefalte tiltak, i tillegg til energimerkene.

#### **Kortfattet beskrivelse av energiforsyningssystem inkl. energikilden(e)**

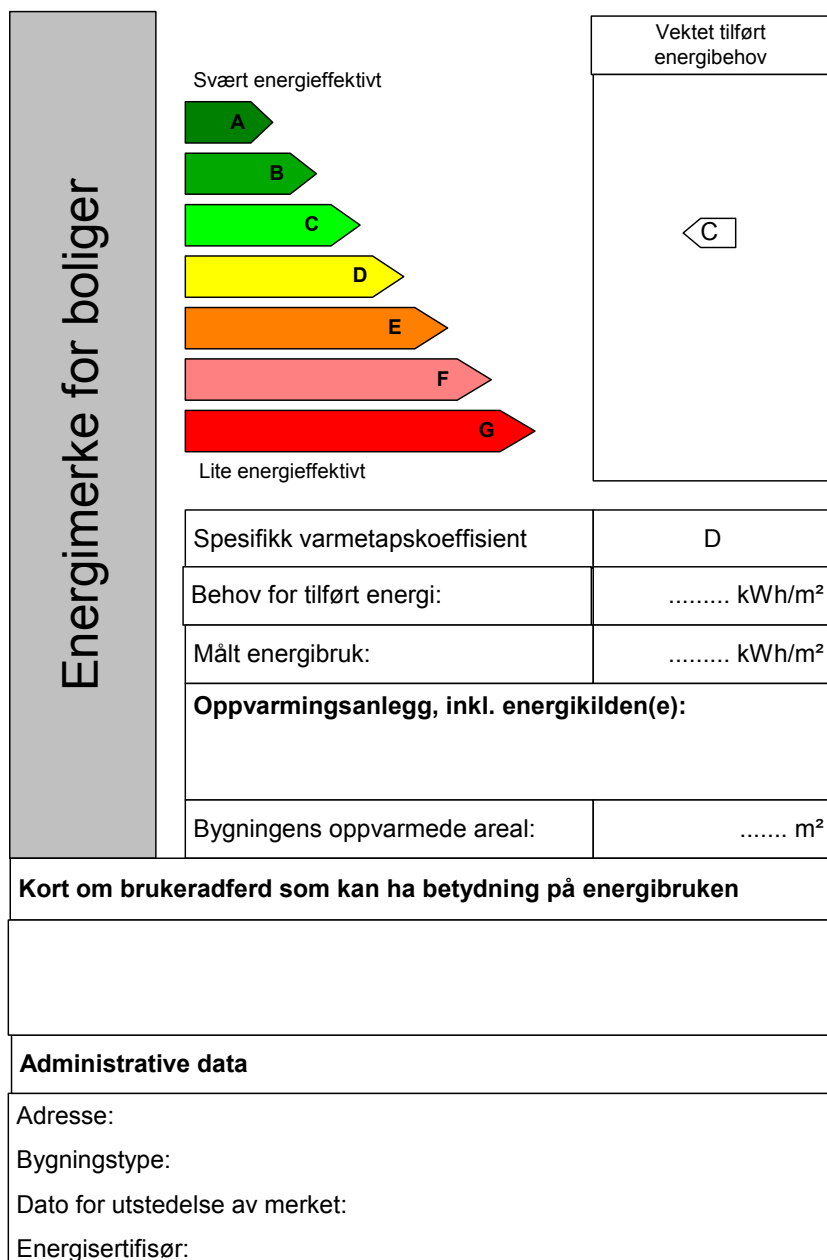
Energiforsyningssystemene inkludert energikilden(e) beskrives kort. Dersom anlegget er nyere enn selve bygningen, oppgis også årstall for installasjon av anlegget. Ved flere ulike system, beskrives alle anleggene, og da sammen med hvilke arealer de ulike anleggene eventuelt dekker.

#### **Kortfattet beskrivelse av brukeradferd som kan ha betydning på energibruken**

Dersom man ved utstedelse av energimerket har kjennskap til brukeradferd som påvirker energibruken utover det som anses som standardisert brukeradferd, beskrives dette i energiattesten.

### 3.5 Grafisk fremstilling av energiattesten

Energiattesten kan ha flere alternative grafiske fremstillinger. Prosjektgruppen har primært vurdert ulike alternativer av innhold i attesten, og overlater således den grafiske utformingen til andre som har spesialkompetanse innen kommunikasjon. I rapporten er den grafiske utformingen kun et arbeidsredskap for gruppa, og som en illustrasjon på hvordan innholdet kan presenteres.



*Figur 3.3 Eksempel på grafisk utforming av førstesiden av en energiattest*

## 4 Skala og merkenivå

Dette kapittelet omhandler forhold som har betydning for forslaget til skala og merkenivå for de ulike bygningskategoriene som omtales i rapporten.

### 4.1 Generell algoritme uavhengig av bygningstype og ref.nivå

Målet har vært å utarbeide en generell algoritme for merkeskalaen som både er uavhengig av bygningstype og referansenivå. Dvs. at algoritmen kan brukes for alle bygningstyper, og at algoritmen fortsatt kan brukes når forskriftsnivå, og gjennomsnittlig energibruk for bygningsmassen endres. Dette innebærer at den samme algoritmen brukes både for vektet tilført energi og byggets spesifikke varmetapskoeffisient.

Hensikten med energimerket er å stimulere til mer energieffektive bygninger med miljøriktig energiforsyning. Sammenlignet med andre europeiske land er bygningsmassens energitekniske standard relativt god i Norge. Uisolerte bygninger med enkelt lag glass forekommer nesten ikke lenger i Norge, mens dette er tilfellet i andre land. Målet med den norske energimerkeordningen bør være:

- Skalaen skal favne variasjonene i energibruken for bygningsmassen innen for de ulike bygningskategoriene så langt dette er mulig
- Skalaen bidrar til at flere energieffektive bygninger bygges
- Skalaen bidrar til at allerede eksisterende bygningsmasse renoveres til en bedre energiteknisk standard.

Skalaen angis som en bokstavkarakter (A til G). For å etablere skalaen fra A til G må det defineres skiller mellom de ulike energiklassene. Utkastet til CEN-standarden prEN 15217 angir en algoritme for inndeling av skalaen. Skalaen baseres på de to referansenivåene  $R_r$ , lik forskriftsnivå i 2006 og  $R_s$ , lik gjennomsnittsverdien for respektiv bygningskategori i 2006.

#### Skala ihht. prEN 15217

I henhold til prEN 15217 skal grensen mellom klasse B og C være nye forskriftskrav i 2006 ( $R_r$ ). Nye bygninger som akkurat tilfredsstiller forskriftens minimumskrav kan teoretisk få klasse C, men en ørliten forbedring av energiegenskapene forbedrer bygget til klasse B. I praksis innebærer dette at alle nye bygninger vil plasseres i energiklasse B. prEN 15217 angir videre at halvert energinivå tilfredsstiller klasse A, noe som omtrent tilsvarer ”passivhus-nivå” med miljøriktig energiforsyning. I dagens marked og med dagens energipriser er det et betydelig sprang ned til klasse A, som foreløpig vil anses som urealistisk for mange utbyggere i forhold til dagens nivå. Med den foreslåtte skalainndelingen i henhold til prEN15217, kan det ikke forventes at energimerkeordningen vil stimulere til mer energieffektive og miljøriktige nybygg.

Også i den andre enden av skalaen er prEN 15217 uheldig ved at energiegenskapene må være svært dårlig for at bygget skal plasseres i klasse F og G. F-klassen tilsvarer  $1,5 \cdot$  gjennomsnittsverdien for respektiv bygningskategori ( $R_s$ ) og G tilsvarer  $2 \cdot R_s$ . Klasse G vil ihht. dette forslaget innbefatte et svært lite antall bygninger i Norge og vil således ikke ha noen praktisk hensikt.

#### Modifisert skala

Innvendingene mot skalainndelingen ihht. prEN 15217 er etter arbeidsgruppa syn relevante. Det foreslås derfor å modifisere skalaen ved å etablere et nytt mellomnivå  $0,75 \cdot R_r$  mellom beste nivå  $0,5 \cdot R_r$  og forskriftsnivået  $R_r$ . Samtidig skyves de andre skalaene et hakk ned, og dårligste klasse  $2,0 \cdot R_s$  utgår. A-nivået beholdes siden dette nivået er allerede i dag fullt oppnåelig, og vil samtidig oppfordre til

videreutvikling av mer energieffektive løsninger. Med sikte på at skalaen kan ha en varighet på rundt 10 år, anses A-klassen således å ligge på riktig nivå.

Oppsummert kan de to ulike skalaene presenteres som følgende, der modifisert skala utredes nærmere i de påfølgende kapitler.

Klasse	pr EN 15217	Modifisert skala
A	$\leq 0.5 \cdot R_r$	$\leq 0.5 \cdot R_r$
B	$\leq R_r$	$\leq 0.75 \cdot R_r$
C	$\leq 0.5 \cdot (R_r + R_s)$	$\leq R_r$
D	$\leq \cdot R_s$	$\leq 0.5 \cdot (R_r + R_s)$
E	$\leq 1.5 \cdot R_s$	$\leq \cdot R_s$
F	$\leq 2.0 \cdot R_s$	$\leq 1.5 \cdot R_s$
G	$> 2.0 \cdot R_s$	$> 1.5 \cdot R_s$

**Tabell 4.1** Skala foreslått i pr EN 15217 og anbefalt skala til bruk i norsk energimerkesammenheng

## 4.2 Spesifikk varmetapskoeffisient og merkenivå

### 4.2.1 Grunnlag for skalaen for næringsbygg

Det er i tabellene under beregnet merkeskala for spesifikk varmetapskoeffisient (heretter kalt varmetapstallet) for de ulike bygg- kategoriene for næringsbygg. For å beregne varmetapstall for de ulike karakterene i skalaen må man vite referansenivået,  $R_r$ , for nye bygg (byggeforskrift av 2006) og  $R_s$  som er snittet eksisterende bygg (se også kap.4.1).

For å beregne varmetapstallet for nye bygg er byggmodellen og foreslåtte U-verdier, infiltrasjon, luftmengder, virkningsgrad gjenvinner og driftstid i energirammerapporten /1/ brukt.

For å estimere varmetapstallet for snittet av eksisterende bygningsmasse,  $R_s$ , er følgende prosedyre brukt:

1. Det er tatt utgangspunkt i beregningsmodellene for ulike byggkategorier fra energirammerapporten /1/, som foreligger som beregningsmodeller i programmet Energi i Bygninger 3.5 (EiB) /4/<sup>3</sup>.
2. Krav til U-verdier i henhold til byggeforskrifter av 1981 er antatt representative for snittet av eksisterende bygningsmasse. (2.4, 0.35, 0.2 og 0.2 W/m<sup>2</sup>K for hhv. vinduer/dører, yttervegg, gulv og tak). Videre er infiltrasjonen antatt lik 0.20 oms/t (tilsvarer tetthet på ca. 4 oms/t).
3. Alle andre data for internlaster, luftmengder, driftstider, og lignende (bortsett fra virkningsgrad gjenvinner) er antatt lik nye bygg i energirammerapporten. /1/
4. Vektet tilført energi (temperatur- og stedkorrigert) fra Enovas energistatistikk for 2003, brukes som sammenligningsgrunnlag for fastsettelse av varmetapstallet.
5. Virkningsgrad gjenvinner brukes til å kalibrere teoretiske beregninger i EiB med vektet tilført energi fra Enovas statistikk.
6. U-verdier, infiltrasjon og kalibrert virkningsgrad gjenvinner, brukes til å beregne estimert varmetapstall for eksisterende bygg ( $R_s$ -verdien).
7. Med  $R_r$  som C-nivå og  $R_s$  som E-nivå, brukes den generelle skalaalgoritmen til å beregne de andre varmetapstallene i skalaen.

### 4.2.2 Anbefalte merkenivåer for spesifikk varmetapskoeffisient

Med prosedyre som beskrevet over kan resulterende nivå for de ulike bygningskategoriene beregnes.

Nivå/merke	Kontorbygg (W/Km <sup>2</sup> )	Barnehager (W/Km <sup>2</sup> )	Skolebygg (W/Km <sup>2</sup> )	Sykehus (W/Km <sup>2</sup> )	Sykehjem (W/Km <sup>2</sup> )	Hoteller (W/Km <sup>2</sup> )
<b>A</b>	$H \leq 0.55$	$H \leq 0.70$	$H \leq 0.60$	$H \leq 0.85$	$H \leq 0.80$	$H \leq 0.65$
<b>B</b>	0.56 - 0.80	0.71 - 1.05	0.61 - 0.85	0.86 - 1.00	0.81 - 1.15	0.66 - 0.95
<b>C</b>	0.81 - 1.05	1.06 - 1.35	0.86 - 1.15	1.01 - 1.70	1.16 - 1.55	0.96 - 1.25
<b>D</b>	1.06 - 1.40	1.36 - 1.70	1.16 - 1.45	1.71 - 1.90	1.56 - 1.80	1.26 - 1.60
<b>E</b>	1.41 - 1.70	1.71 - 2.05	1.46 - 1.80	1.91 - 2.10	1.81 - 2.05	1.61 - 1.90
<b>F</b>	1.71 - 2.55	2.06 - 3.05	1.81 - 2.70	2.11 - 3.10	2.06 - 3.05	1.91 - 2.85
<b>G</b>	$H > 2.55$	$H > 3.05$	$H > 2.70$	$H > 3.10$	$H > 3.05$	$H > 2.85$

<sup>3</sup> Energi i Bygninger 3.5 (EiB) ([www.programbyggerne.no](http://www.programbyggerne.no))

Nivå/merke	Restaurantbygg (W/Km <sup>2</sup> )	Idrettsbygg (W/Km <sup>2</sup> )	Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer (W/Km <sup>2</sup> )	Forretningsbygg uten dagligvare (W/Km <sup>2</sup> )	Kulturbygg (W/Km <sup>2</sup> )	Industri/ verksted (W/Km <sup>2</sup> )
<b>A</b>	H ≤ 0.65	H ≤ 0.80	H ≤ 0.90	H ≤ 0.75	H ≤ 0.55	H ≤ 0.55
<b>B</b>	0.66 - 1.00	0.81 - 1.15	0.91 - 1.30	0.76 - 1.10	0.56 - 0.80	0.56 - 0.80
<b>C</b>	1.01 - 1.30	1.16 - 1.55	1.31 - 1.75	1.11 - 1.45	0.81 - 1.10	0.81 - 1.05
<b>D</b>	1.31 - 1.60	1.56 - 2.00	1.76 - 2.65	1.46 - 1.90	1.11 - 1.30	1.06 - 1.80
<b>E</b>	1.61 - 1.85	2.01 - 2.50	2.66 - 3.55	1.91 - 2.35	1.31 - 1.45	1.81 - 2.50
<b>F</b>	1.86 - 2.75	2.51 - 3.70	3.56 - 5.30	2.36 - 3.50	1.46 - 2.20	2.51 - 3.75
<b>G</b>	H > 2.75	H > 3.70	H > 5.30	H > 3.50	H > 2.20	H > 3.75

**Tabell 4.2** Anbefalt skala for spesifikk varmetapskoeffisient for næringsbygg

### Merkenivå

Denne skalaen vil ivareta spredningen av den spesifikke varmetapskoeffisienten for nye næringsbygg med ulik lavenergising. I tillegg vil den også skille mellom ulike standarder for en stor del av den eksisterende bygningsmassen.

A-nivået vil representere en standard med svært god isolasjon og lav luftlekkasje. I tillegg vil ventilasjonsanlegget for denne øverste klassen være utstyrt med en svært god årsvirkningsgrad for varmegjenvinner. Nivået er satt såpass lavt at A-merket vil "overleve" teknologisk utvikling over mange år. Dette betyr at det ikke skulle bli behov for å innføre en ekstraklassifisering i form av A+ eller tilsvarende slik man nå opplever innenfor eksempelvis hvitevarer.

Svært utette og dårlig isolerte bygninger vil havne i de laveste klassene. Gjennomsnittet ligger pr. definisjon på E-nivå, men avstanden ned til D og C-nivå er relativt kort og burde stimulere til å sette forbedring av eksisterende energimerke som et ambisjonsnivå ved rehabilitering.

### Ventilasjon

I og med at varmetap til ventilasjon inngår i varmetapstallet, vil en bygning med underdimensjonerte ventilasjonsluftmengder (men akseptabel virkningsgrad for varmegjenvinner), oppnå et lavt varmetap for denne posten. Dette kan synes urimelig.

En løsning vil være å benytte veiledende ventilasjonsmengder der hvor reell mengde åpenbart er for lavt i forhold til dagens praksis. I så fall er det rimelig å også innrømme en akseptabel varmegjenvinningsgrad av denne "veiledende" ventilasjonsmengden.

Ventilasjonsystemet inngår som en "bygningmessig" konstruksjon i vårt forslag til beregningsprosedyre, og et slikt grep som beskrevet medfører at man innfører "konstruerte" anlegg og tilhørende verdier. Dette bryter imidlertid med de prinsipper vi anbefaler skal gjelde i merkeordningen. I tillegg vil metoden lett føre til store avvik og uklarheter mellom beregnede og virkelige verdier for varmetap og energibehov.

Disse innvendingene anser vi som vesentlige, og som en konklusjon mener vi derfor at reelle ventilasjonsmengder og teknisk løsning for øvrig (tatt fra tegning, måling eller annen dokumentasjon) skal benyttes, selv om dette gir lave verdier for varmetap.

Forholdet bør imidlertid påpekes og typisk inngå i det kommentarfeltet selve merket er utstyrt med. Ventilasjonsmengde/metode kan inngå som et undermerke i en framtidig/revidert ordning. (jmf merking av "vaskeevne" for energimerke for vaskemaskiner).

### 4.2.3 Eksempel på tiltakspakker for A- og B-nivå for spesifikk varmetapskoeffisient

Som en kontroll for sjekke om de foreslåtte klassene for A- og B-merkene er rimelige i forhold til tekniske løsninger og praktisk gjennomføring, har vi sett på to kontorbygg med forskjellige ”tiltakspakker”

#### Eksempel på tiltakspakke for å oppnå et B-merket kontorbygg

Inndata	Brukt i energiberegningen	Kommentar
Oppvarmet golvareal	6000 m <sup>2</sup>	5 etasjer
Oppvarmet luftvolum	14040 m <sup>3</sup>	2.4 m takhøyde
Infiltrasjon	0.10 oms/t	<i>Tett konstruksjon</i>
Yttervegg area/U-verdi	1280 m <sup>2</sup> / 0.17 W/(m <sup>2</sup> K)	250 mm isolasjon. U-verdi inkl. kuldebroer
Yttertak area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> / 0.12 W/(m <sup>2</sup> K)	350 mm isolasjon
Golv area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> / 0.13 W/(m <sup>2</sup> K)	Gulv på grunn med 200 mm EPS, U-verdi inkl. varmemotstand i grunnen.
Vinduer area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> / 1,1 W/(m <sup>2</sup> K)	<i>Tre lags rute, 2 lav-E belegg, argofylling</i>
Ventilasjon	10 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> (3120 t/år) 3.3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> (5640 t/år)	Driftstid (dagtid) Utenom driftstid (Natt)
Temperaturvirkningsgrad gjenvinner	80 %	Roterende gjenvinner
Settpunkt oppvarming	21 °C	Standardisert verdi

**Tabell 4.3** Tekniske tiltak for å oppnå et B-merket varmetapstall for kontorbygg.

Med inngangsdata ihht tabell, gir beregning et samlet varmetap på ca 4490 W/K. Korrigert for areal blir varmetapstallet på 0.75 W/K m<sup>2</sup>. (B-nivå)

Tabell 4.2 viser at bygningen er utført med god isolasjon samt spesielt gode vinduer. Videre er infiltrasjonen lavt.

