

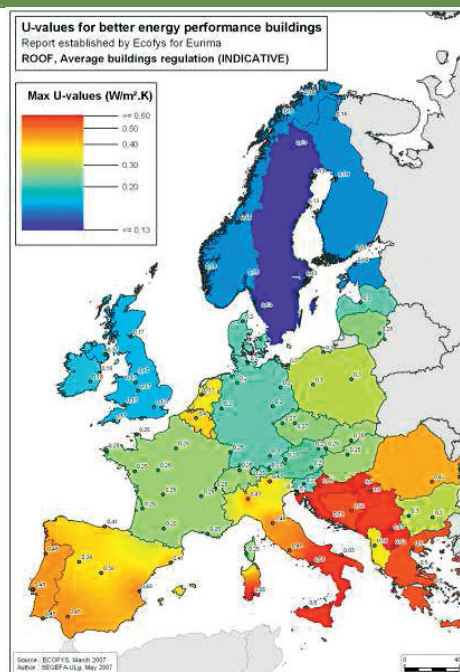
PETER G. SCHILD, MICHAEL KLINSKI OG CATHERINE GRINI

# Sammenlikning og analyse av krav til energieffektivitet i bygninger i Norden og Europa

(Comparison and Analysis of Energy Performance Requirements in Buildings in the Nordic Countries and Europe)

Prosjektrapport 55

2010



SINTEF Byggforsk

Peter G. Schild, Michael Klinski og Catherine Grini

# **Sammenlikning og analyse av krav til energieffektivisering i bygg i Norden og Europa**

(Comparison and Analysis of Energy Performance Requirements in  
Buildings in the Nordic Countries and Europe)

Prosjektrapport 55 – 2010

Prosjektrapport nr. 55

Peter G. Schild, Michael Klinski og Catherine Grini

**Sammenlikning og analyse av krav til energieffektivisering i bygg i Norden og Europa**

(Comparison and Analysis of Energy Performance Requirements in Buildings in the Nordic Countries and Europe)

Emneord:

Energi, teknisk forskrift, forskriftskrav

Keywords in English:

Energy, Building regulations

Prosjektnummer: 3B0336

Illustrasjoner, omslag:

Venstre: Northeast Energy Efficiency Partnerships ([www.neep.org](http://www.neep.org))

Høyre: © Studie utført av Ecofys for EURIMA. Se referanse [1]

ISSN 1504-6958

ISBN 978-82-536-1146-4 (pdf)

ISBN 978-82-536-1157-0 (trykt)

50 eks. trykt av AIT AS e-dit

Innmat: 100 g munken polar

Omslag: 240 g trucard

© Copyright SINTEF Byggforsk 2010

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF Byggforsk er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Adr.: Forskningsveien 3 B  
Postboks 124 Blindern  
0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 55

Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08

[www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)



# INNHOOLD

	Side
<b>1 Forord .....</b>	<b>4</b>
<b>2 English summary.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Norsk sammendrag.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Bakgrunn for studien .....</b>	<b>8</b>
4.1 EU-direktivene.....	8
4.2 Klimasoner .....	11

## DEL 1 – Krav, kontrollordninger og andre tiltak

<b>5 Implementering av EPBD og RES i de respektive land: Status og beskrivelse .....</b>	<b>13</b>
5.1 Lovgivning .....	13
5.2 Krav til energieffektivitet.....	13
5.3 Krav til energiforsyning.....	19
5.4 Nedtrappingsplaner mot nullenergihus .....	20
5.5 Krav til inneklimate .....	23
5.6 Rehabilitering .....	23
5.7 Energimerkeordning .....	24
5.8 Nasjonale og internasjonale standarder.....	26
5.9 Konklusjoner i de siterte studiene .....	26
<b>6 Andre nasjonale tiltak og insentiver .....</b>	<b>27</b>
6.1 Finansierungsordninger.....	27
6.2 Eiendomsstruktur .....	28

## DEL 2 – Sammenlikningsstudier

<b>7 Introduksjon .....</b>	<b>30</b>
<b>8 Studie 1: ECOFYS / IEA kostnadsoptimale U-verdier .....</b>	<b>32</b>
8.1 Bakgrunn og metode.....	32
8.2 Resultater.....	34
<b>9 Studie 2: ASIEPI.....</b>	<b>39</b>
9.1 Introduksjon.....	39
9.2 Beskrivelse av referansebygningene .....	39
9.3 Resultater.....	40
9.4 Konklusjoner .....	45
<b>10 Studie 3: Building Research Establishment, Scotland .....</b>	<b>46</b>
10.1 Introduksjon.....	46
10.2 Arbeidsgang .....	46
10.3 Bygningstype 1: Enebolig .....	46
10.4 Bygningstype 2: Kontorbygg.....	48
10.5 Konklusjoner.....	49
<b>11 Studie 4: Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Tyskland .....</b>	<b>50</b>
11.1 Metode .....	50
11.2 Resultater.....	52

<b>Referanser .....</b>	<b>60</b>
-------------------------	-----------

<b>Definisjoner.....</b>	<b>64</b>
--------------------------	-----------

## 1 FORORD

Denne prosjektrapporten er resultatet av et utredningsarbeid som SINTEF Byggforsk har utført for Kommunal- og regionaldepartementet (KRD), nærmere bestemt anbudsnr. 09/2668.

Prosjektleder og hovedforfatter ved SINTEF Byggforsk har vært Peter G. Schild. Michael Klinski og Catherine Grini har utført energiberegninger og vært medforfattere. Prosjektnummer ved SINTEF Byggforsk var 3B0336.

Byggeforskriftene i EU og EØS har vært i rask endring i forbindelse med direktivet om bygningers energiytelse (EPBD) og fornybardirektivet (RES). Ytterligere justeringer av energikrav og metoder for implementering, må påberegnes i de fleste land. Opplysningene i denne rapporten gir derfor bare et øyeblikksbilde av situasjonen per mars 2010.

Oslo, juli 2010

Kim Robert Lisø  
Forskningsjef

Peter G. Schild  
Prosjektleder

## 2 ENGLISH SUMMARY

### Background

This report provides an overview and evaluation of building regulations and other measures related to energy performance (EP) in selected European countries. Particular attention is given to implementation of the Directive 2002/91/EC on Energy Performance of Buildings (EPBD), and Directive 2009/28/EC on renewable sources (RES). This information will help Norwegian authorities who are presently considering how best to improve EP of the building stock and achieve a higher share of renewable energy, both of which are principal goals of EPBD Recast.

PART 1 of this report describes:

- how regulations for EP and energy labeling are structured in each country,
- the specific requirements, how they are defined and controlled for new and existing buildings,
- level of ambition and plans for future tightening of the regulations in different countries, and
- financial incentives and market structures, especially related to rehabilitation.

PART 2 of this report concerns comparison of EP requirements in different countries. Building regulations in European countries have dissimilar criteria and calculation methods for EP requirements. It is therefore presently extremely difficult to compare their EP requirements in a simple manner, quantitatively and fairly. To analyze how the Norwegian building regulations compare with other countries, in terms of environmental performance, we have therefore documented and analyzed four recent comparative studies, each of which uses a different methodology. Together, these four studies cover an acceptable breadth of countries and building types.

EP legislation in the EU and EEA has changed rapidly as a result of the EPBD and RES directives. Further adjustments of the energy requirements and methods of implementation are expected in most countries. The information in this report provides only a snapshot of the situation in March 2010 (July 2010 for Norway). Some of the reported information is from 2007.

This study was commissioned by the Ministry for Local Government and Regional Development. Project manager and lead author of SINTEF Building and Infrastructure has been Peter G. Schild. Michael Klinski and Catherine Grini carried out energy calculations and have been co-authors.

### Main observations

- National standards for EP are not directly comparable. This is because countries aggregate different components in the building's total allowed energy budget (i.e. some countries ignore domestic hot water, equipment, lighting, or fans), and they control different stages of the energy chain (e.g. net energy demand, delivered energy or primary energy). This is further complicated by divergent assumptions on system efficiencies (e.g. boilers) and primary energy factors. Moreover, areas and volumes are calculated in different ways in different countries, which complicates simple comparison of requirements that are normalized in relation to floor area or facade areas, such as energy use [kWh/m<sup>2</sup> yr] or airtightness.
- Norway appears to have the tightest overall minimum requirements for U-values of individual building components in Europe, probably also the world, just ahead of Sweden. Finland has the tightest minimum requirements for windows.
- The U-values that are required to satisfy the Norwegian EP requirements appear to be close to cost-optimal, if one ignores the argument that passive-houses have significantly lower

installation costs for heating systems. Estimating cost-optimal U-values is very uncertain because it involves simplifications and unsafe conditions with respect to, for example, future energy prices and total investment costs related to different wall thicknesses. Several other countries have a different philosophy about minimum requirements (e.g. condensation avoidance) that are far from cost-optimal.

- When one accounts for climate differences between countries, a group of four countries (Netherlands, Norway, Sweden, Denmark) appear to stand out with stricter EP requirements. The requirements in Germany and Austria appear to be more moderate. However, for buildings without the use of renewable energy, balanced ventilation or compensatory measures, Germany rises to the group with the most stringent EP requirements. The fact that Germany and Austria have spearheaded passive-house development is due to other factors (financing, market structure and enthusiasts), not regulatory requirements. Very weak energy requirements have been observed in Spain, the Czech Republic and Lithuania. This report provides only a snapshot of the regulatory level that applied when the studies were conducted. Since then, several countries have announced reductions. For example, Finland, Scotland and England will tighten requirements respectively about 25%, 30% and 33% already in 2010.
- Norway has the strongest focus on robust building envelopes (i.e. long-term energy measures that reduce heating & cooling demand, such as U-values and heat recovery), as a result of limiting net energy demand [kWh/m<sup>2</sup> yr] as opposed to primary energy use. Net energy demand is independent of the energy supply system (e.g. boiler or heat pump efficiency or use of renewables). Also in Finland, Austria, Spain, and possibly Poland, have EP requirements that are independent of the supply system, but these countries have less strict requirements to, for example, minimum U-values. In the above group of four countries with the strictest EP requirements, only Norway's regulations ensure a robust efficient envelope. In Sweden, the Netherlands and Denmark, however, the performance of the building envelope can be significantly reduced when using a heat pump instead of pellets boiler.
- Most countries have discussed plans (so-called 'road maps') for incremental tightening of EP requirements up to 2020, but so far only Denmark, UK, The Netherlands and Germany have made concrete resolutions.
- Most countries appear to have implemented the RES-directive without introducing concrete limits on the fraction of energy used in a building that shall be renewable. The exceptions are Norway, Germany, Italy, UK and Slovenia
- The analysis suggests that the building regulations in Norway give a stronger incentive to build compact architecture than in other countries. This is partly because several countries have regulatory requirements that compensate for form factor (ratio of body building area and building volume). It should be pointed out that the Norwegian incentive does not apply when the simple route of compliance is used ('energy measures checklist') as opposed to EP calculations. This is a known weakness of the simplified compliance route.
- Norway has exceeded many of the minimum implementation requirements in EPBD, and is arguably already complying with many of the requirements in EPBD Recast. Just to mention a few examples: cost-efficient minimum requirements; during any renovation work, all replaced building components shall meet the latest minimum requirements such as window U-values (from 2011); inspection of ventilation systems (not only air-conditioning systems); and the centralized certification/inspection database. However, there may be a couple of contentious issues, such as the ability to conduct self-certification in Norway, primary energy factors for hydropower and district heating, and how to ensure robust building envelopes and when Norway switches to an energy indicator based on primary energy (as required in EPBD Recast). The latter issue can be resolved by tight minimum requirements for building components.