Tiltakene er imidlertid basert på kjent teknologi, og kan enkelt implementeres gjennom bevisst planlegging, produktvalg og nøyaktighet gjennom bygging

Nivået for B-merket synes derfor å være på et akseptabelt nivå.

**Eksempel på tiltakspakke for å oppnå et A-merket kontorbygg**

Inndata	Brukt i energiberegningen	Kommentar
Oppvarmet golvareal	6000 m <sup>2</sup>	5 etasjer
Oppvarmet luftvolum	14040 m <sup>3</sup>	2.4 m takhøyde
Infiltrasjon	0.05 oms/t	<i>Svært tett konstruksjon</i>
Yttervegg area/U-verdi	1280 m <sup>2</sup> / 0.09 W/(m <sup>2</sup> K)	<i>Svært god isolasjon. 450 mm isolasjon. U-verdi inkl. kuldebroer</i>
Yttertak area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> / 0.08 W/(m <sup>2</sup> K)	Svært god isolasjon. 500 mm isolasjon
Golv area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> / 0.09 W/(m <sup>2</sup> K)	<i>Svært god isolasjon. Gulv på grunn med 350 mm EPS, U-verdi inkl. varmemotstand i grunnen.</i>
Vinduer area/U-verdi	900 m <sup>2</sup> / 0.80 W/(m <sup>2</sup> K)	<i>Redusert vindusareal i forhold til "norm" på 20 % glassareal i forhold til gulvareal. Spesialutførelse på vinduer for å sikre lav U-verdi.er</i>
Ventilasjon	10 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> (3120 t/år) 3.3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> (5640 t/år)	Driftstid (dagtid) Utenom driftstid (Natt)
Temperaturvirkningsgrad gjenvinner	85 %	<i>Roterende gjenvinner med svært god virkningsgrad</i>
Settpunkt oppvarming	21 °C	Standardisert verdi

**Tabell 4.4** Tekniske tiltak for å oppnå et A-merket varmetapstall for kontorbygg.

Med inngangsdata ihht tabell, gir beregning et samlet varmetap på ca 3012 W/K. Korrigert for areal blir varmetapstallet på 0.50 W/K m<sup>2</sup>. (A-nivå)

Tabell 4.3 viser at bygningen er utført med spesiell god isolasjon.

Videre er vinduer utført med en U-verdi helt ned mot det som er praktisk mulig innenfor dagens teknologi.

Endelig er infiltrasjonen på et så lavt nivå som praktisk gjennomførbart.

Ventilasjonsanlegget må også være løst på en gjennomtenkt måte for å oppnå beskrevet varme-gjenvinningsgrad.

Som et ytterligere tiltak er vindusarealet senket til et svært lavt nivå.

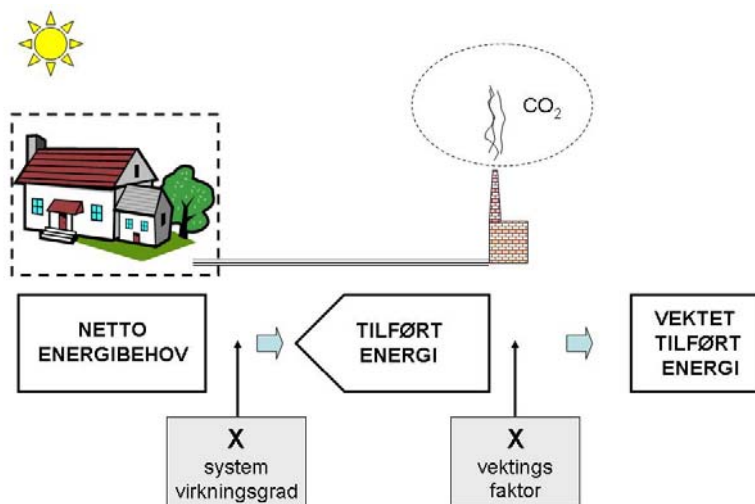
I sum kan en fastslå at tiltak får å oppnå en A-merket verdi for varmtapstallet, krever spesielle løsninger. Imidlertid viser eksempler fra enkelte pilotanlegg at tiltakene hver for seg er gjennomførbare.

Det kan derfor konkluderes med at A-nivået balanserer teknisk løsninger med høyt ambisjonsnivå på en gjennomførbar måte. Nivået på tiltakene er imidlertid såpass ambisiøse og langt unna dagens praksis at A-nivået vil ha lang levetid i merkeordningen.

### 4.3 Vektet tilført energi og merkenivå

Med vektet tilført energi, menes at den energien som tilføres bygget (tilført energi), gis en vektning via gitte miljøparametre. Artikkel 4 i energidirektivet oppgir utslipp av CO<sub>2</sub> som mulig indikator/miljøparameter.

Vektet tilført energi tar utgangspunkt i tilført energi, som igjen er basert på netto energibehov. Grafisk kan beregningsgangen presenteres slik:



**Fig. 4.1** Figur som angir beregningsgang fra netto energibehov til vektet tilført energi

#### 4.3.1 Netto energibehov

I netto energibehov inngår alle energiposter som:

- Romoppvarming
- Ventilasjonsoppvarming (varmebatteri)
- Varmtvann (tappevann)
- Vifter Driftsteknisk utstyr
- Belysning
- Utstyr
- Romkjøling
- Ventilasjonskjøling (kjølebatteri)

Det regnes med netto verdier, som betyr at bla passiv energitilskudd via sol, passiv termisk lagring i bygningskonstruksjoner, og eventuell varmegjenvinning av ventilasjonsluft *ikke* inngår som netto behov.

### 4.3.2 Tilført energi

I tilført energi inngår alle energikilder/bærere som må tilføres bygget for å dekke netto energibehov. Overføringen fra energi som tilføres til energi dekker behovet har ofte systemtap. Denne energien kommer ikke netto energibehov til gode.

Sammenhengen mellom netto energibehov, systemvirkningsgrad og tilført energi er gitt av :

$$E_{\text{tilført}} = \frac{E_{\text{behov}}}{\eta_{\text{sys}}} \quad (4.1)$$

hvor systemvirkningsgraden for et vilkårlig energiforsyningssystem er gitt ved:

$$\eta_{\text{sys}} = \eta_{\text{prod}} \cdot \eta_{\text{distr}} \cdot \eta_{\text{reg}} \quad (4.2)$$

$\eta_{\text{prod}}$	Er produksjonsvirkningsgraden, og angir forholdet mellom den energimengden til tilføres en produksjonsenhet, og den energimengden som nyttegjøres/leveres fra den samme enheten. Typisk eksempler er forbrenningsvirkningsgrader for oljekjeler og varmefaktoren for varmepumpesystemer. Også produksjonsvirkningsgraden for solvarmesystemer skal tas med her
$\eta_{\text{distr}}$	Er distribusjonsvirkningsgraden for energiforsyningssystemet. Typisk eksempler er tap fra 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.
$\eta_{\text{reg}}$	Er reguleringsvirkningsgraden til varmesystemet. Eksempel her vil være varmesystemets evne til å holde riktig settpunkttemperatur (dynamiske egenskaper). Men også evne til å holde ønsket temperaturfordeling i bygget (romlige egenskaper) vil inngå.

### Beregning av tilført energi

Med data for systemvirkningsgrad for energiforsyningen på plass, kan tilført energi bestemmes via ligning 4.1

Verdier for systemvirkningsgrad kan både bli høyere, lik, eller lavere enn 1.0. Dette betyr videre at tilført energi kan være høyere, lik eller lavere enn netto energibehov.

*Gjennomgang av systemvirkningsgrader mm. i kapittel 5.4*

### 4.3.3 Vektet tilført energi

Vektet tilført energi tar utgangspunkt i tilført energi, hvor denne multipliseres med en vektingsfaktor

$$E_{\text{vektet tilført}} = E_{\text{tilført}} \cdot VF \quad (4.3)$$

Vektet tilført energi beregnes for hvert energiforsyningssystem bygningen innehar

#### 4.3.3.1 Vektingsfaktorer basert på utslipp av CO<sub>2</sub> som miljøparameter

Dersom en velger en CO<sub>2</sub>-basert vektingsmodell, vil utgangspunktet være dannelsen av CO<sub>2</sub> ved forbrenning av en energikilde for produksjon/omdannelse til en viss energimengde, vanligvis tilsvarende 1 kWh.

#### Petroliumsprodukter

Forbrenning av petroliumsprodukter som olje/parafin og gass hvor energien i forbrenningen overføres til energibærerne vann eller luft, er enkelt å beregne da dataunderlaget er kjent.

	CO <sub>2</sub> (kg/kWh brennverdi)	
Parafin	0.253	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
Fyringsolje 1 (lettolje)	0.273	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
Fyringsolje 2	0.358	Fyringsolje 2
Tung olje	0.286	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
Naturgass	0.202	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
Propangass	0.202	Verdier benyttet av SFT/SSB i deres beregninger
Metan	0.196	
Brunkull	0.740	
Steinkull	0.640	
Svalbardkull	0.580	

**Tabell 4.5** Tabell for utslipp av CO<sub>2</sub> (kg/kWh brennverdi) for en del aktuelle fossile energikilder. Ulike datakilder opererer med noe forskjellige verdier. Disse ulikhetene er relativt marginale og referer seg til forskjell i kvaliteter for gass/oljefelt

CO <sub>2</sub> for fyringsolje/parafin :	285 g CO <sub>2</sub> /kWh OLJE/PARAFIN
CO <sub>2</sub> for gass :	202 g CO <sub>2</sub> /kWh GASS

### Bioprodukter

Forbrenning av *bioprodukter* som tre/pellets, halm, biodiesel/oljer mm. danner også CO<sub>2</sub> ved forbrenning, men tilsvarende mengde er bundet i produktet gjennom vekstperioden. På grunn av denne korte tidsperioden gjøres derfor nettobetraktninger vanligvis gjeldende, og CO<sub>2</sub> belastningen regnes til 0.

	CO <sub>2</sub> (kg/kWh brennverdi)	
Biopellets	0	Vanligvis regnes verdien til 0, da CO <sub>2</sub> blir bundet i levende organisk materiale og samme mengde vil bli frigjort ved (eventuell) forråtnelse som ved forbrenning
Ved, restavfall	0	
Halm	0	

**Tabell 4.6** Tabell for utslipp av CO<sub>2</sub> (kg/kWh) for bioprodukter.

Selv om 0 g CO<sub>2</sub>/kWh er en akseptert og mye benyttet verdi, vil bruk av biobrensel ha andre miljøpåvirkninger. Særlig vil støv (sot) utgjøre et lokal forurensningsproblem hvis bruk av biobrensel er omfattende. Andre miljøskadelige stoffer som frigjøres via forbrenning er SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO (ved dårlig forbrenning) og VOC.

CO <sub>2</sub> for bioenergi	:	0 g CO <sub>2</sub> /kWh <sub>BIO</sub>
-------------------------------	---	---

### Elektrisk energi

Elektrisk energi har inntil de seinere år vært betraktet som en ren og fornybar energiform. Imidlertid er det et faktum at denne energien i dag består av en viss %-andel importert kraft, hvor denne i hovedsak er produsert via kullkraftverk. I forlengelsen av dette er det en aksept for at elektrisk energi også blir angitt med et innslag av CO<sub>2</sub> pr produsert energienhet:

	CO <sub>2</sub> (kg/kWh el)	
Elektrisk (Norge: 5% Dansk import)	0.037	Denne verdien framkommer dersom en forutsetter 5% import av el basert på Danske CO <sub>2</sub> -normverdier
Elektrisk (Norge: 2010 scenario)	0.048	Denne verdien benyttes hos en del miljøer for å uttrykke sannsynlig Norsk el-mix (blanding mellom produsert i kraftverk, import og gasskraft) i 2010
Elektrisk ("EU-norm")	0.400	Norm-verdi mye benyttet ved beregninger/analyser innenfor EU-land.
Elektrisk fra narturgass	0.417	Elektrisk energi produsert via narturgass uten CO <sub>2</sub> rensning Brennverdi : 209 kg/kWh Virkningsgrad : 50 %
Elektrisk-Dansk	0.750	Elektrisk-Dansk (Fastsatt verdi som benyttes i den danske energimerkeordning)

**Tabell 4.7** Tabell for utslipp av CO<sub>2</sub> (kg/kWh) for elektrisk energi.

Som vi ser av tabellen over oppgis CO<sub>2</sub>-belastning ved produksjon av elektrisk energi med store variasjoner.

Bakgrunnen for dette skyldes i hovedsak uenighet om marginalbetraktninger skal benyttes, hvilken energikilde (kull, gass eller olje) som i så fall skal benyttes, og endelig hvilken produksjonsteknisk virkningsgrad som da skal benyttes.

### Marginalbetraktning

All produksjonskapasitet for vannkraftbasert el er i realiteten brukt opp i Norge i dag. Dette betyr at en økning i behov må tas via import eller egen produksjon via petroliumsbaserte kilder.

Av dette vil det være riktig å benytte marginalbetraktning ved vurdering av elektrisk energi. Verdien av sparte elektrisk energi vil følgelig også regnes via samme marginalbetraktning.

### Energikilde

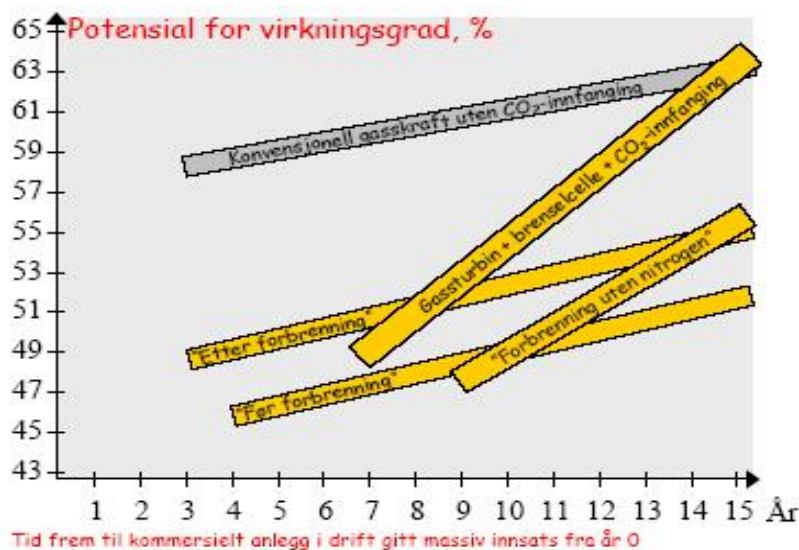
Betraktet over en 10 års periode er gass den mest aktuelle energikilden ved produksjonsøkning av elektrisk energi, og pr. dato er i alt 3 gasskraftverk ferdig planlagt og klar til å bli bygget.

### Virkningsgrad

Virkningsgrad for mest benyttede produksjonsprosess fra gass til elektrisk energi ligger i dag på ca 50-55 %. Dettet er en verdi en forsøker å øke, og det arbeides intens med forbedring av ulike prosesser. Valgt av prosess henger delvis sammen med rensing/CO<sub>2</sub>-fangst.

### Rensing/CO<sub>2</sub>-fangst

Rensing eller fangst av CO<sub>2</sub> fra gassen er et svært omstridt miljøpolitisk tema. Teknisk er flere metoder tilgjengelige, men disse mangler kommersielt gjennombrudd. Politisk er det i Norge i dag ikke stilt krav om CO<sub>2</sub>-rensing ved konsesjonsbehandling av de 3 kraftverkene som er omsøkt.



**Figur 4.2** Figur som angir sannsynlig forbedring av virkningsgrader basert på (grå) dagens teknologi og (gul) 4 ulike teknologier som alle innehar innfangning av CO<sub>2</sub>. Kilde: Olav Bolland NTNU, April 2003

### Konklusjon

På bakgrunn av det overstående er det grunnlag for vurdere elektrisk energiproduksjon i Norge basert på en marginalbetragtning hvor gass er energikilde, og hvor el produksjon foregår uten rensning/innfangning av CO<sub>2</sub>. Dette etter en tradisjonell prosess med virkningsgrad på 60 % (10 års perspektiv)

CO<sub>2</sub> for elektrisk energi kan etter dette regnes til:  $209 \text{ g CO}_2/\text{kWh gass} \cdot 1/0.60 = 348 \text{ g CO}_2/\text{kWh}_{\text{el}}$

## Fjernvarme

Fjernvarme er en energibærer (varmtann) hvor varmeproduksjon i sentral består av flere energikilder.

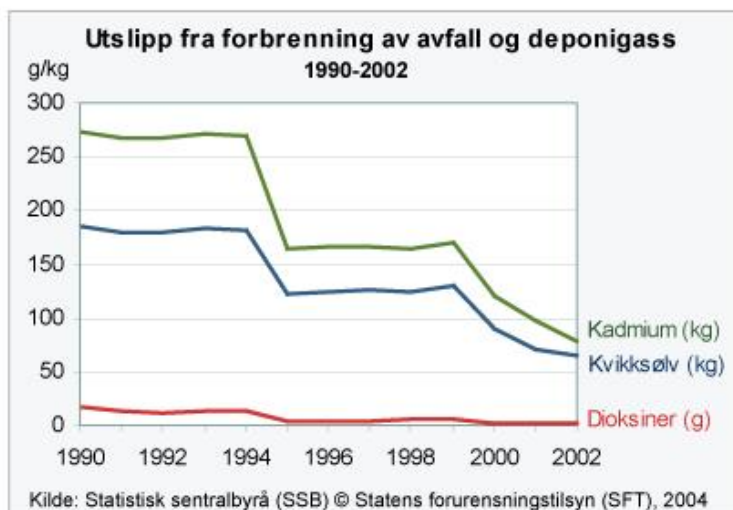
Energikilde i varmesentral	2002 [GWh/år]	2003 [GWh/år]	Snitt [GWh/år]	CO <sub>2</sub> /kWh brennverdi	Veid
Avfallsforbrenning	824	1022	923	100	41.5
Oljekjeler	357	560	459	285 <sup>1)</sup>	58.8
Flisfyringsanlegg	213	240	227	0 <sup>4)</sup>	0.0
Elektrokjeler	421	188	305	348 <sup>2)</sup>	47.6
Varmepumpeanlegg	126	139	133	116 <sup>3)</sup>	6.9
Gass	57	115	86	209 <sup>1)</sup>	8.1
Spillvarme	123	63	93	0	0.0
Nettoproduksjon i alt	2121	2327	2224		163

**Tabell 4.8** Tabell for samlet energiproduksjon for alle FV-nett i Norge. [GWh/år]  
Kilde: SSB. Statistikkområde 10-08-10

- 1) Data hentet fra tabell 4.4
- 2) Data hentet fra utledning av marginalbetraktning elektrisk energi fra gass
- 3) COP-faktor for varmepumpe = 3
- 4) Forutsetter rensing

## Avfall

Forbrenning av avfall er angitt med verdien lik 100 CO<sub>2</sub>/kWh. De alvorligste miljøvirkningene ved forbrenning skyldes imidlertid utslipp til luft av tungmetaller som kadmium, kvikksølv og bly, og av giftige organiske forbindelser som PAH og dioksiner. De totale utslippene til miljøet avhenger blant annet av om avfall med høyt innhold av miljøgifter sorteres ut før forbrenning, hvor god forbrenningsprosessen er, og hvor godt røykgassen renses.



Som figur 4.8 indikerer er utslippene av de mest miljøskadelige stoffene kraftig redusert. Dette skyldes en stadig skjerping av krav til utslippsmengder, og avfallsforbrenningsanlegg har i dag vesentlig strengere krav enn biobrenselanlegg.

**Figur 4.3** Utslipp av kadmium, kvikksølv og dioksiner. Kilde: SSB/SFT

Veid gjennomsnitt netto produksjon (basert på 2002 og 2003) kan settes til 163 g/kWh innfyrt energi. Olje-, og gasskjel antas kondenserende, slik at fyrteknisk virkningsgrad settes lik 100 %. Gjennomsnittlig varmetap fra FV-rør er i samme kildeunderlag oppgitt til 8 %.