### 3 NORSK SAMMENDRAG

Det er gjort følgende observasjoner:

- Nasjonale krav til energieffektivitet er ikke direkte sammenliknbare fordi forskjellige land tar med ulike deler av bygningens totale energibudsjett (f.eks. varmtvann, utstyr, vifter), og har ulike kontrollparametre (f.eks. netto energibehov, levert energi eller primær energibehov). Videre beregnes bruksarealer på ulike måter i forskjellige land, noe som kompliserer enkel sammenlikning av tall som er normalisert i forhold til bruksareal, for eksempel varmetapstall.
- Norge har totalt sett det strengeste minstekrav til U-verdi for enkelte bygningskomponenter i Europa, trolig også verden, like foran Sverige. Finland har imidlertid det strengeste minstekrav for vinduer i næringsbygg.
- U-verdiene som er nødvendig for å tilfredsstille TEK i Norge er trolig nær kostnadsoptimale, hvis man ser bort fra resonnementet om at passivhus har betydelig lavere installasjonskostnader til oppvarmingssystemet. Estimering av kostnadsoptimale U-verdier er svært usikker fordi det innebærer forenklinger og usikre forutsetninger med hensyn til bl.a. investeringskostnader for ulike veggtykkelser og fremtidige energipriser. Flere andre land har krav som er langt fra kostnadsoptimale.
- Når man korrigerer for ulikt klima i de forskjellige land, er det en gruppe med fire land (Nederland, Norge, Sverige, Danmark) som utpeker seg med de strengeste energikrav. Til sammenlikning er kravene i Tyskland og Østerrike mer moderate. For bygg helt uten bruk av fornybar energi, balansert ventilasjon eller kompenserende tiltak rykker Tyskland derimot opp i gruppa med de strengeste krav til bygningskroppen. Det at Tyskland og Østerrike er lengst fremme med bygging av passivhus skyldes andre forhold (finansieringsordninger, markedsstruktur og ildsjeler) og ikke forskriftskrav. De aller svakeste energikrav er observert i Spania, Tsjekia, og Litauen. Denne rapporten gir bare et øyeblikksbilde av forskriftsnivået som gjaldt da sammenlikningsstudiene ble utført i 2009. Flere land har varslet innstramminger. For eksempel vil Finland, Skottland og England stramme inn kravene med hhv. ca. 25 %, 30 % og 33 % allerede i 2010.
- Nedtrappingsplaner (såkalte "roadmaps") for trinnvis innstramming av forskriftskrav frem til 2020 er på dagsorden i de fleste land, men så langt har bare Danmark, Storbritannia, Nederland og Tyskland konkrete vedtak.
- Norge har det sterkeste fokus på en robust bygningskropp (dvs. energitiltak som minsker oppvarmings- og kjølebehov), ved at TEK stiller krav til netto energibehov uavhengig av forsyningssystemet. Også i Finland, Østerrike, Spania, og trolig Polen, er energikravene uavhengig av forsyningssystemet, men disse landene har romsligere krav til bl.a. U-verdier. I den ovennevnte gruppen av fire land med de strengeste energikravene, er det bare Norge som sikrer en robust bygningskropp. I Sverige, Nederland og Danmark, derimot, er kravet til bygningskroppen betydelig redusert hvis det brukes varmepumpe i stedet for pelletkjel.
- De fleste land har implementert fornybardirektivet (RES) uten at det stilles konkrete krav til andel forbybar energi i bygninger. Unntakene er Norge, Tyskland, Italia, Storbritannia og Slovenia.
- Analysen tyder på at man i Norge har et større insentiv til å bygge kompakt arkitektur enn i andre land. Dette er på grunn av at flere land har forskriftskrav som kompenserer for formfaktor (forholdet mellom bygningskroppens areal og bygningens volum). Det bør påpekes at det norske insentivet uteblir om energitiltaksmetoden velges som dokumentasjonsmetode fremfor rammekravsberegning. Dette er en kjent svakhet med den forenklete tiltaksmetoden.



## 4 BAKGRUNN FOR STUDIEN

Målsetningen med denne utredningen er å gi en oversikt over, og evaluere, energikrav i en del europeiske land, spesielt relatert til implementering av EUs direktiv om bygningers energiytelse (EPBD) og EUs fornybardirektiv (RES), for å bidra til at norske myndigheter kan vurdere hvordan man best kan oppfylle målene om bedret energiytelse og andel fornybar energi i Norge.

Del 1 av utredningen beskriver konsist:

- hvordan regelverket for bygningers energiytelse og energimerking er oppbygd i de enkelte land
- hvilke krav som stilles
- hvilke kriterier som måles
- hvordan det måles og kontrolleres
- hvilket ambisjonsnivå som er etablert og planlagt, f.eks. nedtrappingsplaner

Det er store forskjeller i regelverkets oppbygning i de ulike land i Europa. Derfor er det ikke en enkel oppgave å sammenlikne disse på en lettvtint måte. For å analysere hvordan det norske bygningsregelverket ligger an når det gjelder ambisjonsnivå i klima- og miljøsammenheng, er det derfor dokumentert forskjellige sammenlikningsstudier i del 2 av rapporten. Vi har tatt utgangspunkt i fire ferske sammenlikningsstudier. Hver for seg dekker ikke disse studiene alle interessante land og heller ikke hele spekteret av ulike bygningstyper. I sum vil det likevel være tilstrekkelig materiale for en analyse i ønskelig bredde.

### 4.1 EU-direktivene

#### EPBD og EPBD Recast

Bygningsenergidirektivet (EPBD-direktivet) <sup>[12]</sup> er en del av EUs rammeverk for å bekjempe klimaendringene ved å redusere energiforbruket og øke energieffektiviteten i bygninger. EPBD pålegger medlemsstatene å stille energikrav, og implementere lovgivningen for å nå målene, men spesifiserer ikke hvor strenge kravene må være, og spesifiserer heller ikke hvilke tiltak som skal treffes i forbindelse med kontroll av overholdelse av kravene. Som sådan kan medlemsstatene oppfylle EPBD artikkel 4 til 6 uten å øke sine eksisterende nasjonale krav og uten å utføre noen form for kontroll. EU har vedtatt en omarbeidet EPBD i mai 2010 (EPBD Recast <sup>[19][34]</sup>). Hovedmålsetningen er konvergens av energikravene i alle medlemsland mot de land som allerede har høye og lønnsomme energikrav. Overgangsperioden vil vare i to år, og rapportere status regelmessig til EU (som en del av NEEAP). Forskjellene mellom EPBD og den nye EPBD Recast er oppsummert under:

**Tabell 1 Sammenlikning av EU direktivene EPBD og EPBD-Recast <sup>[44][34]</sup>**

	EPBD-direktivet	EPBD Recast direktivet
<b>Beregningsmetode</b>	Innføre nasjonale metoder for energiberegning (i Norge ble NS 3031 revidert)	Mer harmonisering av nasjonale beregningsmetoder og deres output, for bl.a. sikre like omfattende krav i alle land og å lette sammenlikning av forskriftskrav i ulike land
	Beregningsmetoden skal kunne uttrykke bygningens energieffektivitet med en numerisk indikator (for kontrollberegning). I Norge ble netto energibehov [kWh/m <sup>2</sup> år] valgt.	Numerisk indikator skal være kWh/m <sup>2</sup> år primær energi.
<b>Forskriftskrav</b>	Alle land skal fastsette minstekrav til energieffektivitet av bygningskroppen i nybygg. Kravene skal være strengere (dvs. >0 % strengere) enn før EPBD, og skal revideres minst hver 5 år.	Minstekrav skal ikke lenger gjelde bare bygningskroppen, men også installasjoner (ventilasjon, kjeler, kjølesystem, m.m.). Minstekravene skal være <u>kostnadsoptimale</u> , basert på en metodikk for LCC-analyse. Metodikken skal være tilgjengelig fra 2011, og vil ta hensyn til ulikt klima, bruksmønster og andre lokale forhold. Uttrykket "kostnadsoptimal" er ennå ikke klart definert.
		Nye offentlige bygninger skal være <u>tilnærmet nullenergi</u> -bygninger innen 2018. Andre nybygg skal være <u>tilnærmet nullenergi</u> innen 2020. Medlemsstater bør implementere en plan for nedtrapping med mellomstrengte krav for 2015.
	Alle land skal vurdere muligheten for fornybar energi, kogenerering (kraft-varme-produksjon), o.l. for alle nybygg over 1000 m <sup>2</sup> .	En signifikant andel av det lave energibruket i alle bygg skal innen 2020 være fra fornybar energi.
	Minstekrav til energieffektivitet for eksisterende bygninger ved hovedrehabilitering av bygninger over 1000 m <sup>2</sup> (kravene kan gjelde enten hele bygningen eller på komponentbasis).	Grensen på 1000 m <sup>2</sup> er fjernet slik at også ved hovedombygging (>25% av verdi eller fasadeareal) av småhus må man oppgradere energieffektivitet. [Tilsvarende PBL §31-2] For mindre rehabiliteringer må hver komponent som erstattes oppfylle de nye minstekravene. Land kan ikke ha støtteordninger for rehabilitering som ikke tilfredsstiller de kostnadsoptimale minstekravene. Alle land skal etablere <u>ambisiøse</u> planer for å bringe den eksisterende bygningsmassen mot tilnærmet nullenergi innen 2020. Nivået for "ambisiøs" er ennå ikke klart definert. Offentlig sektors ansvar som rollemodell styrkes: Offentlig sektor skal stimulere rehabilitering av bygninger til tilnærmet nullenergi.
<b>Energimerking</b>	Innføring av ordning for energimerking av alle bygninger. Når bygninger bygges, selges, eller leies ut, skal energimerket være tilgjengelig for eventuell kjøper/leietaker.	Energiattestens rolle skal styrkes: Energimerke skal deklarerer i annonsen når bygninger selges eller leies, ikke bare gjøres tilgjengelig ved salgstidspunkt.
		Energiattestens kvalitet skal styrkes: Alle land skal ha et sentralt register (eller regionale) over utstedte energimerker. Alle land må kvalitetssikre en signifikant andel energimerker ved stikkprøver, og sanksjoner (f.eks. bøter) må brukes ved overtredelser. Kvalifiserte eksperter må godkjennes på basis av minstekrav til kompetanse (bedre utdanning/trening).
	Offentlige bygninger skal være et godt forbilde med utstilling av energimerke og regelmessig energimerking. Alle bygninger over 1000 m <sup>2</sup> som er åpent for publikum skal ha utstilt energimerke.	Mer utvetydig og omfattende definisjon av bygninger som må utstille energimerke Grensen på 1000 m <sup>2</sup> reduseres til 500 m <sup>2</sup> i 2012 og 250 m <sup>2</sup> i 2015.
<b>Inspeksjoner</b>	Inspeksjonsordninger for kjeler: Regelmessig inspeksjon av kjeler med effekt 20~100 kW. Inspeksjon av store kjeler (>100 kW) hvert 2. år For kjeler med >20 kW som er eldre enn 15 år, skal hele varmeanlegget inspiseres. Råd om alternative løsninger som reduserer energibruk Inspeksjon av kjeler kan erstattes av informasjonskampanjer.	Rollen og kvaliteten på inspeksjoner skal forbedres. Inspeksjon av kjeler utvides til hele varmesystemer (gasskjeler med effekt 20~100 kW ikke lenger unntatt). Ved hver inspeksjon lages en rapport med anbefalinger. Inspeksjonsrapporter skal lagres i en sentral database, og det skal benyttes samme type kvalitetssikring som for energimerker. Systemer med SD-anlegg kan ha sjeldnere inspeksjoner. Ventilasjonsystemer er nå inkludert i inspeksjon av klimatiseringsanlegg (Norge gjør dette allerede).
	Inspeksjonsordninger for kjøleanlegg: Regelmessig inspeksjon av klimatiseringsanlegg med >12 kW kjøleeffekt	Alternativet til inspeksjoner (informasjonskampanjer) er nå også mulig for klimatiseringsanlegg.

### RES-direktivet

RES-direktivet <sup>[16]</sup> (Renewable Energy Sources) er en viktig del av EUs klimapakke som ble lansert i januar 2008 og vedtatt i desember 2008. Direktivet inneholder flere bindende mål:

- Andelen fornybar energi i EUs totale energiforbruk skal økes fra 8,5 % til 20 % i 2020. Økningen er fordelt mellom landene på basis av hvert lands BNP.
- Hvert medlemsland har fått et eget bindende mål. Landene med de strengeste krav er Norge (som må øke sin andel fra 60 % til ca 70~74 %), Sverige (49 %), Latvia (40 %), Finland (38 %), Østerrike (34 %) og Danmark (30 %). Tysklands og Nederlands mål er bare 18 % og 14 %.
- Hvert land kan valgfritt fordele økningen i fornybar produksjon mellom sektorene elkraft (RES-E), varmeproduksjon/kjøling (RES-H/C), og transport (RES-T). For transportsektoren skal målet være minst 10 % fra fornybare energikilder innen 2020.

Et stort antall mulige mekanismer (både finansielle, lovgivning og kompetanseheving) kan øke omfanget av RES-H/C i bygningsmassen. Direktivet krever ikke at byggeforskrifter brukes som virkemiddel, men flere land har valgt å gjøre dette. EU-IEE-prosjektet RES-H Policy ([www.res-h-policy.eu](http://www.res-h-policy.eu)) studerer aktuelle tiltak i flere Europeiske land utenom Norge <sup>[37]</sup>.

De aller fleste land forventer å nå sine mål. Det beste landet (Spania) vil overgå målet sitt med ca. 3 %, og det verste forventer å underskride målet med mindre enn 1 %. Bare seks land forventer ikke å møte målene sine: Belgia, Italia, Luxembourg og Malta, sammen med Bulgaria og Danmark, men de to sistnevnte land har ferske nasjonale initiativer med sikte på å overgå sine mål.

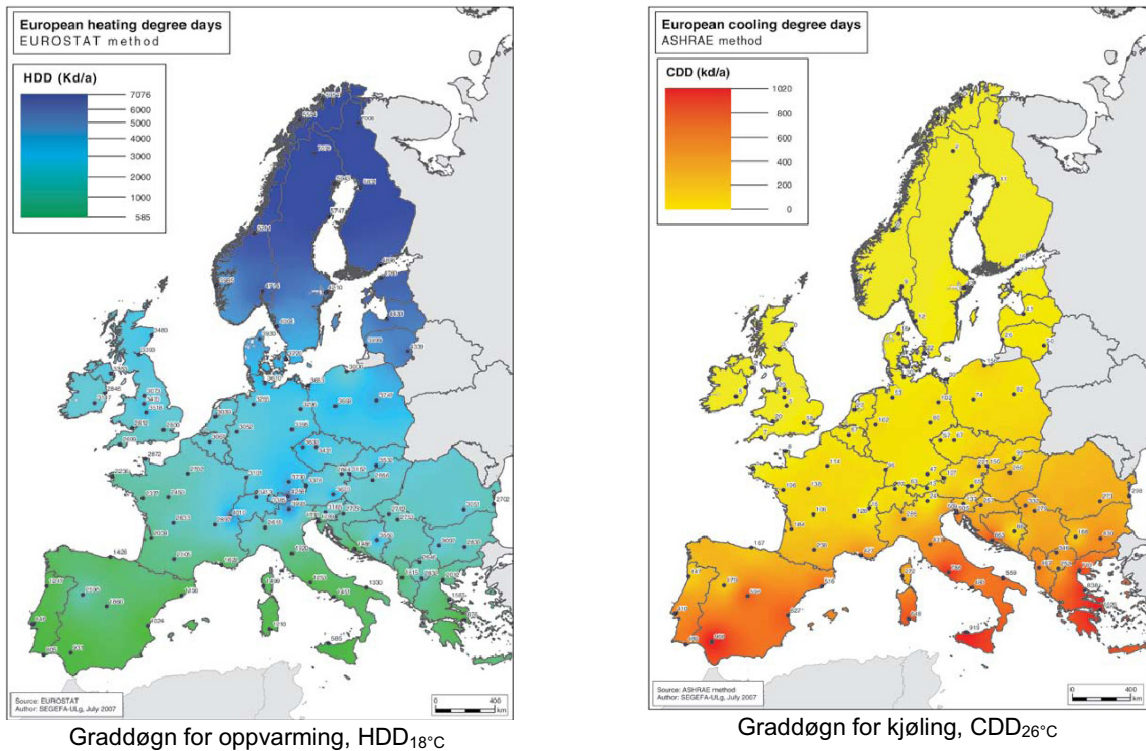
### Andre direktiver

Det finnes andre direktiver som har en stor innvirkning på energieffektivisering av bygninger. Dette inkluderer Eco-designdirektivet (EuP) <sup>[14]</sup> og Energitjenestedirektivet (ESD) <sup>[15]</sup>.

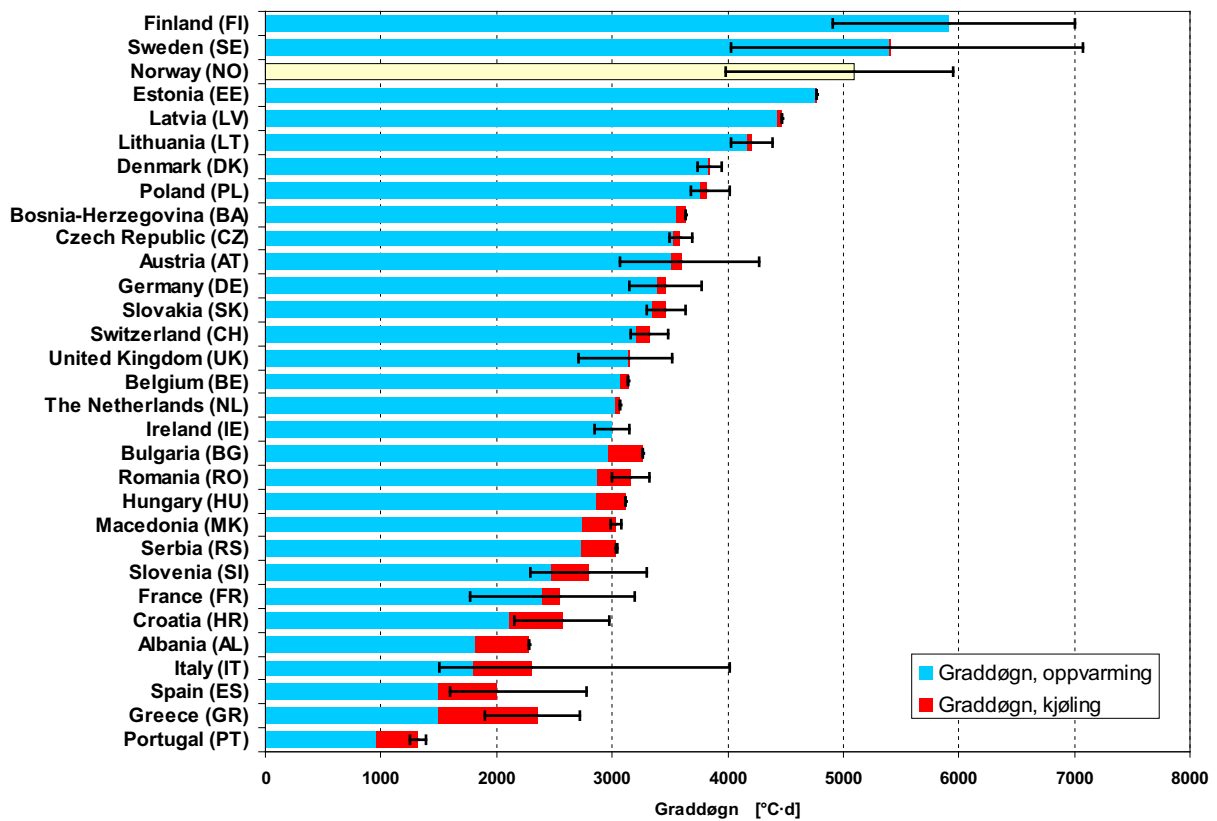
Eco-design stiller minstekrav til energieffektivitet til ulike apparater og produkter gjennom varedeklarasjon/konformitetserklæring (CE-merking). Direktivet vil påvirke svært mange produkter som installeres i bygninger, f.eks. hvitevarer, ventilasjonsutstyr, pumper, motorer og diverse elektriske apparater. Alle energikilder er dekket, spesielt elektrisitet og fast, flytende og gassformige brenslere. Kravene blir vedtatt sentralt og gjelder i alle EU-land. Et omarbeidet ('recast') og utvidet eco-designdirektiv ble vedtatt av EU høsten 2009 <sup>[17]</sup> etterfulgt i mai 2010 av et omarbeidet direktiv om energimerking <sup>[18]</sup>. Dette vil omfatte flere produkter, spesielt elektroniske apparater som TV-er, PC-er o.l.

Målet med Energitjenestedirektivet er minst 9 % reduksjon i sluttbruker energibruk i perioden 2008 til 2017 i alle land. Direktivet krever nasjonale overordnede handlingsplaner (National Energy Efficiency Action Plans, NEEAPs) hvert 3. år, bedre energitjenester og energieffektiviseringsaktiviteter. Et viktig virkemiddel er individuell energimåling og informativ fakturering.

## 4.2 Klimasoner



Figur 1 Europeisk kart som viser graddøgn for hhv. oppvarming og kjøling [1]



Figur 2 Summen av graddøgn for oppvarming og kjøling i europeiske land [1]. Tallene er gjennomsnitt for flere byer i hvert land (ikke et folketallsveid gjennomsnitt). De svarte stolpene viser hhv. byen med laveste og høyeste verdi. I følge samme kilde har Oslo HDD=4714, mens NS 3031<sup>[32]</sup> klimafilen for Oslo har HDD<sub>18</sub>=4360

# **DEL 1**

## **Krav, kontrollordninger og andre tiltak**

## 5 IMPLEMENTERING AV EPBD OG RES I DE RESPEKTIVE LAND: STATUS OG BESKRIVELSE

### 5.1 Lovgivning

I de fleste europeiske land ble det innført energirelaterte krav i lovverket så tidlig som på seksti- og syttitallet. Men bare i Tsjekkia, Danmark, Storbritannia og Nederland var det allerede på nittitallet etablert en energimerkeordning på nasjonalt nivå.

### 5.2 Krav til energieffektivitet

Referanse [25] gir en konsis og god oversikt over forskriftskravene i alle EU-land. Bare de mest interessante elementer er gjengitt her. Referanse [25] skal erstattes av en oppdatert rapport fra EU-prosjektet 'Concerted Action II' mot slutten av 2010, og som vil bli publisert på [www.buildup.eu](http://www.buildup.eu).

#### 5.2.1 Ulike typer krav til energieffektivitet

Krav til energieffektivitet er i alle land basert på en hovedindikator. Mest brukt er levert energi, etterfulgt av primærenergi og CO<sub>2</sub>-utslipp. Alle land bruker tilleggskrav til enkelte bygningskomponenter.

Krav til energieffektivitet kan stilles på ulike måter. De grunnleggende typene i Europa er:

- **Energiltak:** Metoden setter energirelaterte krav for hver bygningsdel og for hver del av installasjonene. Samtlige enkeltkomponenter skal oppfylle sine konkrete krav.
- **Omfordeling:** Som ovenfor, er kravnivåer angitt for hver bygningsdel, men en avveining kan gjøres slik at noen verdier er bedre og noen er dårligere enn kravene, uten å øke det totale energibehovet. Omfordelingen kan gjøres uten en energiberegning.
- **Referansebygning (modellbygning):** Som omfordeling, men en referansebygning som har samme form skal beregnes med disse gitte verdiene. En kontrollberegning må vise at selve bygget vil bli like god som referansebygningen. Frankrike bruker denne metoden, men vil endre praksisen om et par år fordi metoden er problematisk for næringsbygg.
- **Energiramme:** En samlet ramme fastsetter standarden for en bygnings maksimalt tillatte energibruk. En kontrollberegning må utføres for å vise at bygningen er innenfor rammen.
- **Energiytelse:** Energikrav basert på en bygnings samlede behov for energi eller fossilt brennstoff eller byggets indirekte utslipp av klimagasser, for eksempel Storbritannias krav til CO<sub>2</sub>-utslipp.

Noen land bruker en blanding av de ovennevnte modellene. En energiramme kan for eksempel kombineres med krav for installerte produkter. En annen typisk blanding er at forskriften tillater et valg mellom energiltak eller en energirammeberegning. Mange land har minstekrav som må oppfylles uansett. Minstekrav til U-verdier kan f.eks. sikre mot fuktskader, og sikrer en mer robust og energieffektiv bygningskropp som har lengre levetid enn installasjonene.

I Norge har vi både energiltak med mulighet for omfordeling (TEK §8.21a) og energiramme (TEK §8.21b), og i tillegg minstekrav for U-verdier og tetthet (TEK §8.21c) og energiforsyning (TEK §8.22).