CO<sub>2</sub> for fjernvarme kan etter dette regnes til: 163 g CO<sub>2</sub>/kWh<sub>FV</sub> \* 1.08 = 176 g CO<sub>2</sub>/kWh<sub>FV</sub>

### Resulterende vektingsfaktorer for basert på CO<sub>2</sub>

Med bakgrunn i utledninger kan følgende tabell for vektingsfaktorer basert på CO<sub>2</sub> produksjon etableres:

Energikilde	g CO <sub>2</sub> /kWh produsert	VEKTINGSFAKTOR Relatert til el
Biobrensel	0	0
Fjernvarme	176	0.50
Gass	209	0.60
Elektrisitet	348	<b>1,00</b>
Olje/Parafin	285	0.82

**Tabell 4.9** Vektingsfaktorer basert på CO<sub>2</sub> produksjon

*Kommentar:*

#### **Biobrensel**

Metoden fanger ikke opp de samlede miljølempene ved bruk av biobrensel. Ei heller at det er stor forskjell i utslipp fra denne kilden avhengig av om denne er basert på vedovn, pellets, eller et større forbrenningsanlegg med røykgassrensing.

#### **Olje/parafin**

Metoden gir lavere vektning for olje i forhold til el. Dette kan nok vekke en viss motstand i en del miljøer. I praksis vil forbrenning av olje i fyringssentral ofte ha et tap på størrelsesorden 15 -18 %, hvilket betyr at "resulterende" faktor ligger på ca 1,0.

Nyere og mer avanserte olje/gass fyrkjeler av kondenserende type har imidlertid en fyringsteknisk virkningsgrad opp over 100 % (105 - 110 %)

### 4.3.3.2 Vektingsfaktorer basert på kostnad for miljøbelastning

En alternativ vektingsmetode til CO<sub>2</sub>-basert modell, er å benytte et bredere spekter av miljøskadelige stoffer, og vekte disse via en kostnadsmodell.

	Miljøkostnad	Ref	Kommentar
Svevepartikler	590 kr/kg	ECON – analyse "Bruk av naturgass i Norge"	Store variasjoner, mellom by og land. Vektet landsgjennomsnitt
NO <sub>x</sub> Nitrogenoksid	18 kr/kg		
SO <sub>2</sub> Svoveldioksid	14 kr/kg		
CO <sub>2</sub> Karbondioksid	80 kr/tonn	Nordpools børspis pr. februar 2005.	ECON analyse angir en høyere verdi

**Tabell 4.10** Miljøkostnadstall.

Kilde: ENERCON AS Samlede miljøkostnader. Biobrensel, naturgass og avfall. 2005

	Biobrensel	Naturgass	Olje	Avfall
Støv [mg/kWh]	9	0	6	5
NO <sub>x</sub> [mg/kWh]	270	80	240	240
SO <sub>2</sub> [mg/kWh]	3	14	85	26
CO <sub>2</sub> [g/kWh]	0	201	273	98

**Tabell 4.11** Utslippsmengder.

Kilde: ENERCON AS Samlede miljøkostnader. Biobrensel, naturgass og avfall. 2005

	Miljøkostnad	Biobrensel	Naturgass	Olje	Avfall
Støv	590 kr/kg	0.005310	0	0.003540	0.002950
NO <sub>x</sub>	18 kr/kg	0.004860	0.001440	0.004320	0.004320
SO <sub>2</sub>	14 kr/kg	0.000042	0.000196	0.001190	0.000364
CO <sub>2</sub>	80 kr/tonn	0	0.016080	0.021840	0.007840
SUM		0.0102120	0.017716	0.030890	0.015474

**Tabell 4.12** Beregnet miljøkostnad (kr/kWh) for de ulike energikildene

Fjernvarme kan nå beregnes etter samme vektingsprosedyre som for CO<sub>2</sub>-metoden tidligere (støvfraksjon under avfall, og biobrensel settes lik 0)

Elektrisk energi kan beregnes på samme måte som tidligere CO<sub>2</sub>-metode.

Energikilde/bærer	Miljøkostnad [kr/kWh]	Vektingsfaktor rel elektrisk energi
Bio	0.010	0.35
Fjernvarme	0.016	0.54
Gass	0.018	0.60
Elektrisk	0.030	1,00
Olje	0.031	1,05

**Tabell 4.13** Beregnet miljøkostnad for de ulike energikilder/bærere samt vektingsfaktorer

#### Kommentar

##### Biobrensel

Metoden fanger opp miljøulempene ved bruk av biobrensel. Imidlertid baserer den seg på en gjennomsnittsbetraktning både når det gjelder utslippsmengder og miljøkostnad for støv.

### 4.3.3.3 Vektingsfaktorer oppsummering

Energikilde/bærer	Vektingsfaktor Basert på CO <sub>2</sub>	Vektingsfaktor Basert på miljøkostnad	Verdier ihht. "Energimerking av nye boliger – Hovedprosjektrapport, STF22 A04517 /1/
Bio	0	0.35	0.25
Fjernvarme	0.50	0.54	0.50
Gass	0.60	0.60	0.65
Elektrisk	1,00	1,00	1.00
Olje	0.82	1,05	1.00

**Tabell 4.14** Vektingsfaktorer framkommet via ulike metoder

#### Anbefalt verdi for vektingsfaktorer

Så nær som for biobrensel gir de 2 ulike beregningsmetodene et rimelig godt samsvar ved fastsettelse av vektingsfaktorer. (tabell 4.14)

#### Biobrensel:

Vektingsfaktor på 0.35 fanger opp de miljøproblemene utstrakt bruk av biobrensel kan medføre. Samtidig er den såpass lav at CO<sub>2</sub> egenskapen ivaretas.

#### Fjernvarme:

Vektingsfaktor 0.54 foreslås rundet opp til 0.55.

#### Gass:

Vektingsfaktor 0.60 foreslås beholdt.

#### Elektrisk:

Vektingsfaktor 1.00 er referanse og beholdes

#### Olje:

Vektingsfaktor foreslås satt til 1.00. Dette gir bla. et incitament til å installere gode fyrkjeler med virkningsgrad opp mot 100 %, da det etter dette kun er denne virkningsgraden som skiller oljebasert fyrkjele fra en elektrokjel i et varmeanlegg basert på vannbåren varme.

Energikilde/bærer	Vektingsfaktor
Bio	<b>0.35</b>
Fjernvarme	<b>0.55</b>
Gass	<b>0.60</b>
Elektrisk	<b>1.00</b>
Olje	<b>1.00</b>

**Tabell 4.15** Forslag til vektingsfaktorer

### Vektingsfaktorer vurdert på bakgrunn av nasjonale energi-, og miljøpolitiske målsetninger

De nasjonale energi-, og miljøpolitiske målsetningene for Norge kommer til uttrykk via flere departement med OED og MD som de mest førende.

Energi og miljø er to sammensatte og svært komplekse områder. Temaene griper gjerne inn i hverandre, og ofte oppstår det problemstillinger som gjør at tiltak står i direkte motsetning til hverandre.

I dette landskapet kan det være vanskelig å finne en enhetlig overordnet politisk målsetning.

Det er gjennom statsforetaket Enova, de nasjonale energi-, og miljøpolitiske målsetningene tydeligst kommer til uttrykk. Foretaket er etablert ”for å fremme en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge” gjennom:

- Mindre behov for energi
- Effektiv energibruk
- Økt varmeproduksjon basert på avfallsforbrenning og spillvarme
- Økt produksjon av fornybar energi
- Miljøvennlig bruk av naturgass

Mål	Vektingsfaktorer i relasjon til nasjonale målsetninger
Mindre behov for energi	Energikildene i dagens bygningsmasse er i all hovedsak basert på el eller olje. Disse er foreslått med maksimal vektingsfaktor lik <b>1.0</b> . Verdien stimulerer til energireduserende tiltak, ved at en oppnår ”full score” for hver reduserte kWh.
Effektiv energibruk	Energikildene i dagens bygningsmasse er i all hovedsak basert på el eller olje. Disse er foreslått med maksimal vektingsfaktor lik <b>1.0</b> . Verdien stimulerer til energireduserende tiltak, ved at en oppnår ”full score” for hver reduserte kWh. Ved overgang til annen energikilde (gass, FV og bio) gir alle disse en bedre score ved at vektingsfaktor er lavere enn for olje/el
Økt varmeproduksjon basert på avfallsforbrenning og spillvarme	Fjernvarme foreslått vektet med verdien <b>0.55</b> Tilknytningsplikt er i praksis gjeldende for bygninger innenfor et konsesjonsområde, og byggeier har derved i liten grad mulighet til å ”velge” denne energiforsyningen. Ved den lave vektingsfaktoren signaliseres imidlertid den samfunnsmessige nytteverdien av en slik tilknytning.
Økt produksjon av fornybar energi	Bio er foreslått vektet med verdien <b>0.35</b> Dette vil stimulere installasjon av kaminer basert på pellets, kjelfyringsanlegg basert på biobrensel og innslag av biobrensel i fjernvarmeanlegg.  Fjernvarme. Som over.  Energiforsyning via solenergi fanges ikke opp med vektingsfaktorene, men blir kreditert via systemvirkningsgraden. Det samme forholdet gjelder varmepumper  Energiforsyning via vind fanges ikke opp via vektingsfaktorene
Miljøvennlig bruk av naturgass	Gass vil i de fleste tilfeller erstatte olje eventuelt el som energikilde i et system med vannbåren varme. Ved å gi gass en verdi lik <b>0.6</b> er det etablert en stimulans til å foreta den energi(kilde)omleggingen I enkelte tilfeller vil gass erstatte el. Samme argumentasjon vil gjelde som over

**Tabell 4.16** Vektingsfaktorer i relasjon til nasjonale energi-, og miljømålsetninger

#### Kommentar

Foreslåtte vektingsfaktorer ivaretar nasjonale energi-, og miljømålsetningene slik disse framkommer gjennom målformuleringen hos statsforetaket ENOVA.

### 4.3.4 Grunnlag for skalaen

#### 4.3.4.1 Tilført energi

Kapittel 4.1 angir generell algoritme for bestemmelse av merkenivå.

Inngangsparameter i denne algoritmen er gjennomsnittlige verdier for tilført energi (Rs), samt nasjonalt minimumskrav (Rr).

#### Rr

For bestemmelse av nasjonale minimumskrav for tilført energi benyttes underlag fra rapporten ”Nye forskrifter til bygningers energibehov” /1/. I denne rapporten benyttes verdier for energibehov, men dette vil være samme verdi som krav til tilført energi forutsatt en tapsfri prosess.

#### Rs

For bestemmelse av gjennomsnittlige verdier for tilført energi for de ulike bygningskategoriene, benyttes underlag fra ”ENOVA. Bygningsnettverkets Energistatistikk -2003”. /2/ .

Underlagsmaterialet for denne statistikken er generelt noe mangelfull ved at utvalget ikke er tilfeldig men basert på innehentede data fra byggeiere som har et aktivt forhold til energibruk og effektiv drift. Imidlertid er dette den mest relevante statistikken som benyttes i Norge i dag.

Bygningskategori	Rr	Rs
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
Barnehager	160	224
Kontorbygg	160	233
Skolebygg	130	194
Sykehus	320	390
Sykehjem	220	279
Hoteller	230	296
Restaurantbygg 1)	230	296
Idrettsbygg	190	279
Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer 2)	530	680
Forretningsbygg uten dagligvare 3)	290	390
Kulturbygg	170	188
Bygning for lett industri, verksteder	160	300

**Tabell 4.17** Nasjonale minimumskrav (Rr) og gjennomsnittlige verdier (Rs)

- 1) Verdi for restaurantbygg satt lik Hoteller jmf. ”Nye forskrifter til bygningers energibehov” /1/  
 2) 3) Registrerte verdier for energibruk for forretningsbygg viser svært stor variasjon. Kjøpesenter/varehus (96 bygg) har et gjennomsnittlig energibruk (Rs) på 392 kWh/m<sup>2</sup>år, mens Butikker (167 matbutikker) har et snittbruk på 682 kWh/m<sup>2</sup> Forskjellen skyldes den store andelen meget energikrevende utstyr i matbutikker (kjølerom, kjøledisker, o.l.). Vi foreslår derfor å dele opp Forretningsbygg i to kategorier:

- Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer
- Forretningsbygg uten dagligvarer.

Ut fra *modellbyggprosjektet* foreslår vi videre å bruke snitt av internlasten for matvarebutikkene som er målt i dette prosjektet, (kun 3stk!): 300 kWh/m<sup>2</sup>. Dette kan høres veldig høyt ut, men er nok i praksis ennå høyere da total energibruk for de tre matvarebutikkene er lavere (530 kWh) enn snittet i Enovas energistatistikk (682 kWh/m<sup>2</sup>)

For de resterende forretningsbyggene, som i energistatistikken stort sett er kjøpesenter og varehus, er det antatt at internlasten er lik Restaurantbygg (58 kWh/m<sup>2</sup>), siden det ofte er mange serveringssteder med mye utstyr i slike bygg. (bedre underlag er ikke å finne).

For butikkbygg er det laget en ny bygningsmodell, siden den gamle bygningsmodellen på 6000 m<sup>2</sup> over 5 etg er lite representativ. Denne er et en-etasjes bygg på 40 x 40 m = 1600 m<sup>2</sup>, med 4 meter takhøyde. 1600 m<sup>2</sup> stemmer også med snittet av byggene i *modellbyggprosjektet*.

Med disse antagelsene blir da nye energirammenivåer (Rr) for Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer på 530 kWh/m<sup>2</sup>, mens (Rr) Forretningsbygg uten dagligvarer blir på 290 kWh/m<sup>2</sup>.

#### Kommentar

Rs verdien er et gjennomsnitt, og skiller ikke mellom bruksmønster eller alder for bygningene. Gjennomsnittsverdien er imidlertid stedskorrigert for beliggenhet i Osløklima

#### 4.3.4.2 Vektet tilført energi

For å fange opp at den registrerte bygningsmassen får sin energitilførsel via ulike energikilder/bærere kan Rs-verdien fra tabellen over justeres for dette.

Vektet verdi for registrert bygningsmasse kan således danne grunnlag for en av parametrene i merke-algoritmen fra kapittel 4.1

	Rr	Rs	% -vis fordeling av type Energikilde/bærer /2/ - vektingsfaktor						Rs vektet
			El. Direkte/vannbåren		Flytende (olje, parafin) vannbåren/direkte		Fjernvarme		
			%	Vekting	%	Vekting	%	Vekting	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>							kWh/m <sup>2</sup>
Barnehager	160	224	99	1.00	1	1.00	0	0.55	224
Kontorbygg	160	233	83	1.00	7	1.00	10	0.55	223
Skolebygg	130	194	86	1.00	12	1.00	2	0.55	192
Sykehus	320	390	64	1.00	21	1.00	15	0.55	364
Sykehjem	220	279	80	1.00	18	1.00	2	0.55	276
Hoteller	230	296	86	1.00	8	1.00	6	0.55	288
Restaurantbygg	230	296	86	1.00	8	1.00	6	0.55	288
Idrettsbygg	190	279	85	1.00	10	1.00	5	0.55	273
Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer	530	680	99	1.00	1	1.00	0	0.55	680
Forretningsbygg uten dagligvare	290	390	99	1.00	1	1.00	0	0.55	390
Kulturbygg	170	188	86	1.00	14	1.00	0	0.55	188
Bygning for lett industri, verksteder	160	300	62	1.00	22	1.00	16	0.55	278

**Tabell 4.18** Nasjonale minimumskrav (Rr) og vektet gjennomsnittlige verdier (Rs)

/2/ ”ENOVA. Bygningsnettverkets Energistatistikk -2003”

#### Kommentar

Det er kun innslag av (eventuell) fjernvarme som justerer (vekker) Rs-verdien

### 4.3.5 Anbefalte merkenivåer for vektet tilført energi

Merkenivåene for vektet tilført energi beregnet med algoritmen beskrevet i kap 4.1 med referansenivåene  $R_r$  lik forskriftsnivå i 2006 og  $R_s$  lik vektet gjennomsnittsverdi for ulike bygningskategorier.

Nivå/merke	Kontorbygg kWh/m <sup>2</sup>	Barnehager kWh/m <sup>2</sup>	Skolebygg kWh/m <sup>2</sup>	Sykehus kWh/m <sup>2</sup>	Sykehjem kWh/m <sup>2</sup>	Hoteller kWh/m <sup>2</sup>
<b>A</b>	≤ 80	≤ 80	≤ 65	≤ 160	≤ 110	≤ 115
<b>B</b>	81 - 120	81 - 120	66 - 100	161 - 240	111 - 165	116 - 175
<b>C</b>	121 - 160	121 - 160	101 - 130	241 - 320	166 - 220	176 - 230
<b>D</b>	161 - 190	161 - 190	131 - 160	321 - 345	221 - 250	231 - 260
<b>E</b>	191 - 225	191 - 225	161 - 190	346 - 365	251 - 275	261 - 290
<b>F</b>	226 - 335	225 - 335	191 - 290	366 - 545	276 - 415	291 - 435
<b>G</b>	> 335	> 335	> 290	> 545	> 415	> 435

Nivå/merke	Restaurant bygg kWh/m <sup>2</sup>	Idrettsbygg kWh/m <sup>2</sup>	Forretningsbygg med kjølt/oppvarmet matvarer kWh/m <sup>2</sup>	Forretningsbygg uten dagligvare kWh/m <sup>2</sup>	Kulturbygg kWh/m <sup>2</sup>	Bygning for lett industri, verksteder kWh/m <sup>2</sup>
<b>A</b>	≤ 115	≤ 95	≤ 265	≤ 145	≤ 85	≤ 80
<b>B</b>	116 - 175	96 - 145	266 - 400	146 - 220	86 - 130	81 - 120
<b>C</b>	176 - 230	146 - 190	401 - 530	221 - 290	131 - 170	121 - 160
<b>D</b>	231 - 260	191 - 230	531 - 605	291 - 340	171 - 180	161 - 220
<b>E</b>	261 - 290	231 - 275	606 - 680	341 - 390	181 - 190	221 - 280
<b>F</b>	291 - 435	276 - 410	681 - 1020	391 - 585	191 - 280	281 - 415
<b>G</b>	> 435	> 410	> 1020	> 585	> 280	> 415

Tabell 4.19 Anbefalt merkenivå for vektet tilført energi

### 4.3.6 Eksempel på tiltakspakker for B- og A-nivå

Som en kontroll for sjekke om de foreslåtte klassene for A- og B-merkene er rimelige i forhold til tekniske løsninger og praktisk gjennomføring, har vi sett på to mulige løsninger

#### Eksempel på tiltakspakke for å oppnå et B-merket kontorbygg

Inndata	Brukt i energiberegningen	Kommentar
Oppvarmet golvareal	6000 m <sup>2</sup>	Over 5 etasjer
Oppvarmet luftvolum	14040 m <sup>3</sup>	2.4 m takhøyde
Infiltrasjon	0.15 oms/t	<i>Normal til tett konstruksjon</i>
Yttervegg area/U-verdi	1280 m <sup>2</sup> /0.22 W/(m <sup>2</sup> K)	200 mm isolasjon. U-verdi inkl. kuldebroer
Yttertak area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> /0.13 W/(m <sup>2</sup> K)	300 mm isolasjon
Golv area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> /0.13 W/(m <sup>2</sup> K)	Gulv på grunn med 200 mm EPS, U-verdi inkl. v.motstand i grunnen
Vinduer area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> /1,1 W/(m <sup>2</sup> K)	<i>Tre lags rute, 2 lav-E belegg, argonfylling</i>
Belysning	25 kWh/m <sup>2</sup> år	Veiledende verdi
Utstyr	34 kWh/m <sup>2</sup> år	Standardisert verdi
Varmtvann	5 kWh/m <sup>2</sup> år	Standardisert verdi
Personer	240 8t/dag	Standardisert verdi
Ventilasjon	10 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	Veiledende verdi
Virkningsgrad gjenvinner	75 %	Roterende gjenvinner
SFP (årlig vifteenergi)	2.0 kW/m <sup>3</sup> /s	Veiledende verdi
Settpunkt oppvarming	21 °C	Standardisert verdi
Temperatursenkning. Timer pr. døgn	0 timer	
Energikilde	Direkte elektrisk	Panelovner

**Tabell 4.20** Tekniske tiltak for å oppnå et B-merket kontorbygg for vektet tilført energi

Disse tiltakene gir et netto energibudsjett som vist i tabell:

Energipost	[kWh/m <sup>2</sup> år]
1. Romoppvarming	14
2. Ventilasjonsoppvarming (varmebatteri)	8
3. Varmtvann (tappevann)	5
4. Vifter	16
5. Belysning	25
6. Utstyr	34
7. Romkjøling	17
8. Ventilasjonskjøling (kjølebatteri)	
<b>Totalt netto energibehov</b>	<b>119</b>

**Tabell 4.21** Netto energibudsjett for B-kontorbygg

#### *Oppvarming*

Siden kontorbygget er oppvarmet med elektriske panelovner vil systemvirkningsgraden<sup>4</sup> og vektingsfaktoren begge være lik 1.0.

#### *Kjøling*

Behov for kjøling er beregnet til 17 kWh/m<sup>2</sup>.

Systemvirkningsgraden for kjøleinstallasjonen er i eksempelet over antatt lik 1,0. (Dette betyr at det i må tilføres like mye elektrisk energi til kjøleanlegget (kompressor, pumper og tørrkjøler/kjøletårn) som det en kan ta ut i termisk kjøleenergi). Vektingsfaktor lik 1.0

I sum betyr dette at totalt netto energibehov er lik tilført energi som igjen er lik vektet tilført energi. Vektet tilført energi vil da være 118 kWh/m<sup>2</sup>, noe som tilsvarer klasse B.

Ihht. tabell 4.20 er det gjennomført en del tiltak for å redusere energibehovet. Tiltakene er imidlertid basert på kjent teknologi, og kan enkelt implementeres gjennom bevisst planlegging, produktvalg og nøyaktighet gjennom bygging

Nivået for B-merket synes derfor å være akseptabelt.

<sup>4</sup> Mer om systemvirkningsgrader i kapittel 5.3.2

**Eksempel på tiltakspakke for å oppnå et A-merket kontorbygg**

Inndata	Brukt i energiberegningen	Kommentar
Oppvarmet golvareal	6000 m <sup>2</sup>	Over 5 etasjer
Oppvarmet luftvolum	14040 m <sup>3</sup>	2.4 m takhøyde
Infiltrasjon	0.10 oms/t	<i>Svært tett konstruksjon</i>
Yttervegg area/U-verdi	1280 m <sup>2</sup> /0.17 W/(m <sup>2</sup> K)	250 mm isolasjon. U-verdi inkl. kuldebroer. Tunge eksponerte innvendige flater
Yttertak area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> /0.13 W/(m <sup>2</sup> K)	300 mm isolasjon
Golv area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> /0.13 W/(m <sup>2</sup> K)	Gulv på grunn med 200 mm EPS, U-verdi inkl. v.motstand i grunnen
Vinduer area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> /1,1 W/(m <sup>2</sup> K)	<i>Tre lags rute, 2 lav-E belegg, argon,</i>
Belysning	12 kWh/m <sup>2</sup> år	<i>Energieffektivt utstyr. Avansert styringssystem. Punktbelysning</i>
Utstyr	34 kWh/m <sup>2</sup> år	Standardisert verdi
Varmtvann	5 kWh/m <sup>2</sup> år	Standardisert verdi
Personer	240 8t/dag	Standardisert verdi
Ventilasjon	(10 - 6 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	<i>VAV -behovsstyring via CO<sub>2</sub> indikator</i>
Virkningsgrad gjenvinner	80 %	<i>Svært god virkningsgrad for roterende gjenvinner</i>
SFP (årlig vifteenergi)	1,3 / 0.75 kW/m <sup>3</sup> /s	<i>Svært god verdi</i>
Settpunkt oppvarming	21 °C	Standardisert verdi
Timer senket per dag	0 timer	Standardisert verdi
Energikilde	Fjernvarme	<i>Fjernvarme som varmforsyning</i>

**Tabell 4.22** Tekniske tiltak for å oppnå et A-merket kontorbygg

Disse tiltakene gir et netto energibudsjett som vist i tabell:

Energipost	[kWh/m <sup>2</sup> år]
1. Romoppvarming	15
2. Ventilasjonsoppvarming (varmebatteri)	3
3. Varmtvann (tappevann)	5
4. Vifter	10
5. Belysning	12
6. Utstyr	34
7. Romkjøling	
8. Ventilasjonskjøling (kjølebatteri)	5
<b>Totalt netto energibehov</b>	<b>84</b>

**Tabell 4.23** Netto energibudsjett for A-merket kontorbygg

Siden oppvarming foregår via fjernvarme, vil vektet tilført og netto energibehov ikke være lik slik som for B-bygget i det forrige eksempelet.

Energikilde	Netto energibehov	System-virkningsgrad	Tilført energi	Vektingsfaktor	Vektet tilført energi
Oppvarming via fjernvarme	23 kWh/m <sup>2</sup> år	0.88 (fjernvarme-tabell 5.9)	26 kWh/m <sup>2</sup> år	0.55	14 kWh/m <sup>2</sup> år
Elektrisk	61 kWh/m <sup>2</sup> år	1.00	61 kWh/m <sup>2</sup> år	1.00	61 kWh/m <sup>2</sup> år
SUM	84 kWh/m <sup>2</sup> år	-	87 kWh/m <sup>2</sup> år		75 kWh/m <sup>2</sup> år

**Tabell 4.24** Tilført energi og vektet tilført energi beregnet på bakgrunn av netto energibehov, systemvirkningsgrad for energiforsyningssystem, samt vektingsfaktorer for energikilde

Som inndata i tabell 4.21 viser er det gjennomført ytterligere tiltak for å redusere energibehovet til kontorbygget. I hovedsak dreier tiltakene seg om å redusere varmebelastning fra lys, samt behovstyring av ventilasjonen på bakgrunn av belastning. Energibruk til viftedrift er samtidig redusert til et absolutt minimum. I sum krever disse tiltakene ressurser i form av integrert planlegging og utstrakt samarbeid mellom ulike profesjoner fra ide til ferdig bygg.

I forhold til B-bygget reduseres tilført elektriske energi med nærmere 30 %. Tilført termisk energi reduseres imidlertid marginalt. I sum og grunnet vektingsfaktor for fjernvarme (0.55), reduseres sum vektet tilført energi såpass mye at krav til A-merket oppnås.

#### *Kommentar*

For kontorbygg er mulig å oppnå et A-merket bygg (80 kWh/m<sup>2</sup>), med moderate tiltak på bygningskroppen, uten at man har fjernvarme eller annen miljøvennlig energiforsyning.

## 4.4 Geografisk beliggenhet og klima

De foreslåtte energimerkenivåene er beregnet med basis i Oslo-klimaet siden Oslo forenklet kan anses å være gjennomsnittsklima for Norge når man tar hensyn til byggearealstatistikken. Byggeforskriftsnivået som tilsvarer C-nivået er følgelig beregnet med Oslo-klima. Videre er Enovas energistatistikk benyttet for å anslå snittet av eksisterende energibruken, og tallene i denne statistikken er omregnet i forhold til Oslos normalgradtall. Dette innebærer at de foreslåtte energimerkenivåene er beregnet med bakgrunn i Oslo-klima, og følgelig også som et gjennomsnittsklima for Norge.

Videre kan det diskuteres om Oslo-klima skal legges til grunn for energiberegningene for byggene som skal energimerkes, eller om reelle klimadata skal brukes. Nedenfor diskuteres to alternativer.

### **Alternativ 1: Samme klimadata for energimerkenivået og energiberegningene**

Ved å bruke samme klimadata som energimerkenivåene er basert på, dvs. Oslo-klima, vil en oppnå samme energimerke for samme bygningsstandard uavhengig av klimasone/geografisk beliggenhet. Ved en slik løsning vil kostnadene for å oppnå samme energimerkenivå være de samme uavhengig av lokalisering.

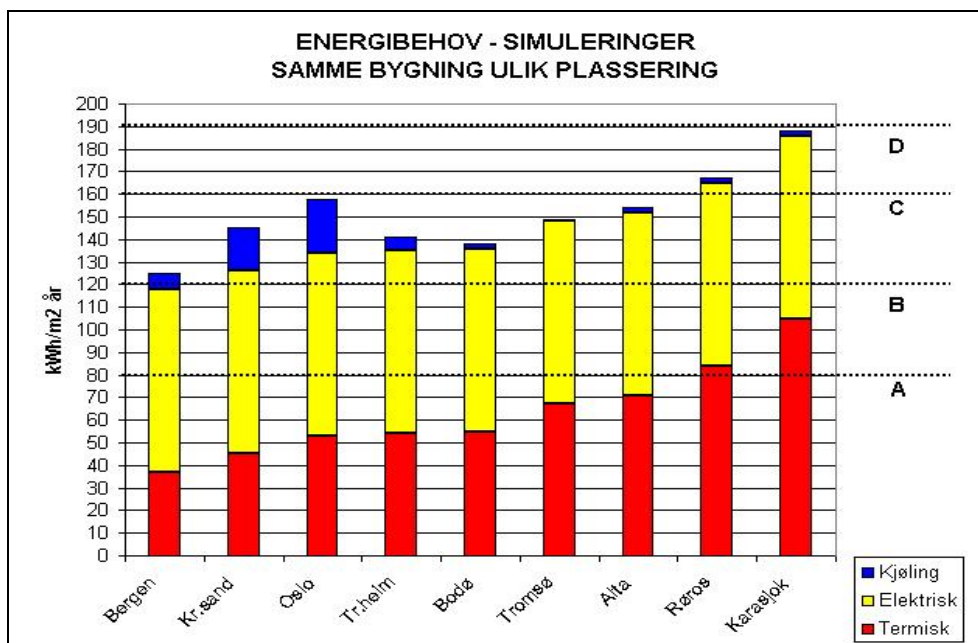
Energiberegningene som brukes for å finne hvilket energimerkenivå kan dermed ikke brukes direkte for å angi det forventede energibehovet dersom bygget er plassert andre steder enn i Oslo. Men siden energiberegningene og energimerkingen antas gjennomført ved hjelp av et egnet energiberegningsverktøy, vil en slik fremgangsmåte ikke innebære ekstra arbeid for energikonsulentene som skal gjennomføre energimerkingen.

### **Alternativ 2: Reelle klimadata legges til grunn for energimerkingen**

Et annet alternativ er at energimerkenivået holdes fast, dvs. representerer således gjennomsnittsklimaet i Norge, mens det brukes reelle klimadata for å beregne det reelle energibehovet for bygningen som skal energimerkes. Ved en slik fremgangsmåte vil det være rimeligere å oppnå en tilsvarende energiklasse for bygningene plassert i varmere klima enn Oslo mens det vil bli dyrere å oppnå samme klasse i de kalde strøkene.

#### *Eksempel*

Et kontorbygg som bygges i Karasjok i henhold til forslagene til kravnivå i TEK06 (Sintef-rapport nov. 2004 /1/ ), vil eksempelvis kun oppnå D-klasse, mens tilsvarende kontorbygg i Bergen ligger svært nær B-klasse. (figur 4.2)



**Figur 4.4** Eksempel på variasjon i energibehov for samme kontorbygg avhengig av geografisk beliggenhet.

### Konklusjon

Samlet sett mener arbeidsgruppa at på et nasjonalt nivå vil en ikke oppnå økt energieffektivitet i bygningsmassen ved en klimaavhengig energimerkeordning. (alternativ 2)

Dette fordi systemet kan bidra til å demotivere aktører i kaldere strøk som planlegger økt satsing på energieffektive løsninger. (Energibehov på B/A-nivå ikke praktisk/økonomisk realiserbart.)

I varmere kyststrøk (Bergen) vil en med utgangspunkt i en kvalitet tilsvarende BF-06, med relativ enkle energiltak oppnå B-klasse (knfr. fig. 4.2). Dette er imidlertid tiltak som i sum ikke representerer et nivå B-klasse er ment å reflektere.

Arbeidsgruppes anbefaler derfor at man legger opp til at alternativ 1, dvs. at lokalt klima nøytraliseres når energimerket (bokstavkarakteren) gis.

Den numeriske verdien for tilført energi angis derimot for reelt klima slik at denne kan sammenlignes med eventuelt målt energibruk.

## **4.5 Konklusjon vedrørende merkenivåer**

Med bakgrunn i diskusjonene i foregående kapitler, anbefales det å ta i bruk den modifiserte skalaen i stedet for skalaen presentert i prEN 15217. Videre er verdiene i skalaen avrundet oppover til nærmeste 0.05 W/K for spesifikk varmetapskoeffisient, og nærmeste 5 kWh/m<sup>2</sup> for vektet tilført energi.

I tillegg angis tilleggskrav med hensyn til dokumentasjon for boliger i de klasse A og B.

Merkenivå baseres på Oslo-klima, og alle bygninger merkes ihht. beregninger som om de ligger i det samme klimaet

## 5 Beregningsmetodikk for bestemmelse av faktisk nivå

### 5.1 Beregningsgang (fra varmekoeffisient til vektet tilført energi)

Beregningsgangen for å fremskaffe nivåene til spesifikk varmetapskoeffisient til vektet tilført energi i energiattesten kan skisseres som følgende:



- ① Først beregnes *varmetapskoeffisienten* basert på transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon.
- ② Deretter beregnes *totalt netto energibehov* basert på varmetapskoeffisienten, og tilleggsopplysninger som kompletterer beregningene mht til oppvarming og ventilasjon, tappevann, belysning, utstyr og eventuell kjøling.
- ③ Beregning av *tilført energi* baseres så på totalt netto energibehov som fordeles på de ulike energikildene samt at systemtapene er inkludert i beregningene.
- ④ Til sist beregnes *vektet tilført energi* basert på tilført energi og gitte vektingsfaktorer for de ulike energikildene.

For å kunne gjennomføre energimerkingen innen en akseptabel kostnadsramme forutsettes det at energikonsulentene har egnede hjelpemidler, blant annet i form av beregningsverktøy som er tilpasset til bruk ved utstedelse av en energiattest.

I tilknytning til energiberegningene kan inndataene deles inn i 3 hovedkategorier:

#### Standardiserte (normerte) verdier

Standardiserte verdier vil være energibruk til utstyr, varmtvann, driftstider og innetemperatur. Selv om en mener at disse verdiene ikke er representative for bygget som energimerkes, skal disse verdiene brukes siden de for en stor del er brukeravhengige, og energimerket skal representere bygget ved normalisert bruk.

#### Veiledende verdier

Veiledende verdier er til forskjell fra standardiserte, verdier som tillates å være forskjellige fra bygning til bygning innenfor samme bygningskategori. Dette er verdier som representerer innebygde kvaliteter som eksempelvis lysstyringsanlegg eller kvalitet på /automatiseringsgrad til energiforsyningssystemet. For disse verdiene forutsettes det at energikonsulenten aktivt går inn og foretar valg.

De veiledende verdiene gjenspeiler så langt det er formålstjenlig, bransjemessige erfaringstall. Verdiene anses imidlertid kun å være et bidrag til de som skal gjennomføre energiberegningene, og kan ikke anses som gjeldende uten at de eventuelt er godkjent av energikonsulenten. På samme måte må avvik i forhold til veiledende verdier dokumenteres med egnet metode.

#### Dokumenterte verdier

Dette er mer håndfaste verdier som arealer, volum, U-verdier etc. Og kan hentes ut fra tegninger, målinger og enklere beregninger.

I de påfølgende kapitler angis det eksempler på veiledende verdier, samt at de standardiserte verdiene er gitt.

## 5.2 Varmetapskoeffisient

### 5.2.1 Beregningsmetoder og standarder

Spesifikk varmetapskoeffisient angir samlet varmetap fra varmegjennomgang (transmisjon), ventilasjon og luftlekkasjer (infiltrasjon) fordelt på totalt oppvarmet golvflate (BRA). Varmetapskoeffisienten vil være et mål på bygningskonstruksjonens kvalitet både med hensyn til varmeisolasjon og tetthet, samt angi varmetapet gjennom ventilasjonen, og vil således representere oppvarmingsbehovet for bygningene.

Formelverk for varmetap fra transmisjon, ventilasjon og infiltrasjon fra NS ISO 13790<sup>5</sup> legges til grunn for beregningene.

$$\text{Spesifikk varmetapskoeffisient} = \sum \frac{Q_t + Q_v + Q_i}{A_{\text{oppvarmet golvflate}}} \quad (5.1)$$

der  $Q_t$  Transmisjonstap

$$Q_t = \sum_i^n (U_n \cdot A_n) \quad (5.2)$$

$Q_v$  Ventilasjonstap

$$Q_v = C \cdot L \cdot (1 - \eta) \quad (5.3)$$

der  $C$  er luftas varmekapasitet  $0.35 \text{ Wh}(\text{m}^3 \cdot \text{K})$   
 $L$  er tilført uteluftmengde gjennom ventilasjonssystemet  
 $\eta$  varmegjenvinnerens årstemperaturvirkningsgrad

$Q_i$  Infiltrasjonstap

$$Q_i = C \cdot \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left[ \frac{V_{\text{sup}} - V_{\text{ex}}}{V \cdot n_{50}} \right]^2} \quad (5.4)$$

der  $n_{50}$  er luftskiftet ved 50 Pa overtrykk  
 $e$  og  $f$  er skjermingskoeffisienter fra tabell G.5 i NS ISO 13790

$A_{\text{oppv}}$  Klimatisert areal med en nedre temperaturrense på  $15 \text{ }^\circ\text{C}$

<sup>5</sup> ISO 13789:1999 Bygningers termiske egenskaper. Varmetapskoeffisient ved varmegjennomgang. Beregningsmetode

## 5.2.2 Nødvendig inndata for bygning og ventilasjon

For beregning av spesifikk varmetapskoeffisienten må følgende informasjon innhentes:

Element	Inndata
<b>Transmisjon</b>	
Yttervegger	U-verdi, arealer
Vinduer	U-verdi, arealer
Yttertak	U-verdi, arealer
Gulv mot grunnen	U-verdi, arealer
<b>Ventilasjon</b>	
Varmegjenvinning	Virkningsgrad
Ventilasjonsluftmengde	m <sup>3</sup> /h
<b>Infiltrasjon</b>	
Tetthet	Lekkasjetall
Vindforhold	Skjermingsgrad
<b>Generelt</b>	
Gulvareal	Oppvarmet areal

*Tabell 5.1 Nødvendige inndata for å beregne spesifikk varmetapskoeffisient*

## 5.2.3 Inndata

Alle verdier som inngår i beregningen er reelle, og det forutsettes følgelig *ikke* bruk av veiledende verdier ved beregning av varmetapskoeffisienten for næringsbygg. Dette betinger et visst kunnskapsnivå hos den som utfører sertifiseringen slik at inngangsdata med tilstrekkelig nøyaktighet kan etableres.

### Transmisjon

I motsetning til sertifisering av boliger, vil det for næringsbygg ikke være aktuelt å operere med veiledende verdier for U-verdier og kuldebroer.

Dette bla. fordi isolasjonstykkelse ikke i samme grad følger gjeldende byggeforskrifter for aktuell tidsperiode. Videre vil det være naturlig at den som utfører energisertifiseringen for næringsbygg har bredere kompetanse og er i stand til å bedømme isolasjonsstandard på bakgrunn av inspeksjon, byggetegninger og historikk for bygget.

Imidlertid bør det legges opp til en database hvor standard U-verdier for de mest relevante konstruksjonstypene angis.