Tabell 2 viser hvilken hovedindikator forskjellige land bruker som forskriftskrav til energieffektivitet. Tabell 3 viser hvilke energiposter som er inkludert i energibudsjettet for de forskjellige lands hovedindikator. Husholdningsel (utstyr eller belysning) inngår ikke i budsjettet

i mange land. Mange land (bortsett fra Frankrike og Norge) skiller også mellom utstyr/belysning som er fastmontert eller flyttbar (f.eks. eid av leietaker).

**Tabell 2 Type hovedindikator for energieffektivitet i forskriften, samt tilleggskrav (minstekrav) for de ulike bygningsdeler [24]**

	Hovedindikator for energieffektivitet (Forskriftskravet)						Tilleggsenergikrav på komponentnivå							
	Bygning skropp kvalitet	Netto behov	Leverte energi	Primær energi	CO <sub>2</sub>	Politisk vektet faktor	Kunstig faktor	U-valuer	Kjel	Varmt vann	Belysning	Kjøling *	Ventilasjon	Andre
FI	● <sup>1)</sup>							●					●	?
SE			●					●	●			●	●	?
NO		●						●					●	●
DK						●		●	●	●	●	●	●	●
CZ			●					●	●	●	●	●	●	
AT	●							●	●	●	●	●	●	
DE			●	●				●	●	●	●	●	●	●
UK					● <sup>2)</sup>			●	●	●	●	●	●	
BE							●					<sup>3)</sup>	●	●
NL				●										
LX	●			●				●	●	●	●	●	●	●
FR				●				●	●	●	●	●	●	●

● Gjelder alle bygningstyper

● Gjelder ikke boliger

\* For mer informasjon relatert til kjøling og termisk inn klima, se Tabell 7 (side 23)

1) Det finske forskriftskravet er varmetapstall [W/K], tilsvarende *brutto* oppvarmingsbehov

2) Bare Storbritannia og Romania bruker CO<sub>2</sub>-indikator. For boliger i Storbritannia er hovedindikatoren basert på CO<sub>2</sub>-emisjoner og energikostnader. Det er delte meninger om bruk av CO<sub>2</sub>-indikator i Storbritannia. Mange eksperter foretrekker en energiramme mer lik andre land, dvs. kWh/m<sup>2</sup> per år primærenergi.

3) Belgia: Begrensning av risiko for overtemperatur (bare i boliger)

**Tabell 3 Energipostene som er omfattet av hovedindikatoren for energieffektivitet <sup>[2]</sup>**

	Interne laster			Oppvarming		Varmtvann		Kjøling	
	Vifter	Utstyr	Belysning	Netto oppvarmingsbehov	Systemvirkningsgrad for oppvarming	Netto varmtvannbehov	Systemvirkningsgrad for varmtvann	Netto kjølebehov <sup>2)</sup>	Systemvirkningsgrad for kjøling
FI				1)					
SE	● <sup>5)</sup>	†		●	●	●	●	● <sup>5)</sup>	● <sup>5)</sup>
NO	●	● *	● <sup>4)</sup>	●		● *		●	
DK	●	†	●	●	●	●	●	● <sup>3)</sup>	●
PL	?	†	●	●	●	●	●	●	●
CZ	●	†	●	●	●	●	●	●	●
DE	●	†		●	●	●	●	●	●
BE	●	?	●	●	●	● *	●	● <sup>3)</sup>	●
NL	●	†	● *	●	●	●	●	● <sup>3)</sup>	●
FR	●	†	●	●	● **	●	●	●	● **
IT		†		●	●				
ES		†		●			●	●	

\* Fast verdi, og inkludert i energibudsjet

† Fast verdi som varmetilskudd i energiberegning, men ikke inkludert i energibudsjet

\*\*Delvis fast verdi

1) Det finske forskriftskravet er varmetapstall [W/K], tilsvarende *brutto* oppvarmingsbehov

2) For de fleste land er kjøling bare inkludert i energibudsjettet hvis et kjølesystem er installert. Unntak: Danmark

3) Selv om det ikke er planlagt installasjon av et kjølesystem, blir nødvendig (fiktiv) kjøleenergi beregnet ut i fra romtemperaturer og lagt til det totale energibudsjettet. F.eks. i Danmark antas det at romtemperaturer over 26°C vil bli fjernet av elektrisk kjøling i beregningen. Se også side 23.

4) Norge: belysning er en delvis fast verdi. NS 3031 Tillegg A gir standardverdier som kan brukes uten dokumentasjon. For belysning med automatisk behovsstyring/dimming kan man benytte lavere effekt dersom det er dokumentert med beregninger, eller bare 20 % lavere effekt dersom besparelsen ikke er dokumentert med beregninger.

5) Svenske energiposter inkluderer bl.a. eiendomsdrift (*fastighetsdrift*) og komfortkjøling (denne multipliseres med 3 hvis det gjelder elektrisitet).

## 5.2.2 Forskriftsnivå, minstekrav og energiltak

### *U-verdier*

Tabell 4, som er utarbeidet av EURIMA <sup>[23]</sup>, sammenlikner krav til U-verdier i 31 europeiske land. For land som ikke har eksplisitte krav til U-verdier, har EURIMA rapportert U-verdiene som ble brukt som bakgrunn for forskriftskravene til energieffektivitet, eller de har beregnet ekvivalente U-verdier for at typiske bygninger i landet skal oppfylle forskriftskravet. I noen land er U-verdikravene avhengig av bl.a. type eller alder av bygningen. For disse land er de laveste og høyeste ekstremverdiene rapportert i Tabell 4 som hhv. forskriftskrav og minstekrav. I land hvor krav til U-verdi er avhengig av klimasone, er det rapportert to tall koblet med bindestrek, for å vise spennet mellom varmeste og kaldeste klimasone.



**Tabell 4 Forskriftsnivå for U-verdier i ulike land per april 2007, både minstekrav (som bør være kostnadseffektiv) og forskriftsnivå (som bør være kostnadsoptimal) [23]**

	Forskriftsnivå				Minstekrav			
	vegg	tak	gulv	vindu	vegg	tak	gulv	vindu
Sweden (SE)	0,18	0,13	0,15	1,2	0,18	0,13	0,15	
Norway (NO), 2010	0,18	0,13	0,15	1,2	0,22	0,18	0,18	1,6
Estonia (EE)	0,25	0,16	0,25		0,25	0,16	0,25	
Finland (FI)	0,25	0,16	0,25	1,0	0,25	0,16	0,25	1,8
United Kingdom (GB)	0,25	0,13	0,2	1,6	0,35	0,2	0,25	
Denmark (DK)	0,2	0,15	0,12		0,4	0,25	0,3	
Switzerland (CH)	0,2	0,2	0,2		0,3	0,3	0,3	
Latvia (LV)	0,25	0,2	0,25		0,4	0,2	0,25	
Ireland (IE)	0,27	0,16	0,25		0,37	0,25	0,37	
France (FR)	0,36-0,4	0,2-0,25	0,27-0,36	1,8	0,36-0,4	0,2-0,25	0,27-0,36	2,6
Germany (DE)	0,3	0,2	0,4		0,3	0,2	0,4	
Slovenia (SI)	0,15	0,15	0,25		0,6	0,25	0,45	1,3
Slovakia (SK)	0,32	0,2	0,25		0,46	0,3	0,35	
Czech Republic (CZ)	0,3	0,24	0,3		0,38	0,3	0,45	
Lithuania (LT)	0,2	0,16	0,25		0,5	0,4	0,5	
Austria (AT)	0,35	0,2	0,35		0,5	0,25	0,4	
The Netherlands (NL)	0,37	0,37	0,37		0,37	0,37	0,37	
Hungary (HU)	0,45	0,25	0,5		0,45	0,25	0,5	1,6
Poland (PL)	0,3	0,3	0,6		0,5	0,3	0,6	
Bulgaria (BG)	0,5	0,3	0,5		0,5	0,3	0,5	
Albania (AL)	0,53	0,38	0,59		0,53	0,38	0,59	
Italy (IT)	0,46-0,64	0,43-0,6	0,43-0,6	2-4,6	0,46-0,64	0,43-0,6	0,43-0,6	
Portugal (PT)	0,5	0,4	-		0,7	0,5	-	
Spain (ES)	0,66-0,82	0,38-0,45	0,66-0,82		0,66-0,82	0,38-0,45	0,66-0,82	
Greece (GR)	0,7	0,5	0,7-1,9		0,7	0,5	0,7-1,9	
Romania (RO)	0,7	0,33	0,6		0,83	0,5	0,91	
Bosnia-Herzegovina (BA)	0,8	0,55	0,65		0,8	0,55	0,65	
Belgium (BE)	0,6	0,4	0,9	2,5	0,6	0,4	1,2	
Macedonia (MK)	0,9	0,6	0,75		0,9	0,65	0,75	
Serbia (RS)	0,9	0,65	0,75		0,9	0,65	0,75	
Croatia (HR)	0,9-1,2	0,65-0,75	0,75-0,9		0,9-1,2	0,65-0,75	0,75-0,9	

### Ventilasjonssystem

Det er i praksis et krav til varmegjenvinning i Finland (nivå 45 %<sup>1</sup>), Sverige (50 %), og Slovenia (65/75 %). I Norge, Nederland, Tyskland og Østerrike er det ikke et eksplisitt krav til balansert ventilasjon, men varmegjenvinning er likevel vanlig på grunn av strenge rammekrav. I Nederland er det vanlig med boligventilasjonsaggregater med en temperaturvirkningsgrad på 90 % (målt etter tilluftsviften), men slike aggregater kan fryse igjen under norske vinterforhold.

Mange land (NO, DE, SL, FI) har en begrensning på spesifikk vifteeffekt (SFP) som energitiltak. Forskriftsnivået i et utvalg land er listet under [38]:

- UK (2010): Avtrekksystemer  $SFP \leq 0,6 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . Balansert ventilasjon med varmegjenvinning:  $SFP \leq 1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . SFP ved 25% av prosjektert luftmengde skal ikke være større enn SFP ved 100%. Det er en egen begrensning for fan coil systemer:  $SFP_{FCU} \leq 0,6 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ .  $SFP_i \leq 0,2 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$  for romventilatorer (f.eks. vifter i veggen).

<sup>1</sup> Det finske kravet er at 45 % av varmebehovet til oppvarming av ventilasjonsluften må dekkes av gjenvunnet varme. Dette er et systemvirkningsgrad og tar hensyn til energibruk til avriming.

- Finland (2007): Maks. 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s) for vanlige systemer.
- Sverige (2006): For ventilasjonssystemer med luftmengde over 0,2 m<sup>3</sup>/s: Balansert med varmegjenvinning 2,0 kW/(m<sup>3</sup>/s); Balansert uten varmegjenvinning 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s), Avtrekksventilasjon med varmegjenvinning 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s), Avtrekk uten varmegjenvinning 0,6 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- Norge (2007 & 2010): Maks. 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s) for boliger. Andre bygninger maks. 2 kW/(m<sup>3</sup>/s) i brukstid, ellers 1 kW/(m<sup>3</sup>/s) f.eks. om natten/helgen.

Mange land har minstekrav for lufttetthet på ventilasjonskanaler (FI, UK, SL, SE, DK). Dette gjelder ikke Norge [57]. Dessuten er trykkmåling av ventilasjonskanaler vanlig i hele Norden bortsett fra Norge, hvor praksisen var vanlig frem til ca. 15 år siden. Norge bør vurdere å gjeninnføre denne praksisen ved å innføre tydelig tekst i NS 3420 tilsvarende teksten i VVS AMA i Sverige [57].