### Infiltrasjon

Graden av infiltrasjon henger sammen med planløsning og oppdriftskrefter i bygget, bygningsgeometri og kompleksitet i fasader, materialbruk, og ikke minst; i hvilken grad tetting ved sammenføyning av bygningselementer er aktsomt utført.

Dette er parametre det kan være vanskelig å verifisere i etterkant uten inngående undersøkelser. Her vil det derfor være naturlig å utarbeide en database med erfaringsverdier til hjelp for sertifiseringen.

For bygninger med beregnet energiklasse A, skal det kreves dokumentasjon av infiltrasjonen via måling. Skjermingsgrad følger NS ISO 13790

### Ventilasjon

Reelle ventilasjonsmengder og teknisk løsning for øvrig (tatt fra tegning, måling eller annen dokumentasjon) skal benyttes. Dette selv om lave ventilasjonsmengder gir lave verdier for varmetap. Virkningsgrad for varmegjenvinner må stipuleres. Temperaturvirkningsgrad kan relativt enkelt måles. For denne energiposten bør det ligge godt til rette for samordning med tilsynsordningen, ved at ventilasjonsanleggene er kartlagt og luftmengder, virkningsgrad for varmegjenvinner og eventuelt energibruk til viftedrift er kartlagt.

### 5.2.4 Eksempel på beregning

Nedenfor er det vist et eksempel på en beregning for et kontorbygg ihht. BF06 /1/:

Inndata	Brukt i energiberegningen	Beregning
Yttervegg area/U-verdi	1280 m <sup>2</sup> / 0.22 W/(m <sup>2</sup> K)	Q <sub>t</sub> = 2321 W/K
Yttertak area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> / 0.15 W/(m <sup>2</sup> K)	
Golv area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> / 0.15 W/(m <sup>2</sup> K)	
Vinduer area/U-verdi	1200 m <sup>2</sup> / 1,4 W/(m <sup>2</sup> K)	
Ventilasjon	10 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> (3120 t/år) 3.3 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> (5640 t/år)	Q <sub>v</sub> = 3362 W/K
Temperaturvirkningsgrad gjenvinner	70 %	
Infiltrasjon	0.10 oms/t	Q <sub>i</sub> = 530 W/K
SUM		Q <sub>s</sub> = 6214 W/K
Oppvarmet golvareal	6000 m <sup>2</sup>	
Varmetapstall		<b>H = 1.04 W/K m<sup>2</sup></b>

**Tabell 5.2** Eksempel på beregning av varmetapstall for kontorbygg

## 5.3 Totalt netto energibehov

Totalt netto energibehov er i denne rapporten definert som bygningens behov for energi til oppvarming, ventilasjon, tappevann, belysning, utstyr, kjøling med tilhørende hjelpesystemer (vifter og pumper), beregnet/estimert ved normalisert/standardisert bruk av bygget og ved gitte krav til inneklime (temperatur, luftskifte/luftkvalitet, belysningsnivå, osv.). Det tas ikke hensyn til oppvarmingsystemets eller energiforsyningsens effektivitet ved beregning av netto energibehov (dvs. antas å ha 100 % virkningsgrad). For beregning av oppvarmingsbehovet tas det hensyn til varmetilskudd fra solinnstråling og interne tilskudd (personer, lys og utstyr).

Beregning av totalt netto energibehov er underlag for beregning av tilført energi, og dermed også vektet tilført energi.

### 5.3.1 Beregningsmetoder og standarder

Ved beregning av totalt netto energibehov må man enten beregne/simulere de ulike energipostene, eller bruke normaliserte eller veiledende verdier. Generelt må man beregne eller simulere oppvarmingsbehovet og eventuelt kjølebehov, både lokalt i rom og sentralt i ventilasjonsanlegg, mens det for de andre energipostene ofte vil være tilstrekkelig å bruke normaliserte eller veiledende verdier.

#### Beregning av energibehov til oppvarming og kjøling

Beregning av oppvarmings- og kjølebehov er normalt det mest komplekse i en total energiberegning av et bygg, og krever også mest input-data. I henhold til europeiske CEN-standarder som er under utarbeidelse, vil dette kunne dokumenteres med prinsipielt tre ulike metoder for beregning av oppvarmings- og kjølebehov:

1. Oppvarmingsbehovet og kjølebehovet beregnes med en månedsstasjonær metode, der oppvarmingsbehovet beregnes som varmetapet til bygget minus det utnyttbare varmetilskuddet til bygget. Utnyttingsfaktoren for varmetilskuddet regnes ut fra forholdet mellom varmetilskudd/varmetap og byggets termiske treghet (tidskonstanten). Kjølebehovet beregnes med tilsvarende metode. Denne metoden er beskrevet i prEN ISO 13 790 Thermal performance of buildings – Calculation of energy use for heating and cooling, som er en revisjon av ISO standarden ISO 13 790.
2. Oppvarmingsbehovet og kjølebehovet beregnes med en forenklet dynamisk simulering, der nødvendig oppvarmingseffekt og kjøleeffekt og romtemperaturer beregnes time for time over et helt år. Nødvendig årlig energibehov til oppvarming og kjøling finnes ved å integrere (summere) effektene for hvert tidsstepp over året. Metoden er basert på en termisk modell av rommet/sonen/bygget som tar hensyn til den ikke-stasjonære varmetransporten i konstruksjoner, samt til konvektiv og strålingsmessig varmeutveksling i rommet/sonen. Denne metoden er også beskrevet i prEN ISO 13 790.
3. Det tredje alternativet er bruk av dynamiske energisimuleringsprogram, som er validert etter visse retningslinjer. Det utarbeides nå en egen standard i CEN regi (EPBD Work Item 17 Thermal performance of buildings — Calculation of energy use for space heating and cooling — General criteria and validation procedures) hvor retningslinjer for beregninger og valideringsprosedyrer for slike energisimuleringsprogrammer vil bli gitt. Det eksisterer pr. i dag en hel rekke med energisimuleringsprogrammer som trolig vil bli validert etter prosedyrene i denne standarden, og som da kan brukes i forbindelse med energimerking av bygg ihht. EU-direktivet.

#### Oppvarming av tappevann

For denne energiposten vil man normalt bruke en standardisert verdi, se tabell 5.3. Det finnes CEN-standard utkast som omhandler beregning av energibehov til oppvarming av tappevann, men disse er lite operative for dette formål da de krever input av forbruket av varmt tappevann. Dette er en meget brukeravhengig størrelse, og for å unngå manipulering anbefales det derfor at det i kontrollberegningen kun skal brukes normaliserte verdier gitt i tabell 5.3.

### Energibruk vifter

For energibruk til vifter, som kan være en betydelig energipost på næringsbygg, vil man normalt kunne beregne energibruken ut fra spesifiserte/anslåtte luftmengder og SFP-faktoren for ventilasjonsanlegget. SFP-faktor (Spesifikk vifteeffekt) skal/bør være oppgitt av ventilasjonsentreprenør eller leverandør.

### Energibruk belysning

For belysning kan man enten bruke veiledende verdier (tabell 5.3), eller dokumentere annen energibruk til belysning ved beregninger. Det utarbeides nå en CEN-standard for dette: prEN 15 193 Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting.

### Energibruk diverse utstyr

Dette er også en meget brukeravhengig energipost, og for å unngå manipulering anbefales det derfor at det i kontrollberegningen kun skal brukes normaliserte verdier gitt i tabell 5.3.

I en overgangsperiode før alle CEN-standarder er ferdigstilt og godkjent som norske standarder, vil det være nødvendig å bruke allerede eksisterende metoder og beregnings- og simuleringsprogrammet som finnes tilgjengelig i dag.

Det anbefales da at det brukes enten anerkjente beregningsprogrammer eller beregningsmetoder, eller eksisterende standarder for beregning av oppvarmingsbehov (eks. ISO 13 790) sammen med normaliserte eller veiledende verdier for andre energiposter (se tabell 5.4).

## 5.3.2 Aktuelle inndata for bygning og installasjoner

Nødvendige inndata for beregning av netto energibehov vil avhenge av energiberegningsmetoden eller energiberegningsprogrammet som brukes, men viktige data for enhver energiberegning er vist i følgende tabell:

Element	Inndata
<b>Ytre rammer</b>	
Plassering	Orientering
Geografisk beliggenhet	Klima
<b>Bygning</b>	
Gulvareal	Oppvarmet areal
Luftvolum	Oppvarmet volum
Infiltrasjonsmengde	Luftskifte
Gulv mot grunn	U-verdi, areal
Yttervegg	U-verdi, areal
Yttertak	U-verdi, areal
Vindu	Areal, orientering, U-verdi, solfaktor, solavskjerming (styringsstrategi)
<b>Installasjoner</b>	
Romoppvarming	Settpunkttemperaturer, driftstid, effekt
Ventilasjon	Luftmengde, driftstid, temperatur/styringsstrategi, varmegjenvinner (virkningsgrad)
Vannoppvarming	Effekt (driftstid), eventuelt energibehov
Vifter	SFP-faktor/effekt (driftstid), eventuelt energibehov
Belysning	Effekt (driftstid), eventuelt energibehov
Teknisk utstyr	Effekt (driftstid), eventuelt energibehov
Kjøling	Settpunkttemperaturer, driftstid, effekt

**Tabell 5.3** Aktuelle inndata for beregning av netto energibehov.

### 5.3.2.1 Verdier for belastninger, driftstider og klimadata

Ved beregning av netto energibehov benyttes i utgangspunktet standardiserte verdier for belastning, driftstider og klimadata

### Standardiserte verdier

I tabell under er det vist en samlet oversikt over hhv. standardiserte og veiledende (v) inputdata til tekniske anlegg og utstyr som skal/kan benyttes for beregningen av netto energibehov.

Standardiserte verdier kan ikke endres. Veiledende verdier kan endres, men bakgrunn for valg av ny verdi skal dokumenteres. For bestemmelse av energimerket skal geografisk beliggenhet være Oslo.

I selve energiattesten skal også beregnet energibruk vises som en numerisk verdi. Denne verdien beregnes ut i fra reelt klima, og vil være et sammenlignbart tall med målt energi. (se også kap. 3).

Bygningskategori	Lys <sup>1)</sup> [kW/m <sup>2</sup> år]	Utstyr <sup>2)</sup> [kW/m <sup>2</sup> år]	Temperaturer, romoppvarming [°C]	Driftstider Lys, utstyr, temperaturer [Timer/døgn/uker]	Personer [W/m <sup>2</sup> ]	Driftstider Personer [Timer/døgn/uker]	Varmt tappevann [kWh/m <sup>2</sup> ]	Ventilasjons luftmengder <sup>3)</sup> [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h]	Driftstider Ventilasjon [Timer/døgn/uker]
Småhus	23 (v)	29 (v)	21/19	16/7/52	2	24/7/52	35	1.2	24/7/52
Boligblokk	23 (v)	29 (v)	21/19	16/7/52	2	24/7/52	35	1.4	24/7/52
Barnehager	21 (v)	5	21/19	10/5/52	6	10/5/52	10	12/3 (v)	10/5/52
Kontorbygg	25 (v)	34	21/19	12/5/52	4	12/5/52	5	10/3 (v)	12/5/52
Skolebygg	22 (v)	13	21/19	10/5/44	12	10/5/44	10	16/3 (v)	10/5/44
Sykehus	47 (v)	47	21/19	16/7/52	2	24/7/52	30	16/3 (v)	16/7/52
Sykehjem	47 (v)	23	21/19	16/7/52	3	24/7/52	30	14/3 (v)	16/7/52
Hoteller	47 (v)	6	21/19	16/7/52	2	24/7/52	30	10/3 (v)	16/7/52
Restaurantbygg	23 (v)	29	21/19	8/7/52	4	8/7/52	30	18/3 (v)	8/7/52
Idrettsbygg	21 (v)	3	19/17	12/5/44	10	12/5/44	50	12/3 (v)	12/5/44
Forretningsbygg m/ matvare	56 (v)	300	21/19	12/6/52	10	12/6/52	10	18/3 (v)	12/6/52
Forretningsbygg u/matvare	56 (v)	58	21/19	12/6/52	10	12/6/52	10	18/3 (v)	12/6/52
Kulturbygg	23 (v)	3	21/19	11/5/52	4	11/5/52	10	12/3 (v)	11/5/52
Bygning for lett industri, verksteder	19 (v)	23	21/19	9/5/52	2	9/5/52	10	12/3 (v)	9/5/52

**Tabell 5.4** Sammenstilling av standardiserte og veiledende (v) verdier for driftsbetingelser.

- 1) Veiledende verdi for lysbelastning benyttes dersom ingen spesielle tiltak for laveffektbelysning/lysstyring er fast installert.
- 2) Veiledende verdi for utstyr (husholdningsartikler) benyttes dersom ikke fastmontert A/B-merket utstyr inngår i boligen.
- 3) Veiledende verdier for ventilasjonsluftmengder benyttes dersom ikke annen mengde/(mengdestyring) kan dokumenteres

### Dokumentasjon hvis avvik fra veiledende verdier

Dersom avvik for veiledende verdier må disse dokumenteres spesielt.

Avvik som betyr reduserte verdier, kan kun aksepteres dersom de er godt tilrettelagt og i praksis *uavhengig* av bruker. Eksempel på slike avvik vil være en løsning med automatisert styring. Slike systemer vil kunne redusere lysbelastning og/eller driftstider. Et annet eksempel er behovsstyrt ventilasjon, hvor ventilasjonsmengden tilpasses behovet.

Avvik som betyr en økning av verdier i forhold til normen kan også opptre. Eksempelvis installasjoner av spesielt mye belysning, ventilasjonsluftmengder o.l.

### 5.3.3 Beregning av totalt netto energibehov

Netto energibudsjett for bygget skal hovedsakelig dokumenteres ihht. NS 3032, men med følgende modifikasjoner/presiseringer:

- Energiposten *Ventilasjon* i NS 3032 (som er noe dårlig definert), presiseres til *Ventilasjonsoppvarming (varmebatterier)*
- Energiposten *Vifter og pumper* i NS 3032 skal bare omfatte *Vifter*. Pumper og andre hjelpe/styringsutstyr i oppvarmings- og kjøleanlegg er en del av energiforsynings-systemet og skal derfor ikke tas hensyn til i netto energibehov men i tilført energi. Dette er også ihht. oppsett i ulike CEN-standarder.
- Energiposten *Kjøling* i NS 3032, deles opp i *Romkjøling* og *Ventilasjonskjøling (kjølebatteri)* på lik linje med oppvarming. Kjøling beregnes som netto kjølebehov dvs. med system kjølefaktor/systemvirkningsgrad på 100 %.

Energibudsjett-oppsett blir da som vist i tabellen nedenfor.

Energibudsjettet kan forenkles for noen byggkategorier/tilfeller, f.eks. vil postene 2., 4., 7. og 8. kunne utgå for naturlig ventilerte bygg uten kjøling.

Nedenfor er det vist et eksempel på en beregning for et kontorbygg ihht. BF06 /1/:

Energipost	[kWh/m <sup>2</sup> år]
1. Romoppvarming	27
2. Ventilasjonsoppvarming (varmebatteri)	21
3. Varmtvann (tappevann)	5
4. Vifter Driftsteknisk utstyr	23
5. Belysning	25
6. Utstyr	34
7. Romkjøling	0
8. Ventilasjonskjøling (kjølebatteri)	24
<b>Totalt netto energibehov</b>	<b>159</b>

**Tabell 5.5** Totalt netto energibehov oppdelt i energiposter.

## 5.4 Tilført energi

Tilført energi er her definert som nødvendig tilført energi til bygget for å dekke byggets energibehov (totalt netto energibehov), hvor man også tar hensyn til energiforsyningssystemets systemtap i forbindelse med produksjon (produksjonsvirkningsgrad), distribusjon og lagring (distribusjonsvirkningsgrad), og ikke ideell avgivelse (reguleringsvirkningsgrad). Det skal også ta hensyn til energibruk til pumper og annet hjelpeutstyr i energiforsyningssystemet.

Eventuell fornybare energisystemer integrert i bygget, som varmepumper, termiske solfangere, solceller (PV), eller lignende skal trekkes fra tilført energi (tas hensyn til ved å angi en systemvirkningsgrad/systemvarmefaktor større enn 1.0). Tilført energi skal beregnes per energikilde/energibærer tilført bygget.

### 5.4.1 Beregningsmetoder og standarder

Sammenhengen mellom netto energibehov og tilført energi, beregnes ut fra energiforsyningssystemets systemvirkningsgrad (i henhold til prEn 13 790) :

$$E_{\text{tilført}} = \frac{E_{\text{behov}}}{\eta_{\text{sys}}} \quad (5.1)$$

hvor systemvirkningsgraden for et vilkårlig energiforsyningssystem er gitt ved:

$$\eta_{\text{sys}} = \eta_{\text{prod}} \cdot \eta_{\text{distr}} \cdot \eta_{\text{reg}} \quad (5.2)$$

der:

$\eta_{\text{prod}}$	Er produksjons- eller forbrenningsvirkningsgraden, alternativt varmefaktoren for varmepumpesystemer. Også produksjonsvirkningsgraden/COP for solvarmesystemer skal tas med her <sup>6</sup> . For kjølesystemer skal kjølefactoren for kjølemaskinen brukes her.
$\eta_{\text{distr}}$	Er distribusjonsvirkningsgraden for forsyningssystemet, dvs. primært tap fra rørsystem, ventiler, lagertanker o.l. som ikke er nyttbart til oppvarming av bygget (event. kjøling). Sekundært kan virkningsgraden også ta hensyn til energibruken til eventuelle pumper, vifter og motorer i systemet som ikke er utnyttbare til oppvarming av bygget. Dette siste hvis denne elektriske energibruken er stor i forhold til levert energi fra varmesystemet.
$\eta_{\text{reg}}$	Er reguleringsvirkningsgraden til forsyningssystemet, som tar hensyn til dettes evne til å holde riktig settpunkttemperatur (dynamiske egenskaper), men også til å holde ønsket temperaturfordeling i bygget (romlige egenskaper).

Det må understrekes at hver energipost (for eksempel romoppvarming) kan ha flere energikilder med ulik systemvirkningsgrad (for eksempel olje og el), og derfor må beregnes separat. Tilført energi summeres for hver energikilde (el, olje, gass, fjernvarme, bio).

For alle virkningsgrader gjelder det at det skal brukes realistiske årsgjennomsnittsverdier ved virkelig bruk, som tar hensyn til delastkjøring, intermittert drift og andre ikke ideelle forhold.

Det er under utarbeidelse en rekke standarder som angir beregning av systemtap, systemvirkningsgrad og behov for elektrisitet til distribusjons og hjelpesystemer i energiforsyningssystemene. Samlestandard *prEN 15 316 Heating systems in buildings — Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies*, vil inneholde beregningsmetoder for forbrenningssystemer (gass, olje), varmepumpesystemer, solfangersystemer, fjernvarme/nærvarmesystemer, biomassesystemer, systemer for

<sup>6</sup> Produksjonsvirkningsgraden/Coefficient of Performance (COP) til solvarmesystemer er her definert som:  $COP = Q_{\text{out}} / Q_{\text{aux}}$ . Der  $Q_{\text{out}}$  er hvor mye energi solvarmesystemet leverer til boligen, og  $Q_{\text{aux}}$  er energi til hjelpesystemer i anlegget, typisk sirkulasjonspumper i anlegget. Typiske/veiledende verdier for produksjonsvirkningsgrad/COP for solvarmesystemer er gitt i tabeller nedenfor.

generering av varmt tappevann, m.m. Totalt mer enn 14 ulike del-standarder (del av prEN 15 316) er under utarbeidelse på dette området.

I praksis vil disse standardene være for tidkrevende og komplekse å bruke i detalj ved energimerking av hvert bygg, men vil være nyttige verktøy når man utarbeider generelle systemvirkningsgrader for nye energiforsyningssystemer eller nye produkter og løsninger. De vil også være nyttig der man ønsker å bruke andre (bedre) virkningsgrader enn de veiledende vist i etterfølgende tabeller (tabell 5.6 til 5.10).

#### **5.4.2 Nødvendige inndata for energiforsyningssystem og systemvirkningsgrad**

Systemvirkningsgrader ( $\eta_{\text{sys}}$ ) må beregnes for alle ulike energiforsyningssystemer bygget har. Ved parallelle systemer, eksempelvis anlegg for vannbåren varme som har energikilde i form av oljekjel og elektrokjel, velges den fordelingen anlegget er dimensjonert for, eventuelt den leveransefordeling som gir best score.

##### **Veiledende verdier**

Verdier i det etterfølgende tabelloppsettet er å betrakte som *veiledende* verdier.

### Reguleringsvirkningsgrad ( $\eta_{reg}$ )

Med reguleringsystemets virkningsgrad menes her i hvilken grad reguleringsenheter i energiforsyningen greier å regulere pådrag til ønsket verdi.

*Eksempel:*

En *manuell* trinnbryter (0-1-2-3) på en elektrisk panelovn vil medføre at denne i perioder avgir for stor effekt (temperatur i rommet stiger). I andre perioder er effekten for liten.

En *automatisk* termostatbryter kan ha en mye finere trinninndeling enn den manuelle. I tillegg vil den automatiske enheten selv føle på temperaturen i rommet og gi "beskjed" om å slå av /på senke/heve effekten på panelovnen.

At en automatisk temperaturregulering er mer nøyaktig enn den manuelle er temmelig innlysende, men også den automatiske kan gi avvik mellom hva som trengs av effekt og hva som faktisk leveres. Typiske årsaker til dette kan være feil plassering av temperaturføler, funksjonsfeil i reguleringsenhet o.l.

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM		Reguleringsvirkningsgrad	Kommentar
2.1	Åpen peis/grue	0.65	Vanskelig objekt å regulere. Ingen "regulering". Ofte overtemperatur i rommet
2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsetts	0.80	Noe vanskelig objekt å regulere. Manuell regulering. Enkelte ganger overtemperatur i rommet
2.3	"Helautomatisk" biopellets-kamin	0.90	Luftbåren varmeavgivelse via punktkilde. Automatisert regulering  Treghet i systemet plassering av føler kan i enkelte tilfeller føre til overtemperatur
2.4	"Helautomatisk" biopellets-kamin. Inkl. VVB		
3.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse		
3.3	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse		
6.1	Gasskamin/peis til direkte romoppvarming		
7.1	Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming		
1.2	Solfanger, vannbåren romoppvarming		
1.4	Solfanger, kombisystem romoppvarming & tappevann	0.95	Varmeavgivelse via distribuert system m/oppvarming via flere punktkilder. Forutsetter automatisert regulering
2.5	Sentral bio-kjel (biopellets, ved, flis) med vannbåren varme.		
3.2	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse		
3.4	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse		
4.1	Fjernvarme		
7.2	Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder		
7.3	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon	1.00	Varmeavgivelse via et distribuert system. Forutsetter automatisert regulering
1.1	Solceller		
1.3	Solfanger, oppvarming av tappevannsbehov		
5.1	Panelovner, gassovner, elektriske vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming		
5.2	Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming		
5.3	Elektrisk varmtvannsbereder		
5.4	Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon		
6.2	Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvannsvarmeveksler		
6.3	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon		

**Tabell 5.6** Veiledende virkningsgrader for regulering av vanlig forekommende oppvarmings/ energiforsyningssystemer.

**Distribusjonsvirkningsgrad ( $\eta_{\text{distrib}}$ )**

Denne virkningsgraden uttrykker energiandel som går tapt i distribusjon fra sentral til lokale komponenter.

**Eksempel:**

I et anlegg for vannbåren varme vil oftest noe energi fra varmerørene tilføres rom og områder som ikke trenger denne. Dette kan være type rom/områder som kjeller, kulverter, sjakter, etasjeskiller etc. Varmetapet er gjennomgående lite, men signifikant. Energibruk til selve vannsirkulasjonen inngår i en annen energipost (driftsteknisk utstyr).

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM		Distribusjonsvirkningsgrad	Kommentar
1.2	Solfanger, vannbåren romoppvarming	0.95	Alle energiforsyningssystem som ikke er direktevirkende antas å ha et tap på ca 5 %
1.4	Solfanger, kombisystem romoppvarming & tappevann		
2.4	"Helautomatisk" biopellets-kamin. Inkl. VVB		
2.5	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)		
3.2	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse		
3.4	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse		
4.1	Fjernvarme		
5.4	Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon		
6.2	Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvannsvarmevexler		
6.3	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon		
7.2	Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder		
7.3	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon		
1.1	Solceller		
1.3	Solfanger, oppvarming av tappevannsbehov <sup>1)</sup>		
2.1	Åpen peis/grue		
2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsett		
2.3	"Helautomatisk" biopellets-kamin		
3.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse		
3.3	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse		
5.1	Panelovner, gassovner elektriske vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming		
5.2	Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming		
5.3	Elektrisk varmtvannsbereder		
6.1	Gasskamin/peis til direkte romoppvarming		
7.1	Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming		

**Tabell 5.7** Veiledende virkningsgrader forenergidistribusjon av vanlig forekommende oppvarmings/energiforsyningssystemer.

**Produksjonsvirkningsgrad/COP ( $\eta_{prod}$ )**

Denne virkningsgraden uttrykker forholdet mellom den energien som tilføres et system og den energimengden som leveres fra det samme systemet.

*Eksempel:*

I en forbrenningsprosess vil en oftest ha et tap ved at noe varme forsvinner som røykgass via pipa. Virkningsgraden blir i dette tilfellet mindre enn 1.

For en varmepumpe vil (elektrisk) energiinnsats til drift av kompressor være mindre enn den varmeenergien som leveres fra maskineriet. Her vil virkningsgraden være større enn 1, og ofte benyttes benevnelsen COP-faktor for å beskrive dette forholdet.

For et solfanger anlegg vil (vanligvis) en pumpe sørge for vannsirkulasjonen i denne. Her vil det fanges inn og leveres en vesentlig større mengde energi enn det som må tilføres sirkulasjonspumpa.

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM		Produksjonsvirkningsgrad /COP	Kommentar
1.1	Solceller	100.00	
1.2	Solfanger, vannbåren romoppvarming	10.00	COP representerer forholdet mellom den energi som hentes ut fra solpanelet, dividert på den energi som tilføres sirkulasjonspumpe.  Vanligvis er dette forholdstallet svært anleggsspesifikt, og vil normalt måtte beregnes for hvert enkelt anlegg
1.4	Solfanger, kombisystem romoppvarming & tappevann		
1.3	Solfanger, oppvarming av tappevannsbehov		
3.3	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Luftbåren varmeavgivelse	2.60	COP representerer forholdet mellom den energi som leveres fra varmepumpa, dividert på den energi som tilføres kompressor og andre komponenter tilhørende VP-systemet. Verdien på 2.6 henspiller på at temperaturen på varmekilden er stabil og relativ høy også gjennom fyringssesongen. En del energi benyttes imidlertid til drift av sirkulasjonspumper/ vifter.  Vanligvis er COP-faktoren svært anleggsspesifikt, og vil normalt måtte beregnes/dokumenteres for hvert enkelt anlegg.
3.4	Varmepumpe som tar varme fra spillvarme, geo eller vann. Vannbåren varmeavgivelse		
3.1	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Luftbåren varmeavgivelse	2.40	Verdien på 2.40 henspiller på at temperaturen på varmekilden synker om vinteren. En del energi går imidlertid med til drift av sirkulasjonspumper/ vifter. Noe energi benyttes til sirkulasjonsvifter/pumper.  Vanligvis er COP-faktoren svært anleggsspesifikt, og vil normalt måtte beregnes/dokumenteres for hvert enkelt anlegg.
3.2	Varmepumpe som tar varme fra uteluft. Vannbåren varmeavgivelse		
5.4	Elektrokjel m/ vannbåren energidistribusjon	1.00	Produksjonsvirkningsgraden lik 1,0 henspiller på at energioverføringen foregår praktisk talt uten tap.
5.1	Panelovner, vifteovner eller strålevarme til dekking av romoppvarming		
5.2	Elektrisk gulvarme til dekking av romoppvarming		
5.3	Elektrisk varmtvannsbereder		
4.1	Fjernvarme	0.98	Et lite tap opptrer vanligvis i energioverføringen i varmevekslerne.
6.2	Gasskjel som dekker varmtvannsbereder eller direkte varmtvannsvarmeveksler	0.90	Et tap på 10 % skyldes at noe energi forsvinner ut i røykgassen. I tillegg vil en over året ha intermittent drift på anlegget (start/stopp) Dersom kondenserende kjel benyttes kan alternativ verdi for produksjonsvirkningsgrad benyttes. Dokumenteres.
6.3	Gasskjel m/ vannbåren energidistribusjon		
6.1	Gasskamin/peis til direkte romoppvarming		

2.4	"Helautomatisk" biopellets-kamin. Inkl. VVB	0.85	Som over
2.5	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopellets, ved, flis)		
7.2	Olje/parafin kamin til varmtvannsbereder		
7.3	Olje/parafinkjel m/ vannbåren energidistribusjon		
2.3	"Helautomatisk" biopellets-kamin		
7.1	Olje/parafin kamin til direkte romoppvarming		
2.2	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsetts	0.80	Som over
2.1	Åpen peis/grue	0.75	Som over

**Tabell 5.8** Veiledende produksjonsvirkningsgrader for vanlig forekommende oppvarmings/ energiforsyningssystemer.

*Kommentar*

Verdiene for produksjonsvirkningsgrad/COP er basert på verdier over året. Dette i motsetning til eksempelvis momentan fyrteknisk virkningsgrad, COP ved dimensjonerende forhold etc.

### Resulterende systemvirkningsgrad ( $\eta_{\text{sys}}$ )

Verdier for spesifikke virkningsgrader kan multipliseres og gir systemvirkningsgrad for ulike energiforsyningssystemer:

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM		Produksjons- virkningsgrad /COP	Distribusjons- virkningsgrad	Regulerings- virkningsgrad	System- virkningsgrad
1.1	Solceller	100.00	1.00	1.00	100.00
1.2	Solfanger, vannbåren romoppvarming	10.00	0.95	0.95	9.03
1.3	Solfanger, oppvarming av tappevannsbehov	10.00	1.00	1.00	10.00
1.4	Solfanger, kombisystem romoppvarming & tappevann	10.00	0.95	0.95	9.03
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	0.90	0.77
2.4	"Helautomatisk" biopelletskamin.Inkl. VVB	0.85	0.95	0.90	0.73
2.5	Sentral bio-kjel med vannbåren varme. (Biopelletts, 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 varmtvannsvarmevexler	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

**Tabell 5.9** Resulterende (veiledende) systemvirkningsgrader for vanlig forekommende oppvarmings/ energiforsyningssystemer.

### 5.4.2.1 Kjølssystem

Energibruk og energitilførsel for kjølesystem kan volde enkelte beregningsmessige problemer. En typisk kjøleinstallasjon består av lokal(e) kjøleenheter som baffler, kjøletak, eller batterier i ventilasjonsanlegg, distribusjonsnett (isvannnett), selve kjølemaskinen (kompressor), distribusjonsnett varm side, og avkjølingsenhet varm side; vanligvis en s.k. tørrkjøler eller kjøletårn begge utstyrt med viftearrangement.

Vanligvis regnes det med mye mindre elektrisk energiinnsats på kompressor enn det som kan leveres av termisk energi på kald side (isvann) av kjølemaskinen. (COP for kjølemaskin har sin beregningsmessige parallell i COP-verdien for varmepumpe, men ligger på en typisk verdi ved dimensjonerende forhold på ca 1.5 - 2.0)

I beregning av energiinnsatsen for å framskaffe termisk kjølt energi, må energibruk til transport av vann på kald/varm side også inkluderes. I tillegg viftedrift på tørrkjølerenhet.

Varmetap ved distribusjon av isvann, samt reguleringsvirkningsgrad ute ved kjølekomponent har imidlertid i hovedsak sin parallell med et tradisjonelt vannbasert oppvarmingsanlegg.

Avhengig av valgt systemløsning, hvor bla. systemtemperaturer, bruk av akkumuleringstank (isvannstank), antall reguleringstrinn for kjølemaskin m.m. inngår, viser forarbeid til /1/ store variasjoner mellom produsert termisk kjøleenergi for å dekke et kjølebehov og elektrisk energiinnsats for å framskaffe den samme termiske kjøleenergien.

En enklere systemløsning for kjøling oppnås ved installasjon av en luft-luft kjølemaskin (split-unit) mellom avkast og tilluft for ventilasjonsanlegget.

En vesentlig mer komplisert løsning vil være et system hvor både varme og kjøling virker mot et felles varme/kjølemagasin (energibrønn)

Som en naturlig konsekvens av disse store variasjonene i systemløsningene, må bestemmelse av systemvirkningsgraden i stor grad være basert resultat fra inspeksjonsordningen.

For mindre anlegg kan følgende veiledende verdier danen utgangspunkt for vurdering:

ENERGIFORSYNINGSSYSTEM		Produksjonsvirkningsgrad /COP	Distribusjonsvirkningsgrad	Reguleringsvirkningsgrad	Systemvirkningsgrad
8.1	Kjølemaskin med varmeavgivelse direkte til uteluft/avkast. Direkte kjøling (DX-batteri) i kanal/aggregat	1.60	1.00	0.90	1.44
8.2	Kjølemaskin med varmeavgivelse direkte til uteluft/avkast. Vannbåren energidistribusjon (isvann)	1.60	0.95	0.90	1.37
8.3	Kjølemaskin med varmeavgivelse via vannbåren varmedistribusjon til tørrkjøler/kjøletårn/gulvvarme/gatevarme etc. Direkte kjøling (DX-batteri) i kanal/aggregat	1.60	0.95	0.90	1.37
8.4	Kjølemaskin med varmeavgivelse via vannbåren varmedistribusjon til tørrkjøler/kjøletårn/sekundær oppvarming som gulvvarme/gatevarme etc. Vannbåren energidistribusjon (isvann)	1.60	0.90	0.95	1.37
8.5	Kjølesystem mot vann, geo, fjernkjøling	-	-	-	Beregnes spesielt
8.6	Kjølesystem i systemsamvirke med oppvarming	-	-	-	Beregnes spesielt

**Tabell 5.10** Veiledende verdier for virkningsgrader kjøleanlegg.

#### 5.4.2.2 Dokumentasjon av valgte verdier

Ved valg av systemvirkningsgrader kan veiledende verdier benyttes. Dog ikke uten at disse er vurdert opp mot teknisk mulig driftstilstand for aktuelt forsyningssystem i vurdert bygning. Avvik i valg fra veiledende verdier må kommenteres/dokumenteres spesielt.

Et typisk eksempel i så måte kan være varmpumpeanlegg som er svært produkt-, temperatur-, og systemavhengig. Ved avvik bedre enn veiledning må det sannsynliggjøres at anleggets forbedrede systemvirkningsgrad vil vedvare under forutsetning av normal driftsoppfølging. For avvik som betyr en reduksjon av verdier i forhold til veiledende, må på samme måte sannsynliggjøres at dette vil være en vedvarende tilstand.

Det vil være naturlig og ikke minst rasjonelt å samkjøre merkeordningen med inspeksjonsordningen for klima-, og varmanlegget. Her vil resultat av inspeksjonen tjene som input og god kvalitetssikring for det enkelte bygg. Videre vil resultat samlet tjene som underlag for forbedring av underlaget for veiledende verdier.

Uansett underlag stilles det imidlertid krav til faglig kunnskap og integritet hos energikonsulenten som skal utarbeide attesten.

#### 5.4.3 Beregning av tilført energi

Tilført energi beregnes med utgangspunkt i netto energibehov. Netto energibehov multipliseres med systemvirkningsgraden, og gir tilført energi. Avhengig av systemvirkningsgraden kan tilført energi bli både høyere ( $\eta_{\text{sys}} < 1.0$ ), lik ( $\eta_{\text{sys}} = 1.0$ ) eller lavere ( $\eta_{\text{sys}} > 1.0$ ) enn netto energibehov.

Denne beregningen må gjøres for alle ulike del-system som energiforsyningen består av.

Inndata for energiforsyningssystem og systemvirkningsgrader kan på generell form sammenfattes i følgende tabell:

Nedenfor er det vist et eksempel på en beregning for kontorbygget ihht. BF06 /1/. Det er her forutsatt gassfyrte kjel. Ut i fra tariffmessige hensyn har byggeier også installert en elektrokjel, som benyttes når prisen for tilfeldig kjelkraft er lavere enn for gass.

Energikilde/ system	Inndata				Resultat	
	Netto energiebehov [Wh/m <sup>2</sup> år]	Produksjons- virkningsgrad /COP	Distribusjons- virkningsgrad	Regulerings- virkningsgrad	System- virkningsgrad	Tilført energi [Wh/m <sup>2</sup> år]
Oppvarming	53	0.90	0.95	1.00	0.86	62
Elektrisk	82	1.00	1.00	1.00	1.00	82
Kjøling	24	1.60	0.90	0.95	1.37	18
SUM	159	-	-	-	-	162

*Tabell 5.11 Beregning av tilført energi.*

#### 5.4.3.1 Budsjett for tilført energi

Tilført energi beregnet for hver energikilde (energibærer) kan presenteres som vist i tabellen 5.10.

Energikilde	Tilført energi [kWh/m <sup>2</sup> år]
1. Elektrisitet	100
2. Olje	
3. Gass	62
4. Fjernvarme	
5. Bio	
Totalt tilført energi	162

*Tabell 5.12 Budsjett for tilført energi.*

## 5.5 Vektet tilført energi

### 5.5.1 Beregningsmetoder og standarder

Vektet tilført energi beregnes på bakgrunn av vektingsfaktorene utledet i avsnitt 4.3.3, og beregnes som:

$$E_{\text{vektet tilført}} = E_{\text{tilført}} \cdot VF$$

VF: Vektingsfaktor ihht. tabell 4.15

Energikilde/bærer	Vektingsfaktor
Bio	0.35
Fjernvarme	0.55
Gass	0.60
Elektrisk	1.00
Olje	1.00

*Tabell 5.13 Vektingsfaktorer.*

### 5.5.2 Beregning av vektet tilført energi

På bakgrunn av tilført energi og tabellverdier for vektingsfaktorer, kan vektet tilført energi beregnes (jmf. eksempel fra kap 5.4.3).

Energikilde	Tilført energi [kWh/m <sup>2</sup> år]	Vektingsfaktor	Vektet tilført energi [kWh/m <sup>2</sup> år]
1. Elekrisitet	100	1.00	100
2. Olje		1.00	-
3. Gass	62	0.60	37
4. Fjernvarme		0.55	-
5. Bio		0.35	-
SUM	162		137

*Tabell 5.14 Budsjett for vektet tilført energi.*

Sum vektet tilført energi, beregnet til 137 kWh/m<sup>2</sup> år, vil da være energitallet som energimerket (hovedmerket) bestemmes ut i fra.

## **5.6 Beregnet tilført energi gitt i energiattesten**

I forslag til energimerket inngår også opplysning om den beregnede *numeriske verdien* av tilført energi. Beregningsgangen er den samme som beskrevet i kapittel 5.3.1/5.3.2. Imidlertid skal den numeriske verdien være basert på klimadata for *faktisk* beliggenhet.

## 6 Prosedyrer for energimerkingen

### 6.1 Generelt

#### 6.1.1 Bygninger med flere bygningskategorier

Svært mange bygninger er en kombinasjon av flere bygningskategorier, noe som i praksis medfører medarbeid med hensyn til å utarbeide en energiattest for bygget.