### Lufttetthet

Mange land (ikke HU eller FI) har minstekrav til lufttetthet av bygningskroppen. Kravene varierer sterkt (Tabell 5). Norge har ikke de strengeste minstekravene. Alle land tar hensyn til lufttetthet i energiberegningene for kontroll mot forskriftskravet (I Finland anbefales det eksempelvis et lekkasjetall på  $n_{50} \leq 1 \text{ h}^{-1}$ ). I alle land med minstekrav til lufttetthet er det ikke krav til kontrollmåling bortsett fra i Storbritannia (hvor det fra 2010 skal være nye regler for kontrollmåling, f.eks. i boligfelt). Men i Tyskland, Danmark og Norge er kontrollmåling nødvendig i noen tilfeller. I Danmark er slike tester normalt valgfrie, men kan være påkrevd av bygningsmyndighetene. I Tyskland må lekkasjemålinger gjøres for å utstede energimerke for nybygg med mekanisk ventilasjon. I Norge er lekkasjemålinger bare nødvendig for å oppnå klasse A energimerke for nybygg. For mer informasjon om krav i forskjellige land, se [64]-[74].

**Tabell 5 Minstekrav til lekkasjetall (målt ved 50 Pa trykkforskjell) i noen land [67]**

	Naturlig ventilasjon	Mekanisk ventilasjon
<b>NO</b>	3,0 h <sup>-1</sup>	
<b>UK</b>	10 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> <sub>gulv</sub> for bygninger over 500 m <sup>2</sup>	
<b>DK</b>	5.4 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> <sub>gulv</sub>	
<b>DE</b>	3,0 h <sup>-1</sup> eller 7.8 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> <sub>gulv</sub>	1,5 h <sup>-1</sup> eller 3.9 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> <sub>gulv</sub>
	3.0 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> <sub>fasade</sub>	
<b>CZ</b>	4,5 h <sup>-1</sup>	med varmegjenvinning: 1,0 h <sup>-1</sup> uten varmegjenvinning: 1,5 h <sup>-1</sup>
<b>NL</b>	boliger: 200 /s (ved 10 Pa), næringsbygg: 200 /s per 500 m <sup>3</sup> (ved 10 Pa)	

### Kuldebroer

Nesten alle land tar hensyn til kuldebroer i sine forskrifter for nybygg, med ulike tilnærminger, minstekrav og kontrollordninger. Noen færre land har krav når det gjelder rehabilitering. For detaljert informasjon, se [53], [60] og [62].

I Danmark må man, i tillegg til å oppfylle rammekravet, også tilfredsstillte grenseverdier for alle kuldebroer på maksimalt  $\Psi_{\max}=0,06 \text{ W/mK}$  rundt vinduer og  $\Psi_{\max}=0,40 \text{ W/mK}$  rundt grunnmuren/gulv-på-grunn. For tilbygg gjelder noe strengere grenseverdier på maksimalt  $\Psi_{\max}=0,03 \text{ W/mK}$  rundt vinduer og  $\Psi_{\max}=0,40 \text{ W/mK}$  rundt grunnmur. Frankrike har også grenseverdier på  $\Psi_{\max}=0,65 \text{ W/mK}$  for boliger,  $\Psi_{\max}=1,0 \text{ W/mK}$  for boligblokk, og  $\Psi_{\max}=1,2 \text{ W/mK}$  for andre bygninger. Tsjekkia har minstekrav i området  $\Psi_{\max}=0,10\sim 0,60 \text{ W/mK}$  avhengig av type konstruksjon, mens forskriftsnivået (anbefalt nivå) er i området  $\Psi=0,03\sim 0,20 \text{ W/mK}$ . I Finland, Italia, Ungarn og Romania er grenseverdier for kuldebroer håndtert indirekte ved at de innlemmes i grenseverdiene for U-verdier. I Tyskland er minstekravet en dimensjonsløs

temperaturfaktor ( $f_{Rsi} \leq 0,7$ ) for å begrense kondensrisiko. Også i Spania og Finland bør man vurdere kondensrisiko ved å beregne innvendig overflatetemperatur. I Storbritannia bør man beregne temperaturfaktor for alternative konstruksjonsdetaljer (ikke ACD/ECD).

I Nederland er det ingen grenseverdi, men et standard påslag på  $\Delta U = +0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  til alle U-verdier på nybygg, dersom man bruker den enkle metoden for kontrollberegning. Tyskland har en lignende situasjon, med et standard påslag  $\Delta U = +0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  for nybygg, et lavere påslag på  $\Delta U = +0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$  ved bruk av godkjente konstruksjonsdetaljer<sup>[35]</sup>, og  $\Delta U = +0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  for eksisterende bygninger med innvendig termisk isolasjon<sup>[36]</sup>. I Polen er standardpåslaget  $\Delta U = +0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$  for yttervegger, og  $\Delta U = +0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  for yttervegger med utkraget balkong. Finland bruker en lignende metode, men skal endre kravene til kuldebroer i 2010. Storbritannia har et standard påslag på  $\Delta U = +0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  (de kaller  $\Delta U$  for 'y-value'), eller  $\Delta U = +0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$  ved bruk av *Accredited Construction Details* (ACD), og  $\Delta U = +0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$  ved bruk av *Enhanced Construction Details* (ECD)<sup>[58][59]</sup>. Bruk av de to sistnevnte detaljsamlinger krever egenkontroll på byggeplass. Fra 2010 skal Storbritannia innstramme kravene til beregning og kontroll av kuldebroer. De skal trolig gå bort fra bruk av standardverdien  $\Delta U = +0,08$  ved bruk av ACD, men at alle kuldebroene i bygningen skal summeres (automatisk av programvaren) ut i fra en liste over ACD-detalljer som brukeren har deklarerert skal brukes ( $\Psi$ -verdiene er dokumentert i beregningsstandarden SAP, Vedlegg K).

Norge skiller seg ut ved at standardverdiene for kuldebroer av praktiske grunner er normalisert i forhold til bruksareal i stedet for arealet av bygningskroppen. Normalisert kuldebroverdi har standardverdi  $\Psi'' = 0,05 \sim 0,12 \text{ W/m}^2_{\text{BRA}}\text{K}$  for udokumenterte konstruksjoner (fra NS 3031 Tillegg A) mens forskriftsnivået er  $\Psi'' = 0,03/0,06 \text{ W/m}^2_{\text{BRA}}\text{K}$  for småhus/øvrigt bygg (krever dokumentasjon). SINTEF Byggforsk har allerede varslet Statens bygningstekniske etat og Standard Norge om at standardverdiene i NS 3031 bør økes.

Belgia har nettopp (2010) vedtatt en løsning med tre alternative detaljnivåer for kontroll av at kuldebrokravene er oppfylt<sup>[63]</sup>. I tillegg til en samling med godkjente detaljer, og enkle minstekrav til kuldebroer (f.eks.  $\Psi_{\text{max}} = 0,10 \text{ W/mK}$  rundt vinduer/dører og  $\Psi_{\text{max}} = 0,15 \text{ W/mK}$  for geometriske kuldebroer), har de etablert tre enkle "basisregler" for å kontrollere at det er tilstrekkelig kontinuitet av termisk isolasjon rundt hele bygningsskallet:

- (1) Hvor isolasjonslag møtes (f.eks. langs hjørner, eller hvor to deler av konstruksjonen møtes f.eks. vegg-tak, vegg-vindusramme) skal kontaktlengden være minst 50 % av den tynneste av de to møtende isolasjonslagene.
- (2) Der hvor andre isolasjonsmaterialer er brukt lokalt som kuldebrobryter for å sikre kontinuitet mellom to isolasjonslag, stilles det tre krav: (a) varmekonduktiviteten skal være maks  $0,2 \text{ W/mK}$ , (b) den termiske motstanden gjennom kuldebrobryteren skal være minst 50% av den tynneste av de to tilsluttede isolasjonslag, og kontaktlengder mellom ulike isolasjonsplatene skal oppfylle regel (1).
- (3) I detaljer som ikke oppfyller (1) eller (2) og hvor en kuldebro er uunngåelig, skal man ha minst 1 meter sammenhengende konduksjonslengde fra inne til ute. Et eksempel på dette er bruk av markisolasjon, som øker motstanden ved å øke konduksjonslengden.

I cirka halvparten av landene (bl.a. DK, NL, UK: mindretall i Nord-Europa og flertall i Sør-Europa) kontrollerer bygningsmyndighetene konstruksjonsdetaljene i hvert byggeprosjekt. Men svært få land (LT, PL, UK og PT) har en ordning for tredjepartskontroll av utførelse. I Danmark kontrollerer bygningsmyndighetene konstruksjonsdetaljene i prosjektet, i tillegg til en vurdering av utførelse i forbindelse med energimerking.

## Kjøling

Tabell 7 oppsummerer hvordan ulike land begrenser energibruk til kjøling [83].

**Tabell 6 Ulike forskriftskrav relatert til kjøling og termisk komfort om sommeren [83]**

	NO	DK	PL	DE	UK	BE	NL	FR	IT	ES	GR	PT
<b>Energikrav</b>												
Kjøling er inkludert i rammekrav	● <sup>1)</sup>	●		●	●	●	●	●			●	●
Fiktiv kjøling beregnes	2)	●				●	● <sup>3)</sup>					
Uavhengig begrensning på netto kjølebehov										●		●
Uavhengig begrensning på kjøleenergi (levert energi)												
<b>Energiltak</b>												
Krav til energiltak om bruk av fornybar energi til kjøling		?								●		
Krav til systemvirkningsgrad for kjølesystem		?								●	●	
Begrensninger på vindusareal	●	?								●		
Minstekrav til solskjerming	●	?	●	●	●			●	●	●	●	●
Andre krav for å sikre god komfort om sommeren		?							●			

1) Norge: I motsetning til de andre landene i tabellen som inkluderer kjøling i rammekravene, begrenser det norske rammekravet *netto* energibehov. Dette er ekvivalent til å anta en effektfaktor på 1 for kjøling. Øvrige land (bortsett fra Portugal og Spania) tillater større kjølekapasitet med bedre effektfaktor.

2) Norge: Dersom bygningen har lokal romkjøling, skal kjølebehovet beregnes med et lavt settpunkt temperatur på bare 22°C. Dette er en form for "fiktiv kjøling" som skal virke avskrekkende på installasjon av lokal kjøling, men det hindrer ikke installasjon av sentralkjøling i ventilasjonsaggregatet, og heller ikke installasjon av lokal kjøling på et senere tidspunkt.

3) I Nederland er fiktiv kjøling alltid beregnet, avhengig av kjølebehov, og uavhengig av indikatoren for overoppheting

De aller fleste land inkluderer energibruk til kjøling i det globale kravet til energieffektivitet (dvs. rammekravet o.l.). Bare to land (Spania og Portugal) har en begrensning på bygningens netto kjølebehov som selvstendig energipost. Hellas er det eneste landet med konkrete krav til systemvirkningsgrad for kjølemaskiner (dvs. minimum EER for hver type enhet, f.eks. for splitt-anlegg, for luftkjølte kjølere osv.). I Spania er det, under visse vilkår, et krav til frikjøling og/eller varmegjenvinning av avtrekksluft.

I tre av landene (Danmark, Nederland og Belgia), hvis energiberegningen viser at innstemperaturen blir for høy om sommeren, er et fiktivt kjølebehov fra et virtuelt kjølesystem lagt til energiforbruket uavhengig om et kjølesystem finnes eller ikke. Denne straffen er ilagt fordi det er risiko for at kjøling kan bli installert på et senere tidspunkt. Flere av disse landene arbeider med å utvide metoden til alle typer bygg.

### 5.3 Krav til energiforsyning

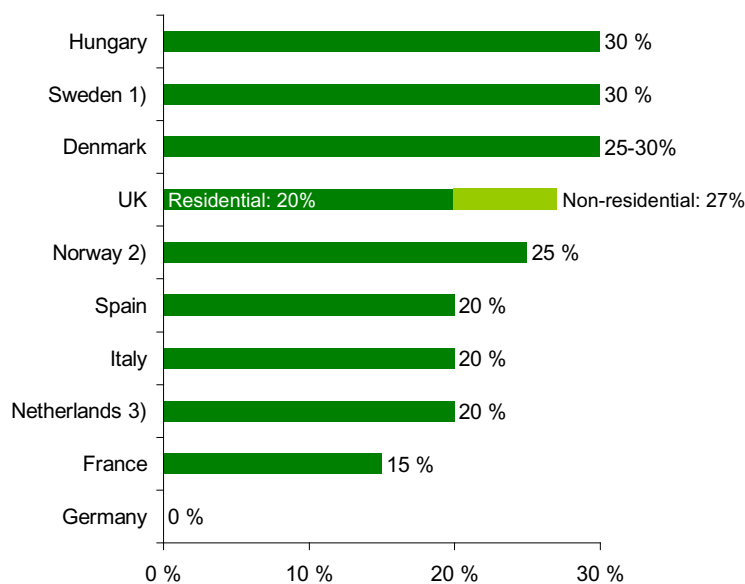
I forbindelse med implementering av RES-direktivet har noen land gitt minstekrav til andel fornybar energi i nybygg, inkludert Tyskland (15~50 % avhengig av type fornybar energi og bygning), Storbritannia (10 %), Italia (50 % for varmt bruksvann, og minstekrav til effektfaktor for varmepumper), Slovenia (25% av netto varme- og kjølebehovet, mulig skjerpning i 2010), Belgia, Østerrike, Ungarn (snart) og Norge (TEK10 krever  $\geq 60\%$  for bygninger over 500 m<sup>2</sup> og  $\geq 40\%$  for mindre bygg, dersom netto energibehov er over 15000 kWh/år). Østerrike har krav om fornybar energi til oppvarming av alle nye bygninger over 1000 m<sup>2</sup> BRA og alle nye/rehabiliterede offentlige bygninger. Noen land har krav til energiltak, f.eks. krav til solvarmesystemer i Belgia (Walloon-området) og Danmark (for bygninger 20 m<sup>3</sup>/døgn varmt bruksvann j.fr BR10), eller tilknytningsplikt i fjernvarmeområder (mange land). Andre land, som Finland, har ingen krav i det hele tatt, men vektlegger det i energimerket.

Noen land (inkl. Storbritannia og Østerrike) har ambisiøse mål om å øke andelen fornybar energi til klimatisering av nye bygninger til tilnærmet 100 % innen 2016~2030 som del av en nedtrappingsplan mot nullenergihus.

Den tyske loven "EEWärmeG" stiller krav om bruk av fornybar energi til varmeformål. I nybygg som ikke bruker fornybar energi, må energiforskriften EnEV overopppfylles med 15 %. Bruk av fornybar energi og kompensierende tiltak favner imidlertid ganske vidt etter EEWärmeG. Det er f.eks. tilstrekkelig å dekke 15 % av varmebehovet med solenergi. Alternativt kan 30 % dekkes av biogass, hvis det samtidig produseres strøm i kraftvarmeanlegg. Ved bruk av varmepumper, flytende biomasse eller fast bioenergi (pelletter m.m.) er kravet 50 % av varmebehovet. Flytende biomasse er biobrensel som kan blandes med 50 % fossil olje, hvis kjelen baserer på best tilgjengelig teknologi. Istedenfor å overoppfylle EnEV-kravene, kan manglende bruk av bioenergi under nærmere forutsetninger også kompenseres ved å ta i bruk fjernvarme eller kraftvarmeanlegg – med fossilt brensel! En viktig mulighet for kompensierende tiltak er ikke minst og ganske enkelt å installere balansert ventilasjon med 70 % varmegjenvinning. I bygg med høye ventilasjonsrater og moderat varmebehov vil dette tiltak alene være tilstrekkelig for å oppfylle kravet om fornybar energi. Dessuten kan alle tiltak kombineres med hverandre. I likhet med Tyskland, har den svenske forskriften en betydelig strammere energiramme ved oppvarming basert på elektrisitet.

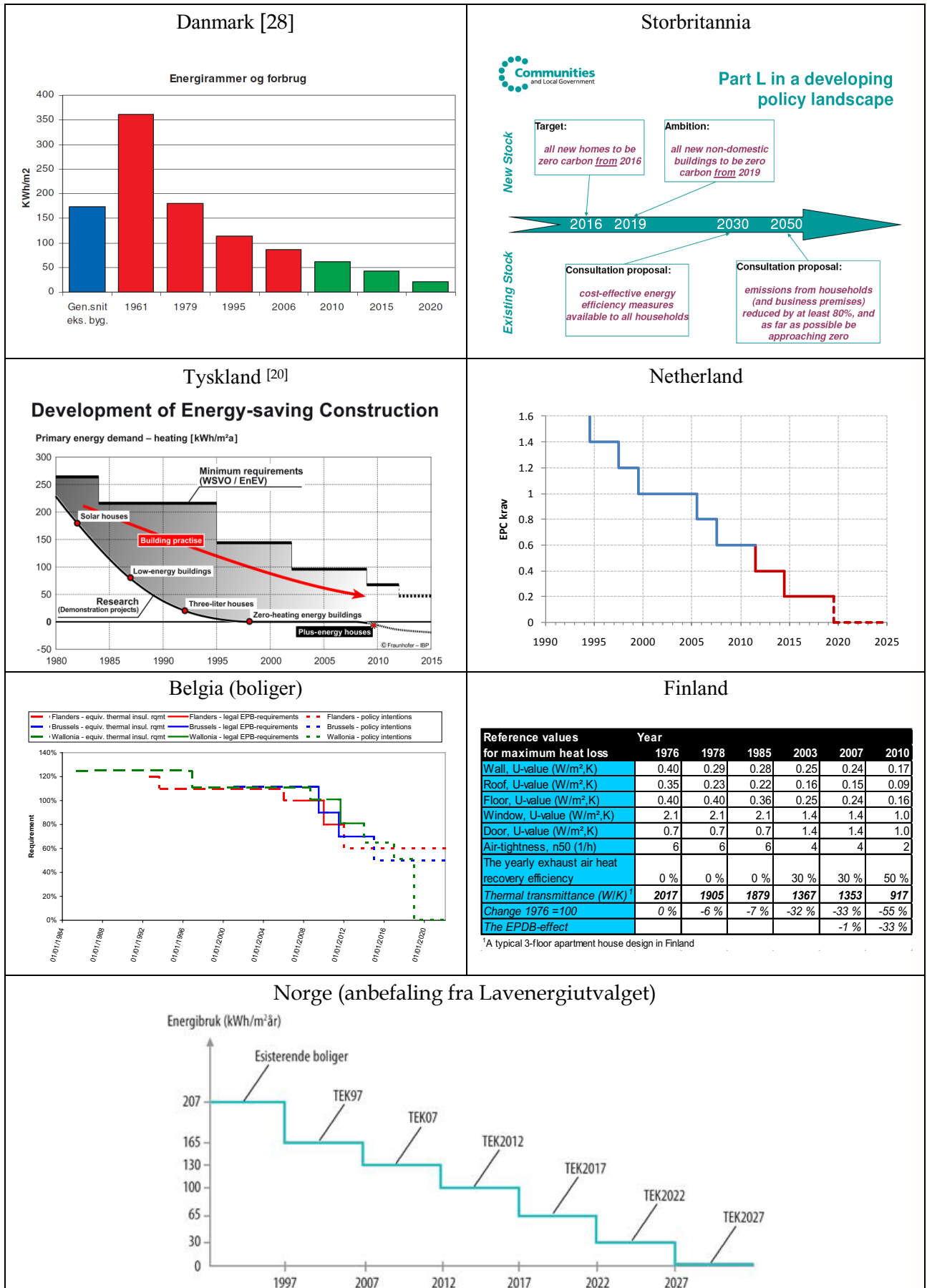
#### 5.4 Nedtrappingsplaner mot nullenergihus

Selv om EPBD ikke stilte krav til skjerping av forskriftskrav valgte de fleste land i Europa å benytte anledningen til å skjerpe kravene sine krav med 20~30% (Figur 3). Det virker som om dette er en prosentvis endring ved nedtrappinger.



**Figur 3** Prosent innstramning av kravet til energieffektivitet i forbindelse ved førstegangs implementering av EPBD [kilde: EURIMA]

På sikt må bygningers energiforbruk reduseres ned mot svært lavt (passivhusnivå) eller nullenerginivå. Noen land har tatt initiativ og har definert dette som mål for bygningsstandarder allerede innen 2020. Dette er en av ambisjonene bak den kommende EPBD Recast <sup>[34]</sup>.



Figur 4 Mulige fremtidige nedtrappinger i forskjellige land

### *Danmark*

I den nyeste forskriften (BR08) er to nye lavenergiklasser definert med hhv. 75 % (klasse 2) og 50 % (klasse 1) mindre energibehov enn minstenivået fra 2006 (klasse 3). Folketinget har blitt enig om en handlingsplan <sup>[28]</sup> der bygningsforskriften skal skjerpes til klasse 2 (lavenerginivå) i 2010 og til klasse 1 (tilsvarende passivhusnivå) i 2015 (se Figur 4). Dette vil bringe krav i bygningsforskriften i 2015 på nivå med kravene i passivbygg både for totalt energibehov og for oppvarmingsbehov. For å nå disse målene skal det benyttes flere virkemidler som f.eks. informasjonskampanjer.

### *Storbritannia*

I 2006 vedtok den britiske regjeringen en handlingsplan for å sette et mål om at alle nye bygninger skulle bli "Zero Carbon" innen 2016. I sin nåværende form krever handlingsplanen følgende trinnvise innstramminger av forskriftskravet i forholdet til nivået i 2006: 25 % reduksjon i oktober 2010, så 44 % i 2013, 70% i 2016 og ned til null-karbon-bygninger i 2019 (se Figur 4). Ordningen vil bli regulert av "Code for Sustainable Homes", som blant annet tillater at eiere vil kunne investere i tiltak langt borte fra bygningen, for eksempel vindmøller eller energieffektivisering av andre bygninger i nabolaget.

### *Tyskland*

Tyskland har bestemt at bygninger fra 2020 i størst mulig grad skal være uavhengig av fossilt brensel for oppvarmingsformål <sup>[20]</sup>. Bare kostnadseffektive tiltak skal kreves. En konkret nedtrappingsplan er ennå ikke iverksatt, men det vil muligens være en 30 % innstramming i 2012.

### *Nederland*

Forskriftskravene i Nederland har blitt skjermet regelmessig siden 1995. Rammekravet (et dimensjonsløst tall "E") blir redusert med 0,2 ved hver innstramming. Nederland har allerede vedtatt og varslet to fremtidige nedtrappinger, i 2012 og 2015. Det er også en uforpliktende ambisjon om å nå "nullenergi" i 2020. Sistnevnte ambisjon er ikke godt definert ennå (nullutslipp?), og noen nederlandske fagfolk tror ikke det er realistisk på så kort tid.

### *Østerrike*

Nord-Østerrikes energihandlingsplan har en ambisjon om å redusere bygningers varmebehov med 39 %, og øke andelen fornybar energi for romoppvarming og strømproduksjon til 100 % innen 2030. De viktigste kildene blir solenergi, biomasse og fjernvarme. Blant mange mulige tiltak er: strengere krav til energieffektivitet og fornybar energi i alle bygninger, inkludert eksisterende bygninger (dersom en EPBD-inspeksjon avdekker at oppvarmingssystemet ikke oppfyller minstekrav til emisjoner, sikkerhet eller ev. virkningsgrad). Finansielle virkemidler og informasjonsarbeid vil ha en nøkkelrolle.

### *Markedseffekter av nedtrappingsplaner og strenge krav*

Forhåndsvarsling av fremtidige ambisiøse innskjerpinger gir rom og forutsigbarhet for at industri kan satse på langsiktig innovasjon og produktutvikling. I Nederland er energikravene så strenge nå at mange nasjonale SMBer utvikler innovative energieffektive produkter. Et eksempel er en varmegjenvinner for avløpsvann fra dusj. Behovet for et slikt produkt er stort i Nederland. Dette er ikke tilfelle i andre land, selv om tilsvarende produktutvikling er gjort i Norge. Produktet selges derfor kun i Nederland. Andre land har ikke beregningsmetode og forskriftskrav som tar hensyn til energisparing i et slikt system.

## 5.5 Krav til inneklima

Kravene til inneklima varierer mye mellom landene. De fleste land har egne krav til inneklima, men har ennå ikke begynt å referere til bestemte inneklimaklasser i den nye standarden EN 15251 [33].

### Luftmengder

De fleste land med kaldt klima har minstekrav som tilsvarer 0,5 luftvekslinger per time i boliger (Klasse III i NS-EN 15251), mens Slovenia er lengst fremme med å stille krav til Klasse II, som tilsvarer 0,6 luftvekslinger per time i brukstiden. Tyskland og Italia har ingen eksplisitte minstekrav til luftmengder i boliger (det gjør derimot passivhusstandarden).