I slike tilfeller kan energimerket og attesten utarbeides gjennom to ulike alternativer:

- definere energimerkenivået for hver bygningskategori
- definere et energimerkenivå for hele bygget som et vektet gjennomsnitt av de ulike bygningskategoriene

I begge tilfeller medfører det at det må utarbeides et energimerkenivå for hver kategori, for så å avgjøre om merket skal oppgis for hele bygget som en helhet eller som flere delmerker.

Dersom det skal utarbeides et merke for hele bygget, må skalaen for det reelle bygget tilpasses slik at denne er i samsvar med byggets sammensetning. Dette vil kunne gjøres relativt enkelt ved at det utarbeides en algoritme for en slik samlet skala basert på de enkelte skalaene for alle bygningskategoriene, med tilhørende arealandeler i bygget. En slik algoritme kan så tas inn i et egnet energimerkingsprogram.

For bygninger med flere bygningskategorier der det kreves at energiattesten skal henges synlig, vil det være å anbefale at det utarbeides en felles attest som angir energimerket for bygget som helhet. Dette vil forenkle forståelsen for ordningen, i stedet for at flere ulike merker skal representere bygget som helhet.

For nybygg skal bygget prosjekteres mht. til planlagt funksjoner, noe som kan innebære ulike krav for ulike deler av bygget. Dette vil være parallelt i forhold til de første alternativet i forhold til energimerket, der en definerer et nivå for hver bygningskategori.

#### 6.1.2 "Likeverdige energikilder"

I de tilfeller der energiforsyningssystemet har to likeverdige energikilder, dvs. energikilder som alene kan forsyne bygget med all energien over lengre tid, foreslås det at den mest gunstige energikilden kan benyttes til energimerkingen.

Et eksempel på dette er dersom et bygg både er koblet mot fjernvarmenettet, og i tillegg har en oljekjel som kan benyttes til all oppvarmingen, kan bygget merkes i forhold til bruk av fjernvarme.

## 6.2 Nye bygninger

### 6.2.1 Energimerking og dokumentasjon av energiramme

Det forutsettes at energimerkeberegningene baseres på samme beregningsmetodikk for totalt netto energibehov som benyttes til kontroll og dokumentasjon i forhold til maksimalt tillatt energiramme i Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven.

I energimerkesammenheng innebærer dette at den allerede lovpålagte dokumentasjonen i forhold til teknisk forskrift, kompletteres med en enkelt beregning for å fremskaffe tilført energi og vektet tilført energi. Denne kompletteringen vil innebære at energiforsyningsanlegget er kjent siden systemvirkningsgraden for dette inngår i beregning av tilført energi.

Siden forslaget til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven innebærer til dels store forandringer ved at det kreves dokumentasjon i forhold til totalt netto energibehov, samt at et stort antall energitekniske standarder er under arbeid som en følge av bygningsenergidirektivet, vil det være behov for nye energiberegningsverktøy. Slike energiberegningsverktøy bør da utformes slik at de både kan benyttes til dokumentasjon av kravene i teknisk forskrift og energimerkesammenheng.

Tidsforbruket for energimerkeprosjektet vil være ubetydelig i forhold til de resterende energivurderingene som gjøres i tilknytning til prosjektering av næringsbygg for øvrig.

### 6.2.2 Energiattest for ferdig bygg

Energimerkingen skal fremstille energikvalitetene til bygninger slik bygningen faktisk er bygget. Som angitt i kap.5.2.3. foreslås det for eksempel at for en bygning som gis A-merke, skal lekkasjetallet dokumenteres gjennom måling.

Det vil således ikke være mulig å angi endelig energiklasse for bygget på prosjekteringsstadiet. Det foreslås derfor at man angir at bygget planlegges ut fra en energiklasse, men at endelig energiattest ikke utstedes før bygningen er godkjent, og eventuelt dokumentert i forhold til de krav som stilles.

I tillegg til energimerket skal energiattesten også inkludere forslag til kostnadseffektive tiltak. For nybygg har det liten hensikt å inkludere slike anbefalinger, siden det må antas av alternativer har vært vurdert under prosjekteringen. Forslag til tiltak anbefales således å utelates fra energiattesten for nybygg.

Det samme gjelder målt energibruk, siden slike data ikke foreligger når energiattesten utstedes for nybygg.

## 6.3 Eksisterende bygninger

### 6.3.1 Nødvendige hjelpemidler

Den viktigste forutsetningen for at energimerkingen kan utføres innen en akseptabel tids- og kostnadsramme er at energikonsulentene har egnede hjelpemidler som bidrar til å redusere tidsbruken i tillegg til å ha god energikompetanse. Eksempel på et spesialtilpasset beregningsverktøy for energimerking av bygninger er vist i vedlegg (grensesnitt)

Beregningsverktøyet vil etterspørre alle relevante inngangsdata. Koplet opp mot en database kan det hentes ned veiledende verdier (eksempelvis U-verdi for aktuell veggkonstruksjon), men disse kan enkelt overstyres. På bakgrunn av alle innhentede verdier tilhørende bygningskropp, interne belastninger, energiforsyningssystem og driftsdata, beregnes selve energimerket og andre numeriske verdier, som så presenteres i energiattesten.

Målt energibruk, eventuelt fordelt på ulike energikilder oppgis i samme verktøy, og inngår i attesten.

Energiattesten skal også inneholde forslag til tiltak som kan gjøres for å oppnå et lavere energibehov. På sikt bør beregningsverktøyet inneholde forslag til tiltakspakker som eksempelvis kan knyttes direkte opp mot de ulike energiklassene. Inntil videre bør en slik beskrivelse overlates energikonsulenten

Som et ledd i å redusere kostnader bør eierens eller driftspersonalets kjennskap til bygget utnyttes. Dette kan ivaretas via et skjema for forhåndsinnhenting av data. I samarbeid med driftsansvarlig brukes dette i den grad det er mulig. Alle opplysninger kontrolleres så av energikonsulenten gjennom befaringen.

Beregningsverktøyet bør fremstille resultatene som en endelig energiattest, slik at ytterligere rapportering er unødvendig. Videre bør beregningsverktøyet fremstilles slik at data, både endelig resultat og de mer detaljerte input-dataene, kan rapporteres direkte til en database for sentral registrering.

### 6.3.2 Registrering av faktisk energibruk

Så langt det er mulig, bør registrert energibruk som oppgis i energiattesten være et gjennomsnitt fra flere år for å nøytralisere svingninger i klima, innslag av ulike energikilder og bruk av bygget fra et år til et annet.

Dette er en aktivitet som kan synes enkel, men som i praksis kan være relativt omfattende for store bygg, bygninger med kompliserte eie/leie/avregningsforhold, og bygninger som er under stadig (bygningmessig) endring.

Ikke desto mindre er registreringen viktig, og er som sådan identisk med det en energirådgiver normalt vil starte opp med ved en tradisjonell tilstands-, og ENØK analyse.

### 6.3.3 Sammenligning med beregnet energibruk og faktisk energibruk

Tilført energi med korrekt klimasone beregnes som en numerisk verdi. Et avvik mellom beregnet tilført energi og faktisk energibruk forutsettes kommentert. Ideelt sett skal avviket reflektere eventuell forskjell mellom ”standardiserte” og faktiske verdier (eksempelvis driftstider, reguleringstemperatur i rom etc. - tabell 5.4). Imidlertid kan noe av avviket også være grunnet en ikke optimal drift/virkningsgrad for installasjonen. Forslag til tiltak kompletteres ihht. til dette siste avviket.

### 6.3.4 Tidsforbruk/kostnader

Tidsforbruk med påfølgende kostnader avhenger for en stor del av hvilke hjelpemidler energikonsulenten har til rådighet, hvilke opplysninger som kan innhentes på forhånd, kompetansen til energikonsulenten, samt krav til presisjonsnivå. Ved bruk av hjelpemidlene som skissert i over vil energiattesten mer eller mindre kunne utarbeides under befaringen. Tidsbehovet til befaring avhenger av størrelsen og kompleksiteten til bygget, men for bygninger med areal under 1000 m<sup>2</sup>, vil dette anslagsvis kunne utgjøre ca 6 timer. For større/mer komplekse bygg vil tidsforbruket variere betydelig, med et stipulert tidsforbruk fra ca 16 timer/10.000 m<sup>2</sup> til om lag 24 timer/25.000 m<sup>2</sup> (normal kompleksitet)

## 6.4 Sentral registrering

Som angitt i 6.3.1 foreslås det både endelig resultat i form av energimerket og de mer detaljerte input-dataene, rapporteres direkte til en database for sentral registrering.

En slik database vil være viktig for å kunne bedømme effekten av direktivet over tid, og vil være en unik mulighet til å utarbeide energistatistikk. Databasen og beregningsverktøyet bør fremstilles slik at data kan utveksles både til og fra beregningsverktøyet. På denne måten vil en kunne innhente tidligere rapporterte energiattester til bruk ved en senere attestering noe som vil effektivisere arbeidet med å utarbeide ny energiattest. Tilsvarende system er brukt for Økoprofil, der alle detaljer i beregningene ligger i databasen.

Utarbeidelse av energiattest vil samtidig være en unik mulighet til å utarbeide energistatistikk. Ved sentral registrering kan de sertifiserte bygningene linkes opp mot andre registre, og på den måten bidra til større treffsikkerhet i forhold til energiplanlegging på kommunalt/regionalt nivå, stimulerings tiltak på statlig nivå, samt konsekvensanalyser av beredskaps og eksempelvis tiltak for energiomlegging.

En slik bruk og registrering vil antagelig kreve spesielle godkjenninger, og ligger utenfor vår oppgave å utrede

## 7 Videre arbeid

Under følger en kort beskrivelse over ulike oppgaver som bør gjennomføres for at energimerkeordningen skal bli operativ og fungere tilfredsstillende både med hensyn til kvalitet og kostnadsnivå.

### **Utvikle beregningsverktøy**

Som angitt i kap. 6.3.1 er det nødvendig med et tilpasset beregningsverktøy tilpasset den praktiske utstedelsen av energiattesten, inkludert beregning av energimerket. Når innholdet i energiattesten, dvs. hvilket alternativ som vil benyttes i selve energimerkingen, bør dette arbeidet prioriteres. Verktøyet bør både kunne brukes for boliger og alle typer næringsbygg som skal merkes, samt brukes for attestering av nybygg. Verktøyet bør således også kunne brukes i tilknytning til dokumentasjon i forhold til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven.

### **Kvalitetssikring av veiledende verdier**

Som et ledd i å effektivisere arbeidsmengden er det foreslått muligheten for bruk av veiledende verdier. De foreslåtte veiledende verdiene må da kvalitetssikres, og kompletteres. De veiledende verdiene kan implementeres i beregningsverktøyet som foreslås utarbeidet.

### **Kvalitetssikring og markedsforankring av vektingsfaktorene**

Dersom det besluttes å innføre vektet tilført energi som underlag for energimerkingen, anbefales det at det nedsettes et eget prosjekt med sikte på å kvalitetssikre og forankre verdiene i markedet. Dette prosjektet kan også ses i sammenheng med hvordan andre land løser problemstillingen rundt energikildene. Eventuelt kan det etableres et lite prosjekt med sikte på å utarbeide en oversikt over hvordan energikildene ivaretas i andre land.

### **Utarbeide tiltakspakker for næringsbygg**

Tiltakspakker i form av ferdigbeskrevne/definerte tiltak for næringsbygg vil lett bli omfattende og samtidig mangelfull. Årsaken er den store variasjonen i bygningsmassens tekniske standard, utforming, samt løsninger av energiforsyningsystemet.

I første omgang anbefales det i stedet å utarbeide temaveiledninger til bruk av energikonsulentene. Disse veiledningene vil implisitt inneholde forslag til tiltak, men hvor konsulent selv er ansvarlig for å vurdere aktualitet og eventuelt bringe disse inn som forslag i energiattesten.

### **Utarbeide opplæringspakke for energikonsulentene**

Som en svært viktig del for å oppnå suksess i tilknytning til energimerkeordningen, er at de som utsteder energiattesten, har tilstrekkelig energikompetanse både for vurdere bygningens og installasjonenes tilstand, samt å foreslå kostnadseffektive tiltak. Det må derfor utarbeides en opplæringspakke for energikonsulentene, både i form av kursmaterieill knyttet til energimerkeordningen deriblant innføring i eventuelle hjelpemidler, juridiske forhold, sammenhengen mellom energimerkeordningen og inspeksjonsordningen m.m.

Det vil muligens være behov for ulike opplæringspakker for ulike energikonsulenter, avhengig om de skal antas å kunne energimerke alle typer bygg, eller om de skal ha begrenset godkjenning til kun enkelte bygningstyper (eksempelvis kun boliger).

Utarbeidelse av det nevnte skjema for forhåndsinnhenting av informasjon vil da være en del av denne pakken.

## Vedlegg 1 Prototype energiberegningsprogram for energimerking av boliger

På oppdrag fra Husbanken har ProgramByggerne ANS utviklet en prototype av et web-basert energiberegningsprogram som er tenkt og også kunne brukes til energimerking av boliger.

Programmet skal være basert på eksisterende CEN-standarder og standarder i utarbeidelse i forbindelse med EU-direktivet (EPBD), og er tenkt å tilfredsstille kravet til energimerking av boliger.

Skjermbildene illustrerer at beregning av- og energimerking etter vektet tilført energi ikke trenger å bli veldig komplekst. Tilsvarende beregningsverktøy for næringsbygg trenger heller ikke bli så mye mer komplisert enn dette, kun litt mer detaljert beskrivelse av tekniske installasjoner og driftstid. De sju etterfølgende illustrasjonene viser inndatasider (5 sider) og resultatsider (2 sider) fra det foreløpige beregningsprogrammet.

### Skjermbilde 1

#### Evaluering av energibruk i boliger - Generelle data

<b>Bygningstype</b>	Hjelp
<input checked="" type="radio"/> Enebolig	
<input type="radio"/> Rekkehus, tomannsbolig o.l.	
<input type="radio"/> Leilighetsbygg	

<b>Bygningsdata</b>	Hjelp
Antall boenheter:	<input type="text" value="1"/>
Bygningens oppvarmede bruksareal (BRA) [m <sup>2</sup> ]:	<input type="text" value="220"/>
Innvendig luftvolum i oppvarmede rom [m <sup>3</sup> ]:	<input type="text" value="450"/>

<b>Klima (lokalisering)</b>	Hjelp
Klimasted:	<input type="text" value="Oslo"/>

*Skjerm bilde 2*
**Evaluering av energibruk i boliger - Bygningskropp 1**

Yttervegger ekskl. vinduer og dører		Hjelp
	Konstruksjon	Areal [m <sup>2</sup> ]
Over underetasje:	Bindingsverk 36x198 + 48mm krysslekting, 250mm isolasjon (Uverdi = 0.17)	90
Underetasje:	300mm isolert lettklinkerblokk (Uverdi = 0.22)	80
Etasjehøyde underetasje:	<input type="text" value="2.5"/>	Gjennomsnittlig oppfyllingshøyde underetasje: <input type="text" value="1.3"/>

Gulv		Hjelp
	Konstruksjon	Areal [m <sup>2</sup> ]
På grunn:	250mm EPS-plater (Uverdi = 0.11)	50
Mot kald kjeller:	Bjelkelag med 200mm isolasjon (Uverdi = 0.19)	0
Mot friluft:	Bjelkelag med 200mm isolasjon (Uverdi = 0.20)	0

Tak/himling		Hjelp
	Konstruksjon	Areal [m <sup>2</sup> ]
Mot kaldt loft:	Tretak med kaldt loft, 350mm isolasjon (Uverdi = 0.11)	120
Mot friluft:	Sperretak av tre, 300mm iso. (Uverdi = 0.15)	20

*Skjerm bilde 3*
**Evaluering av energibruk i boliger - Bygningskropp 2**

<b>Vinduer</b>	Vindustype:	Areal [m <sup>2</sup> ]
Mot Nord:	3-lags rute, 2 lav-E belegg, argongass, trekarm stålsparer (Uverdi = 1.0)	10
Mot Øst:	3-lags rute, 2 lav-E belegg, argongass, trekarm stålsparer (Uverdi = 1.0)	10
Mot Sør:	3-lags rute, 2 lav-E belegg, argongass, trekarm stålsparer (Uverdi = 1.0)	10
Mot Vest:	3-lags rute, 2 lav-E belegg, argongass, trekarm stålsparer (Uverdi = 1.0)	10
Takvinduer:	2-lags rute, 1 lav-E belegg, argongass, trekarm alum.spacer (Uverdi = 1.4)	0

<b>Ytterdører</b>	Areal [m <sup>2</sup> ]
Dørtype:	Dør isolert etter passivhusstandard (Uverdi = 0.8) 4

<b>Luftlekkasjer klimaskjerm</b>
Meget god tetthet (dobbel vindtetting, god KS, N50 = 1, Inf. = 0.08)

<b>Bygningens varmelagringsevne:</b>
Middels tungt (noe tunge murmaterialer i innv. overflater)

&lt;&lt; Forrige

Neste &gt;&gt;

Skjerm bilde 4

**Evaluering av energibruk i boliger - Tekniske installasjoner****Belysning**

Belysning med automatisk styringssystem

**Teknisk utstyr**

Energieffektivt utstyr (A-merkede hvitevarer)

**Oppvarming av tappevann**

Normal varmtvannsbereider

**Ventilasjon**

- Bare naturlig ventilasjon
- Avtrekksventilasjon
- Balansert ventilasjon

Effektivitet vifter:

Normal viftedrift (SFP = 2)

Effektivitet varmegjenvinner:

Motstrømsvarmeveksler høy virkningsgrad (80%)

**Temperaturstyring av oppvarmingsanlegg**

Konstant 21°C

&lt;&lt; Forrige

Neste &gt;&gt;

Skjerm bilde 5

**Evaluering av energibruk i boliger - Energiforsyning og oppvarmingsanlegg**

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Elektrisitet</b>	Virkningsgrad:	<input type="text" value="1"/>	Andel romoppvarming [%]:	<input type="text" value="100"/>	Andel oppvarming tappevann [%]:	<input type="text" value="100"/>
<input type="checkbox"/> <b>Biobrensel</b>	Virkningsgrad:	<input type="text" value="0.98"/>	Andel romoppvarming [%]:	<input type="text" value="90"/>	Andel oppvarming tappevann [%]:	<input type="text" value="70"/>
<input type="checkbox"/> <b>Varmepumpe</b>	Varmefaktor:	<input type="text" value="2.9"/>	Andel romoppvarming [%]:	<input type="text" value="75"/>	Andel oppvarming tappevann [%]:	<input type="text" value="60"/>
<input type="checkbox"/> <b>Solfanger</b>	Systemvirkningsgrad:	<input type="text" value="10"/>	Andel romoppvarming [%]:	<input type="text" value="30"/>	Andel oppvarming tappevann [%]:	<input type="text" value="60"/>
<input type="checkbox"/> <b>Fjernvarme</b>	Virkningsgrad:	<input type="text" value="0.98"/>	Andel romoppvarming [%]:	<input type="text" value="100"/>	Andel oppvarming tappevann [%]:	<input type="text" value="100"/>
<input type="checkbox"/> <b>Olje</b>	Virkningsgrad:	<input type="text" value="0.85"/>	Andel romoppvarming [%]:	<input type="text" value="70"/>	Andel oppvarming tappevann [%]:	<input type="text" value="60"/>
<input type="checkbox"/> <b>Gass</b>	Virkningsgrad:	<input type="text" value="0.95"/>	Andel romoppvarming [%]:	<input type="text" value="70"/>	Andel oppvarming tappevann [%]:	<input type="text" value="60"/>

*Skjerm bilde 6*

## Evaluering av energibruk i boliger - Energibudsjett

<b>Netto energibehov i bygningen</b>	
Romoppvarming	3807 kWh
Oppvarming av tappevann	7700 kWh
Vifter ventilasjon	1320 kWh
Belysning	3080 kWh
Teknisk utstyr	4620 kWh
<b>Totalt netto energibehov</b>	<b>20527 kWh</b>
<b>Arealspesifikt energibehov</b>	<b>93.3 kWh/m<sup>2</sup></b>

<b>Tilført (kjøpt) energi til bygningen</b>	
Elektrisitet	20527 kWh
<b>Sum tilført energi</b>	<b>20527 kWh</b>
<b>Arealspesifikk tilført energi</b>	<b>93.3 kWh/m<sup>2</sup></b>

&lt;&lt; Forrige

Skriv ut

Energiattest

Start på nytt



## Vedlegg 2 Møtereferat møte 1

### Møte 1

### Referat

---

Sted:	NVE
Dato:	2. mai 2005
Kl. fra-til:	12.00-16.00
Innkalle:	Are Rødsjø (Husbanken), Birger Bergersen (NVE), Brita Dagestad (BE), Dag Rune Stensaas (Enova), Ida H. Bryn (Erichsen&Horgen), Mats Eriksson (BNL), Olav Nyhus (Forbrukerrådet), Ole Martin Moe (Thongruppen); Terje Flygind (Statsbygg), Thor Lexow (Standard Noreg), Tor Helge Dokka; Tore Wigenstad, Lars Myhre,
Møteleder:	Trine Dyrstad Pettersen
Referent:	Trine Dyrstad Pettersen
Fravær:	
Kopi:	Terje Stamer Wahl (NVE)

---

Nr.	Saker	Ansvar / Dato
-----	-------	---------------

---

### 1. Velkommen av NVE

Birger Bergersen orienterte kort om NVE's rolle og bakgrunn for prosjektet. Deretter en kort presentasjon av medlemmene i prosjektgruppa.