For næringsbygg er det store sprik mellom landene. I Norge er minstekravet i næringsbygg normalt 7 l/s per person pluss 0,7 til 1,4 l/s per m<sup>2</sup> gulv avhengig av størrelsen på emisjoner fra materialer. Dette tilsvarer klasse II i EN 15251, men veiledningen til TEK refererer ikke til standarden ennå. Andre land har minstekrav som tilsvarer 3~10 l/s per person.

### Temperaturer og kjøling

Termisk komfort om sommeren, og energibruk til kjøling, har fått økt betydning over hele Europa ettersom økte krav til varmeisolasjon kan øke risikoen for overoppheting. Tabell 7 oppsummerer hvordan ulike land håndterer termisk komfort i sine byggeforskrifter.

**Tabell 7 Krav relatert til termisk komfort om sommeren [2]**

		NO	DK	PL	DE	UK	BE	NL	FR	IT	ES	GR	PT
<b>Krav til termisk komfort</b>	Krav til termisk komfort i bygninger uten kjølesystem	●	●		●		●		●				
	Pålagt å beregne/evaluere termisk komfort				● <sup>1)</sup>		● <sup>2)</sup>	● <sup>2)</sup>	●				
	Pålagt minstekrav til termisk komfort				● <sup>1)</sup>		●		●				

1) Tyskland: "solvarmetilskudd" indikator for evaluering av termisk komfort, bare for boliger

2) Belgia & Nederland: krever evaluering av termisk komfort bare i boliger (med eller uten kjøling)

Bare Tyskland (for bygninger uten mekanisk kjøling) og Belgia (for boliger) har eksplisitte begrensninger på overoppheting. Frankrike har en indirekte begrensning på overoppheting via referansebygget. I andre land har man for bygninger uten mekanisk kjøling valgt å hindre overoppheting i form av anbefalinger <sup>2</sup>, men uten en obligatorisk inneklimatesting som må dokumenteres. England er lengst fremme med å ta hensyn til at brukere aksepterer høyere temperaturer om sommeren i bygninger som har gode muligheter for adferdsmessig tilpasning (vinduslufting, valgfri bekledning o.l.).

Minst 5 land, deriblant Norge (se Tabell 7), krever en form for evaluering av termisk komfort i forbindelse med energiberegningen. Dette gjelder ikke alle typer bygninger. Vanligvis er det et eksplisitt krav knyttet til analysen. I tre land (Danmark, Nederland og Belgia), hvis energiberegningen viser at det er risiko for overoppheting, er det ilagt en straff i form av et tilleggsenergiforbruk fra et virtuelt kjølesystem ("fiktiv kjøling", se side 19).

## 5.6 Rehabilitering

EPBD Artikkel 6 stiller krav til at ved hovedrehabilitering av bygninger på over 1000 m<sup>2</sup>, skal bygningen oppgraderes til dagens forskriftsnivå. Grensen på 1000 m<sup>2</sup> er fjernet i EPBD Recast Artikkel 7. Kravene kan gjelde for bygningen som helhet eller på komponentnivå. Mange land

<sup>2</sup> I Norge er det eksempelvis anbefalt (i veiledning til TEK §8-36) at innetemperatur ikke skal overskride 26°C mer enn 50 timer per år. Dette bør nyanseres for bygninger uten kjøling, hvor man kan akseptere høyere temperaturer når det er mulighet for adferdsmessig tilpasning (f.eks. vinduslufting), i henhold til NS-EN 15251.



har definert en hovedrehabilitering som >25% av fasadearealet eller bygningens verdi (DK, BE, HU og FR for bygninger bygget etter 1948); noen andre land har ingen klar definisjon av en hovedrehabilitering. For mindre bygninger, eller ved mindre rehabiliteringer, stiller mange land krav på komponentnivå. I noen land er kravene de samme som for nye bygninger; i andre land er de noe lavere, slik at energiforbruket i alle fall ikke øker som resultat av rehabiliteringen. Detaljer er publisert i [39].

## 5.7 Energimerkeordning

Østerrike, Tsjekia og Danmark er de eneste landene som har utviklet én metodikk for energimerking av alle bygningstyper, og som bruker denne metoden for både energiattester og for byggetillatelse. I Østerrike er kravene bare basert på varmebehov.

**Tabell 8 Integrasjon av energimerking og byggesøknader i de ulike land, samt antall metoder for energimerking [24]**

	<b>Integrert metodologi:</b> Energimerke for å få byggetillatelse	<b>Ikke integrert metodologi:</b> Energimerke uavhengig av kontrollberegning for byggetillatelse	<b>Antall ulike metoder for energimerking</b>
SE		●	1
NO	*	●	2
DK	●		1
CZ	●		1
AT	●		1
DE	●		4 (2 ved neste rev.)
UK		●	4
BE		●	3
NL		..●.**	4
LX	●		3
FR		●	3

\* Norge: Det er delvis integrasjon mellom energimerke og kontrollberegning mot TEK-krav. Selv om ulike beregningspunkt er valgt, er begge beregningene basert på samme beregningsstandard (NS 3031:2007)

\*\* Nederland: Det er en sammenheng mellom energiberegningene for energimerking og byggetillatelse. Energiberegninger har vært et krav for å få en byggetillatelse siden 1996. Energiattesten brukes for eksisterende bygninger. Energiberegningen for byggetillatelse erstatter energiattesten for bygninger yngre enn 10 år.

I de fleste land er energimerket basert på estimert energibruk. I Belgia og Storbritannia er offentlige bygninger merket på basis av målt energibruk. Fordi dette er enklere å administrere, er gyldigheten av energiattester for offentlige bygg i Storbritannia redusert fra ti til ett år. I Frankrike og Tyskland kan begge metoder brukes parallelt, og i Sverige er operativ vurdering den eneste eksisterende metodikken. I Sverige skal energibruket måles over to år etter ferdigstillelse. Dersom forbruket er høyere enn beregnet, må man investere i enøk-tiltak.

Erfaringsmessig er det ofte stort avvik mellom beregnet og målt energiforbruk. Dette kan bli forvirrende for lekfolk som leser energimerker. For å unngå dette har Danmark og Storbritannia (bare næringsbygg) valgt å ikke vise beregnet energibehov på attesten, men kun energiklassen og/eller en vurdering. Belgia og Nederland bruker en kunstig faktor (forholdet mellom beregnet energibehov og referanseverdier) for å uttrykke energieffektivitet uten å forvirre.

Bruk av primær energi og CO<sub>2</sub>-utslipp som basis for hovedmerket er et sterkt insentiv for bruk av fornybar energi. Men det er ikke alltid ønskelig at dårlig effektivitet i noen bygningsdeler (f.eks. varmeisolering) kan kompenseres ved hjelp av fornybare energikilder. For å unngå dette kan man benytte sekundære indikatorer. Luxembourg og Storbritannia (bare boliger) er eksempler på dette. I Norge er det også en sekundær indikator (bare visuell) for andel fornybar energi, men det er likevel fullt mulig å oppnå et godt primært energimerke selv med dårlig isoleringsnivå i tilfeller der varmepumper benyttes for å dekke varmebehovet.

**Tabell 9 Type indikator for primær energimerke, samt tilleggsopplysningene på attesten [24]**

	Bygningstype					Primær energimerke display							Tilleggsopplysninger														
	Boliger	Næringsbygg	Offentlige bygg	Nybygg	Eksisterende bygninger	Bygningskropp kvalitet	Levert varme	Levert elektrisitet	Levert energi (total)	Primær energi	CO <sub>2</sub>	Politisk vektet faktor	Kunstig faktor	Energikostnader	Bygningskropp kvalitet	Varmesystem kvalitet	Andel fornybar energi	Målt energibruk	Målt strømforbruk	Siste flere års energibruk	Beregnet energibehov	Beregnet strømbehov	Primær energi	CO <sub>2</sub>	Kunstig faktor	Energikostnader	
SE	●	●	●	●	●				●									●	●								
NO	●	●	●	●	●				●								●	●	●	●							
DK	●	●	●	●	●							●			●	●		●	●							●	
CZ	●	●	●	●	●				●						●	●		●			●	●				●	
AT	●	●		●	●	●															●	●	● <sup>1)</sup>	● <sup>1)</sup>			
DE	●		●	●	●		● <sup>2)</sup>	● <sup>2)</sup>		● <sup>2)</sup>					● <sup>2)</sup>			● <sup>2)</sup>			● <sup>2)</sup>	● <sup>2)</sup>	● <sup>2)</sup>	● <sup>2)</sup>	● <sup>2)</sup>		
UK	●	●		●	●					●			●						●	●		●		●	●		
BE	●	●		●	●					●					●	●					●	●	●	●	●		
NL	●	●		●	●							●															
LX	●			●	●	●				●	●												●				
FR	●	●	●	●	●					●	●						●	● <sup>4)</sup>	● <sup>4)</sup>	● <sup>4)</sup>	● <sup>4)</sup>	● <sup>4)</sup>	● <sup>4)</sup>			●	

1) Østerrike: Energieffektivitet er basert på bare netto varmebehov. Som tilleggsinformasjon, oppgis følgende på attestens andre beregnet energibehov og andelen for oppvarming og strømforbruket. Mengden primærenergi og CO<sub>2</sub>-utslipp kan gis på frivillig basis.

2) Tyskland: Det er et merke for målt energi og et merke for beregnet energibruk. Bare en av dem må fylles ut; den andre kan stå tom.

3) Storbritannia: Hovedindikatoren i offentlige er (ikke-dimensjonal) CO<sub>2</sub>

4) Frankrike: Det er et komplisert system som bestemmer om enten målt eller beregnet energi skal oppgis. Attestene er veldig like. De største forskjellene er forlengelsen av energiklasser fra G til I for private næringsbygg. Det er ikke attest for helt nye offentlige bygninger, bare eksisterende offentlige bygg.

De fleste land har tilleggsinformasjon på energiattesten, utover dokumentasjon av energiytelse.

Gyldigheten på attester er i de fleste tilfeller ti år. Kun i Danmark (fem år, bortsett fra hytter) og i Storbritannia (ett år for offentlige bygg) er gyldigheten forskjellig.

De fleste land krever en befaring før utstedelse av energiattesten. Bare i Tyskland, Norge og Sverige er besøk unødvendig. I Storbritannia, Tsjekia og Luxembourg er ikke befaring obligatorisk ved lov, men det er ventet av ekspertene.

I Danmark, Tyskland, Luxembourg og Sverige gjelder attesten bare for en bygning som helhet. I alle andre land (Norge inkludert) skal hver bruksdel ha en separat energiattest.

Anbefalingene på energiattesten varierer fra land til land. Kun Belgia, Tyskland og Nederland tillater beskrivelser av forbedringstiltak uten beregning. I de andre landene må tiltakene beskrives i detalj og lønnsomheten beregnes. I Belgia og Norge blir anbefalingene automatisk generert.

Det er egentlig ingen systematisk kvalitetssikring av energiattester i Østerrike, Tyskland, Luxembourg og Sverige. I Østerrike er situasjonen om ansvar fortsatt uklart, og i Luxembourg er kvalitetssikringen implementert i lovgivningen, men likevel ikke praktisert.

## 5.8 Nasjonale og internasjonale standarder

EU-kommisjonen ga CEN mandat om å utvikle et stort antall standarder som støtter opp om implementering av EPBD. Disse dekker temaer som energiberegninger, energimerking og inspeksjoner. Den viktigste standarden er EN-ISO 13790:2008 <sup>[31]</sup> om energiberegning. De aller fleste land har laget sine egne standarder for energiberegning tilpasset sine egne forskrifter, og som bygger på EN-ISO 13790 i varierende grad. For eksempel er NS 3031:2007<sup>[32]</sup> i veldig stor grad basert på EN-ISO 13790. Det er også forskjell mellom landene når det gjelder tidsskritt (timer eller måneder), inndeling av bygningen i soner m.m. Tyskland og Ungarn bruker hovedsaklig DIN prestandarder. Når det gjelder energimerking og inspeksjoner er CEN-standardene brukt i mindre grad.