### 2. Litt om prosjektet

Trine D. Pettersen orienterte kort om energimerkeprosjektet som kjøres som et samarbeidsprosjekt mellom Byggforsk og Sintef som prosjektledere, og prosjektgruppa. I referatet angis Byggforsk og Sintef som "arbeidsgruppa".

I prosjektet skal det produseres to rapporter; en rapport for Energimerking av boliger og en rapport for Energimerking av næringsbygg. Deler av disse rapportene vil være mer eller mindre identiske siden mye av bakgrunnsunderlaget og diskusjonene vil gjelde alle typer bygg.

Byggforsk og Sintef vil samlet være ansvarlig for rapportene, og således stå ansvarlig for innholdet, og eventuelle konklusjoner. Kommentarer og synspunkter fra som deltakerne i prosjektgruppa har fremmet i møter eller mellom møtene, vil tas med, enten i selve diskusjonene i rapporten eller som vedlegg.

Rapportene skal leveres 20. juni, og hele juni er derfor satt av til rapportskrivning. Neste (og siste) møte med prosjektgruppa blir onsdag 25. mai.

Pettersen vil være den primære kontaktpersonen fra prosjektledergruppa til prosjektgruppa.

### 3. Aktuelle problemstillinger som ble presentert og diskutert

Overheads som ble brukt i forbindelse med diskusjonene er vedlagt referatet.

#### Skala

Tor Helge Dokka presenterte arbeidsgruppas tanker rundt forslag til skala A-G, der C er forskriftsnivå. Algoritmen som er benyttet er noe forskjellig fra forslaget i CEN-standarden "Energy performance of buildings – Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings", TC 89/WG4" siden det synes som om forslaget i denne standarden er særlig brukbart for Norge. Som

utgangspunkt er det så langt det har vært mulig å ta utgangspunkt i forslaget til nye forskriftskrav og energistatistikk for ulike bygningstyper. For småhus forligger lite energistatistikk, og arbeidsgruppen vil derfor ha en noe annen fremgangsmåte for denne bygningstypen. Der vil en vurdere å bruke tidligere forskriftskrav til å fastsette de ulike nivåene. Kort oppsummert er A-klassen 50 % lavere enn forskriftsnivå.

Fordelen med en skala som presenteres som en %-modell i forhold for eksempel forskriftskravet er at den vil være enkelt å oppdatere når forskriftskravet endres.

#### Oppgradering av skalaen

I tilknytning til fremtidige endringer av forskriftsnivået vil det trolig også være behov for å justere skalaen også. Are Rødsjø fremmet forslaget om å etablere en skala som kunne ivareta slike endringer ved at nivåene ble lagt uavhengig av forskriftsnivået. A-nivået kan dermed legges såpass strengt at en har noe å strekke seg etter også i fremtiden. Dette innebærer at forskriftsnivået 2006 ikke vil kunne legges på C (eller D)-nivået, men på et nivå som er lengre ned på skalaen. En vil med en slik løsning da trolig måtte utvide skalaen til ”en bokstav lengre ut i alfabetet” for å få med seg hele spekteret. Dette vil ikke være i tråd med de anbefalinger som gis i CEN-standarden. Videre er det usikkert hvordan dette vil slå ut markedsmessig siden det vil være svært vanskelig med dagens teknologi og oppnå det som foreslås som ”beste nivå i fremtiden”

Alternativet vil være at man for eksempel angir årstallet som klassen relateres til, noe som prosjektledergruppa trolig vil fremme forslag om.

#### Krav til tetthetsmåling av klasse A

Videre foreslo Ida Bryn om at en bør vurdere å kreve tetthetsmåling av bygg som eventuelt skal klassifiseres i klasse A. Dette forslaget vil prosjektledergruppa ta med seg i videre arbeid.

Prosjektledergruppa vil fortsette arbeidet om å utvikle en hensiktsmessig skala, både når det gjelder A-nivået og de øvrige nivåene (blant annet hvor forskriftsnivået bør legges).

#### Aktuelle standarder

THD fremla en oversikt over aktuelle standarder og forslag til standarder som er under utarbeidelse. Thor Lexow vil sende de mest aktuelle standarder til prosjektgruppa. For øvrig kan alle i prosjektgruppa hente foreliggende forslag fra Standard Norges hjemmesider.

#### Forslag til nye forskriftskrav

BE har sendt forslag til høringsbrev om nye forskriftskrav til departementet. Disse skal etter planen offentliggjøres 9. mai, men mulig det blir noe forsinkelser.

#### Klima og energimerking

Konsekvensene og argumentene for to hovedalternativer for hvordan klimaet skal håndteres i merkeordningen ble presentert og diskutert.

Alternativ 1: Samme klimadata for energimerkenivået og energiberegningene

Alternativ 2: Reelle klimadata legges til grunn for energimerkingen

Prosjektledergruppa anbefaler å ta i bruk alternativ 1 noe som det syntes å være enighet om hos prosjektgruppa

#### Utforming av energimerket - energikilder

To alternativer ble fremlagt og diskutert.

Alternativ 1:

- ✓ Hovedmerke: Vektet tilført energi (dvs. både tatt hensyn til energibehov og energikilde)
- ✓ Sekundærmerke: Spesifikk varmetap (dvs. bygningskropp inkludert ventilasjon)

Vektet tilført energi er basert på totalt netto energibehov beregnet utfra normalisert brukeradferd, energisystemet inkludert virkningsgrader, samt energikilden og de (miljø)egenskapene som energikilden har. (En detaljert presentasjon ble gjennomgått av Tore Wigenstad – som også er vedlagt referatet)

Alternativ 2:

- ✓ Hovedmerke: Totalt netto energibehov (energibehovet uten energikilde)
- ✓ Sekundærmerke: Spesifikk varmetap
- ✓ I tillegg nøytral informasjon om oppvarmingssystem inkl. energikilde

Alternativ 1 ivaretar alle forhold i tilknytning til energibruken i bygninger, dvs. både de passive byggetekniske løsningene og energisystemet. Alternativet gir mulighet til å ”premiere” de bygninger som har installert et miljøvennlig energiforsyningssystem.

Alternativ 2 kan synes om noe enklere, i alle fall for myndighetene siden man trenger ikke å ta stilling til politisk vanskelige forhold som energikilder. Dette alternativet er ikke i tråd med intensjonene til EU-direktivet og man premierer ikke i forhold til bruk av nye fornybare energikilder og fjernvarme. Det ble presisert at med dette alternativet vil man til en viss grad foreta teknisk bytte mellom installasjoner og mer passive løsninger, men siden levetida til merket er begrenset vil dette trolig ikke være en drivende kraft for et slikt bytte.

I begge alternativene er de passive løsningene i form av spesifikk varmetap synliggjort, men beskrivelsen av de passive løsningene må betegnes på en mer ”brukervennlig” måte enn spesifikk varmetap som foreløpig er brukt som arbeidsbeskrivelse.

Forhold som må diskuteres i rapporten er hvordan forholde seg til ulike bruksområder i et bygg. . Prosjektledergruppen vil primært fortsette arbeidet med alternativ 1 siden det ikke kom sterke motforstillinger på hvilket alternativ som foretrekkes. Ved å fortsette arbeidet med alternativ 1, dekker man også for en stor del også alternativ 2.

#### Innholdsfortegnelse

Utkast til innholdsfortegnelse ble presentert, men ikke gjennomgått.

## **4. Tilgang på dokumenter**

Prosjektledergruppen har etablert et prosjekthotell som deltakerne i prosjektgruppen har fått tilgang til. I dette ”hotellet” vil de fleste arbeidsdokumenter fortløpende bli lagt, men det forutsettes ikke at prosjektdeltakerne uoppfordret skal lese disse dokumentene.

Når det er dokumenter vi ønsker tilbakemelding på, vil disse primært sendt ut på e-post, eller det gis beskjed om at dokumentene ligger på hotellet.

## **5. Neste møte**

Neste møte er satt til onsdag 25. mai kl. 11.00 – 16.00.

## Vedlegg 3 Møtereferat møte 2

### Møte 2

### Referat

---

Sted:	NVE
Dato:	25. mai 2005
Kl. fra-til:	11.45-16.00
Innkalte:	Are Rødsjø (Husbanken), Birger Bergersen (NVE), Brita Dagestad (BE), Dag Rune Stensaas - Anne G. Lien stilte i stedet (Enova), Ida H. Bryn (Erichsen&Horgen), Mats Eriksson (BNL), Olav Nyhus (Forbrukerrådet), Ole Martin Moe (Thongruppen); Terje Flygind (Statsbygg), Thor Lexow (Standard Norge), Tor Helge Dokka; Tore Wigenstad, Lars Myhre, Olav ... (NVE)
Møteleder:	Trine Dyrstad Pettersen
Referent:	Trine Dyrstad Pettersen
Fravær:	Are Rødsjø, Dag Rune Stensaas, Mats Eriksson, Olav Nyhus
Kopi:	Terje Stamer Wahl (NVE)

---

Nr.	Saker	Ansvar / Dato
-----	-------	---------------

---

#### 1. Siden sist

Trine orienterte kort om arbeidet siden forrige møte

Standard Norge har nedsatt en komité for bygningsenergidirektivet. Arbeidet vil omfatte ”overvåkning” og om mulig kommentere de forslagene til standarder som omhandler direktivet i en eller annen form. I gruppa sitter flere av prosjektdeltakerne i energimerkeprosjektet. Denne komiteen vil gi eventuelle innspill til de to sentrale standardene innen utgangen av mai slik at energimerke-prosjektet kan vurdere om innspillene bør ivaretas i dette prosjektet. Disse to standardene (prEN 15203 og prEN 15217 har prosjektgruppa tidligere fått tilsendt på e-post.

Siden forrige møte har det foregått en del e-post-diskusjoner mellom en del av prosjektdeltakerne Tema for diskusjonene har spesielt vært

- ✓ skalaen – hvor ambisiøs denne bør være for nye bygg,
- ✓ målepunkter og om energi til utstyr bør inkluderes i beregning av total netto energibruk (”asset” energy)

I tillegg har arbeidsgruppen jobbet videre med blant annet underbygge vektingsfaktorene, ny vurdering av skalaen både mht. nye bygg og eksisterende bygg, i tillegg til andre forhold som skal inn i rapporten.

På spørsmål fra Birger kunne Trine forsikre om at også andre forhold enn det som blir diskutert i prosjektmøtene som har betydning for NVEs forskriftsarbeid blir ivaretatt.

#### 2. Vektingsfaktorer

Vektingsfaktorene fra ”Energimerking av nye boliger – hovedprosjektrapporten” er siden forrige møte vurdert på nytt, både med bakgrunn i CO2-utslipp og samfunnsmessige kostnader for miljøbelastning. Som følge av dette arbeidet er det gjort noen små endringer av vektingsfaktorene i forhold til det tidligere utkastet. Arbeidsgruppen mener at de nye faktorene nå kan forsvares ut fra et tilstrekkelig vitenskapelig grunnlag, selv om en i en del vurderinger har måtte gjøre noen valg.

Kommentarer/diskusjoner rundt temaet:  
Bør vurdere å bruke SFTs pris på CO<sub>2</sub>?

Vil den lave vektingsfaktoren for bio gi uheldige utslag for bynære strøk? Siden arbeidsgruppa vil anbefale at kun ”brukeruavhengige” bioanlegg kan tillegges den angitte bio-vektingsfaktoren. Vanlige vedovner o.l. som er brorparten av bioanleggene ikke vil derfor ikke inkluderes inn under denne vektingsfaktoren. Når man så tar hensyn til virkningsgraden til kjelen og systemvirkningsgraden for distribusjonsanlegget vil det totale bidraget fra bio være betydelig høyere enn kun vektingsfaktoren, i alle fall for eksisterende anlegg.

Det ble videre diskutert hvilke faktorer som skal brukes i utarbeidelsen av selve energiattesten. Her vil nok arbeidsgruppen foreslå at man angir konservative dummy-verdier for ulike systemer, men dersom man kan dokumentere bedre verdier enn det som er antatt, kan disse brukes. Utarbeidelse av dummy-verdier for alle tenkelige alternativer og kombinasjoner vil trolig måtte inngå i et prosjekt utenfor dette energimerkeprosjektet.

### 3. Målepunkter og Sankey-diagram

Et forenklet Sankey-diagram ble presentert, der arbeidsgruppen mener at det vil være mest riktig å inkludere energi til utstyr i motsetning til utkastet til CEN-standard for ”asset” rating. Prosjektgruppen syntes for det meste å være enig i dette, og Norge vil trolig gi dette innspillet til CEN-komiteen.

I forbindelse med denne diskusjonen kom man inn på NS 3031 som inneholder input-verdier til normerte energiberegninger mens algoritmene er mer eller mindre erstattet av andre standarder. Allerede i dag ser vi at blant annet energiberegninger på lavenergibygg baseres på andre input-verdier enn det er ligger i NS 3031, til tross for at standarden fortsatt til dels er gyldig. NS 3031 bør derfor så raskt som mulig erstattes med et alternativ som inneholder de nødvendige inndata som skal brukes i dagens og fremtidige energiberegninger. (Og om mulig ha en overgangsordning mens TEK kan brukes).

### 4. Energibruk i boliger, inkl. varmetapsfaktorer

Siden energistatistikken for boliger er mangelfull har arbeidsgruppen valgt å bruke en mer teoretisk fremgangsmåte til å utvikle skalaen. Basert på en modifisert utgave av tidligere utviklet boligstatistikkmodell av Lars, presenterte han en normert total netto energibruk, vektet tilført energibruk og spesifikk varmetapsfaktor for hele boligmassen som et grunnlag for å vurdere hvordan forslaget til skala vil falle ut for boligmassen.

Både CEN-forslaget og arbeidsgruppens forslag ble presentert i forhold til beregnede normert energibruk for boligmassen.

5. Skala for vektet tilført energi (og varmetapsfaktoren) for alle bygningskategorier

På bakgrunn av boligmasse-modellen har arbeidsgruppen modifisert forslaget til skalaen for å favne over hele spekteret av bygningsmassen, fra de gamle uisolerte boligene til dagens og morgendagens teknologi.

Skalaen i CEN-forslaget er nå for en stor del benyttet for eksisterende bygningsmasse, mens for nye bygg er det noe avvik. Kort fortalt kan A-nivået beskrives som 50 % av forskriftsnivået, og G-nivået 200 % i forhold til forskriftsnivået. Samme algoritme kan brukes for alle bygningskategorier og spesifikk varmetapsfaktor. Arbeidsgruppen ser også for seg at samme algoritme kan brukes ved endringer av forskriftskrav i fremtiden.

### 6. Aktuelle tiltakspakker for å oppnå B- og A-nivå

Som en øvelse for å se om de foreslåtte B- og A-nivåene er akseptable i forhold til ambisjonsnivået, ble aktuelle tiltakspakker presentert. B-nivået kan fullt mulig oppnås kun med passive løsninger der netto

energibruk er det samme som vektet tilført energibruk (dvs. med elektrisk eller olje oppvarming) Dette nivået er omtrent det mange boligprodusenter allerede i dag sikter seg inn på med sine lavenergiløsninger.

A-nivået kan oppnås med passivhus-standard og energikilder som solfanger, bio, fjernvarme o.l. (Alle alternativer er ikke sjekket enda). Allerede ser man at det planlegges mange bygninger som kommer inn under dem foreslåtte A-nivået på 75 kWh/m<sup>2</sup> (og godt under det også). Arbeidsgruppa mener også at dette vil være et nivå som er riktig å legge seg på også hvis man ser 10 år fremover i tiden (dvs. frem til neste revidering av forskriftskrav).

Spørsmål/kommentarer fra prosjektgruppa:

Anne: Synes som om A-nivået er for strengt, og at kun noen svært få % av andelen nybygg vil oppnå denne klassen. Bør gjennomføre en markedsundersøkelse for å få en indikasjon på om dette er det riktige nivået å legge seg på.

Arbeidsgruppen kan allerede i dag henvise til mange prosjekter som planlegges ut fra dette nivået, der utbyggerne mener at det vil være markedsmessig riktig å gå for dette nivået. Husbanken har tidligere også signalisert samme trend.

Ida: Redusert eiendomsskatt vil være et fornuftig tiltak for å fremme økt antall A-bygg.

Birger?? (eller var det noen andre): Enova virkemiddelapparat bør knyttes direkte opp mot A- og B-klassene

Eksisterende bygg: Bør være realistiske hopp mht. aktuelle tiltak. Arbeidsgruppen vil se nærmere på dette.

## **7. Gjennomføring av energimerkingen**

Tanker rundt den praktiske gjennomføringen der arbeidsgruppen forutsetter at det utarbeides et spesialtilpasset beregningsverktøy til bruk for energimerkingen.

Verktøyet bør da inkludere en del dummyverdier som kan korrigeres dersom en kan dokumentere mer riktige verdier. Enkelte verdier kan ikke korrigeres.

Spørsmål/kommentarer fra prosjektgruppa:

Terje: Hvordan klassifiserer man når man kan velge mellom flere energikilder. Arbeidsgruppen vil foreslå at man klassifiserer ut fra "beste" energikilde (under forutsetning at denne kan dekke hele behovet). Ved flere energikilder samtidig, klassifiseres det ut fra andelen som de ulike kildene benyttes.

Dokumentasjon/etterprøving, etterprøving av eksempelvis tetthetsmåling av A- og B-bygg bør kunne dekkes av myndighetene?

Videre vil arbeidsgruppa komme med anbefalinger hvordan man skal håndtere flere bruksområder i samme bygget.

## Eventuelt

- ✓ Skriftlige kommentarer fra prosjektdeltakerne er ønskelig, både på forhold som ble diskutert på møtet, og andre forhold som kan ha interesse for arbeidet.
- ✓ Fremdriftsplan for rapportskriving vil fremlegges prosjektgruppa der vi angir når prosjektgruppa kan forvente å få tilsendt utkast til rapport for evt. kommentarer
- ✓ Arbeidsnotater ligger på E-Room for ”spesielt interesserte”
- ✓ Mulighet for noen dagers utsettelse av innlevering for at prosjektgruppa skal få tid til å kommentere utkast til rapport
- ✓ Ida sender utkastet til rapport fra prosjektet som omhandler inspeksjonsordninger for kjøleanlegg til Trine

I tillegg til referatet sendes alle presentasjoner fra møtet.