## 5.9 Konklusjoner i de siterte studiene

- Det er en betydelig variasjon i gjennomføring av EPBD, med store forskjeller i effekt, samsvar og kontroll. Noen varianter kan forsvares på grunn av mangfoldet mellom medlemsstatene. Større vekt på konsistent og god gjennomføring vil kunne føre til ytterligere innsparinger. EPBD Recast <sup>[34]</sup> kan akselerere denne prosessen.
- Flere medlemsstater bestemmer sine forskriftskrav på basis av studier om livssyklus-kostnader. Flere medlemsstater jobber nå med å etablere veikart for trinnvis innskjerping av forskriftskrav frem til 2020, og for å forbedre energieffektiviteten i nye og eksisterende bygninger.
- Ikke alle land har ennå oppfylt alle krav pålagt av EPBD.
- Det er viktig å ha en integrert tilnærming som dekker alle energirelaterte bygningsdeler og installasjoner for å oppnå kostnadsoptimal energiytelse. Det må også tas hensyn til inn klima.
- Flere land (i alle fall NL, DE, BE, NO) utfører lønnsomhetsanalyser i forbindelse med en innstramming av energikravene. I Tyskland er det endog nedfelt i loven ("EnergieEinspar-Gesetz") at det skal bare stilles krav til lønnsomme tiltak ("Wirtschaftlichkeitsgebot"). I Belgia er det brukt programvare som automatisk beregner tusenvis av variasjoner for å finne økonomiske optimale tiltak og kravnivå <sup>[29]</sup> <sup>[30]</sup>.
- Flere land har innovative løsninger for kontroll, på en måte som ikke øker den administrative byrden. Disse tilnærmingene er sterkt kulturelt anhengige.
- I tillegg til kontrolltiltak, er det også viktig (for å fortsette) å investere i bevisstgjøring og motivere til handlinger, f.eks. gjennom utdannings- og informasjonskampanjer.
- Flere land har suksesshistorier som viser en stor endring i energieffektivitet. Samtidig er det også suksesshistorier om markedets gjennombrudd for nye energieffektive produkter.

## 6 ANDRE NASJONALE TILTAK OG INSENTIVER

### 6.1 Finansieringsordninger

Tyskland har et meget velutviklet system for insentiver. 'Feed-in'-tariffer for lokal kraftproduksjon er trolig de gunstigste i verden, selv om de over tid skal trappes ned. Dette har bidratt til å utvikle et stort marked for solcellekomponenter og ført til betydelig lavere salgspriser for disse. Også Spania har gunstige feed-in-tariffer for salg av strøm til nettet, og er verdens nest største marked for solseller (PV) etter Tyskland.

Den føderale banken KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) tilbyr flere støtteprogrammer for nye boligbygg og rehabilitering med subsidiert rente, engangsstøtte eller en kombinasjon av disse <sup>[21]</sup>. Programstrukturen er uoversiktlig og endres ofte. Forutsetningen ved nybygg har imidlertid alltid vært at prosjektet har en bedre energistandard enn forskriften tilsier. Støttesatsen er trinnvis avhengig av beregnet primærenergibehov etter samme metode som i energiforskriften EnEV, slik at det først og fremst er fornybar energi som fremmes, og bare i mindre grad en robust bygningskropp. Støtten er i alle tilfeller en delfinansiering, som det må søkes om gjennom private banker. I tillegg eksisterer det støtteordninger i enkelte delstater og kommuner, som i noen tilfeller kan kombineres med KfW-støtten.

I Østerrike har alle delstater egne støtteordninger til boligbygging og rehabilitering ("Wohnbauförderung"). Programstruktur, indikatorer og kravnivå har vært svært ulike i de forskjellige delstatene, men for nybygg har alle delstater hatt "lavenergistandard" som minstekrav i de siste årene, på et nivå noe strengere enn norske TEK 97. Etter en ny avtale mellom føderalstaten og delstatene er minstekravet fra 2010 strammet inn til et nivå litt strengere enn TEK 07, relatert til oppvarmingsbehov. Utover det er delstatenes finansieringsordninger fortsatt forskjellige, men de fleste har flere støtteintrinn for å premiere både enda lavere oppvarmingsbehov, fornybar energi, energisparende utstyr og miljøvennlige materialer. Flere har passivhus som eget støtteintrinn, og i delstaten Vorarlberg kan boligblokker allerede siden 2007 bare få offentlige penger hvis de bygges som passivhus eller bedre.

I både Østerrike og Tyskland kan rimelige merkostnader for passivhus i praksis "nulles ut" gjennom støtteordningene. I begge land er andelen nye boliger med offentlig delfinansiering betydelig større enn Husbankens andel av boligbygging i Norge. Bortsett fra i enkelte regioner hovedsakelig i sør og sørvest, har passivhus likevel ikke fått stor markedsandel i Tyskland, tatt i betraktning landets størrelse. I forhold til innbyggertall er det i Østerrike bygd ca. fem ganger så mange boenheter i passivhusstandard enn i Tyskland. Dette har sin bakgrunn bl.a. i at ca. 80 % av alle østerrikske nybygg får støtte fra "Wohnbauförderung" (Statistik Austria 2006 ifølge <sup>[22]</sup>), slik at de svake kravene i energiforskriftene i praksis ikke spiller noen rolle for boligbygg.

Også andre land har interessante finansieringsordninger for å stimulere langsiktige investeringer for energieffektiv rehabilitering. Regjeringen i Storbritannia har nettopp (mars 2010) kunngjort å opprette en ordning hvor lånet er en obligasjon som følger med huset når det blir solgt, slik at den nye eieren også betaler sin del av installasjonskostnadene. Ideen er ikke ny. I USA har 16 delstater allerede implementert tilsvarende låneordninger (PACE), og 12 nye delstater vurderer å starte i 2010.

Individuell avlesning av energiforbruk i boligblokker er et viktig virkemiddel, og er blitt tatt i bruk i mange land i ulikt omfang. I Slovenia må det være måling på alle radiatorer fra 2012.

## 6.2 Eiendomsstruktur

I de aller fleste land er det en betydelig større andel utleieboliger enn i Norge, og mange av disse er ofte eid av allmennyttige selskap, kommuner eller selskap tilknyttet store bedrifter. Sammenliknet med selveiere, er kommuner eller store bedrifter bedre plassert til å investere i enøk-tiltak med lang tilbakebetalingstid. Frontløpere i denne sammenheng er Østerrike og Tyskland.

Et eksempel er boligmassen som er eid av kjemikonsernet BASF i Ludwigshafen i Tyskland, som produserer bl.a. isolasjonsmaterialer og derfor har egeninteresser i å fremme avanserte energistandarder. Selskapet er med i forskningsprosjekter og rehabiliterer boligmassen med passivhuskomponenter. I Tyskland ligger slike leiligheter i stor grad i regioner med overskudd av boliger, slik at eierne er interessert i energetisk (og generell) oppgradering for å oppnå en bedre markedsposisjon. Samtidig er det forholdsvis lett å flytte leieboere og tilby alternative leiligheter innenfor selskapets boligmasse (som kan omfatte flere 10 000 boliger), mens rehabiliteringen foregår. Beslutningsprosesser og gjennomføringen er derfor mye enklere enn ved selveierboliger eller borettslag. Det samme gjelder endring av planløsninger og oppgradering til universell utforming, som kan samtidig.

De nevnte forhold er først og fremst en fordel ved ambisiøs rehabilitering, men spiller også inn ved nybygging av boliger. Løpende driftskostnader er en viktig del av månedsleien, og utleiere er interessert i å holde energikostnadene lave i en situasjon hvor det ikke alltid er lett å finne leietakere (og hvor energiprisene er høyere enn i Norge). Noen store aktører, som det kommunale boligselskapet i Frankfurt am Main, har derfor bestemt seg for å bygge alle nye boliger med passivhusstandard.

Erfaringer fra Østerrike, referert i Task 37 "Advanced housing renovation with solar and conservation" i regi av det Internasjonale energibyrådet IEA, viser for øvrig også at utleieboliger normalt er vesentlig bedre vedlikeholdt enn selveierleiligheter i dette landet. Et av de mest iøynefallende prosjektene er de 1700 leilighetene i Aspanggründe i Wien, som verdens største lavenergiboligprosjekt, og som skal stå ferdig i 2016. Mindre spektakulært, men kanskje langt viktigere, er et program for oppussing av 10 000 av Wiens offentlig eide boliger hvert år. Målet er å kutte energiforbruket til oppvarming fra så mye som 250 til rundt 50 kWh/m<sup>2</sup> per år. Over 60 % av oppussingskostnadene vil bli tjent inn ved en gradvis økning av husleien, men leietakerne vil likevel ha lavere utgifter på grunn av redusert strømregning. I tillegg til bedre varmeisolasjon, omfatter programmet tiltak som termisk solenergi. Så langt har byen pusset opp 80 000 av de 220 000 utleieleilighetene. Resultatet av reduksjonen i CO<sub>2</sub>-utslipp tilsvarer å ta 60 000 biler av veien.

**DEL 2**

**Sammenlikningsstudier**

## 7 INTRODUKSJON

DEL 2 av rapporten dokumenterer følgende fire europeiske sammenlikningsstudier:

[1]	<p>Studie: <b>"U-values for a energy performance of buildings"</b>, utført av konsulentfirmaet ECOFYS på oppdrag for EURIMA          Slutført medio 2007          Beregningsmetode: forenklet LCC-beregning basert på graddøgntall</p>
[2]	<p>Studie: <b>EU-prosjekt ASIEPI (Assessment and Improvement of the EPBD Impact)</b>,          Slutføres: 31. mars 2010          Case bygninger: Enebolig, tomannsbolig, rekkehus, kontorbygning          Beregningsmetode: Hvert land brukte sin egen programvare for kontrollberegning. Norge brukte SIMIEN</p>
[3]	<p>Studie: <b>"International comparison of energy standards in building regulations: Denmark, Finland, Norway, Scotland, and Sweden"</b> (2007) og <b>"International comparison of energy standards in building regulations for non-domestic buildings: Denmark, Finland, Norway, Scotland and Sweden"</b> (2008), utført på oppdrag for Skotske <b>DBE (Directorate for the Built Environment)</b>          Slutført sept. 2007 (småhus) og juli 2008 (kontorbygning)          Case bygninger: Enebolig, kontorbygning.          Beregningsmetode: Hvert land bruker sin egen programvare for kontrollberegning. Norge brukte "Energi i bygninger".</p>
[4]	<p>Studie: <b>"Energiesparrecht im mitteleuropäischen Vergleich – energetische Anforderungen an Neubauten"</b> (Sammenlikning av energikrav i Sentral-Europa – Energitrav for nye bygninger), utført på oppdrag for tyske <b>BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs)</b>          Slutført april 2009          Case bygninger: Rekkehus, boligblokk, skole          Beregningsmetode: Hvert land bruker den samme tyske beregningsmetoden</p>

TEK:2007 er brukt som utgangspunkt i alle sammenlikningene. Endringene i TEK:2010 påvirker kun de to casene som ikke er boliger i studie [3] og [4], siden kravet til varmegjenvinning i boliger er uendret i TEK:2010.

Sammenlikningsstudier kan grupperes i tre hovedkategorier (se under). Felles for alle er at det må defineres en referansebygning med detaljert beskrivelse av konstruksjonen, geometri og installasjoner, samt at hvert land skal kontrollberegne bygningen i henhold til sin egen forskrift:

<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle detaljene for referansebygningen (konstruksjonen, geometri, installasjoner, energiltakene) er fastsatt på forhånd.</li> <li>• Hvert land kontrollberegner bygningen og sammenlikner resultatet med landets rammekrav for bygningen. <b>Resultat:</b> Resultat fra kontrollberegningen som % av landets rammekrav. Eksempel Tabell 15 (side 47)</li> </ul>
<b>B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle detaljene for referansebygningen (konstruksjonen, geometri, installasjoner o.l.) er fastsatt på forhånd bortsett for U-verdiene.</li> <li>• Hvert land beregner så de nødvendige U-verdier for at referansebygningen akkurat tilfredsstiller forskriftskravet. <b>Resultat:</b> Gjennomsnittlig U-verdi, eller varmetapstall. Eksempel Tabell 12 (side 43)</li> </ul>
<b>C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Referansebygningen beskrives på forhånd (geometri, installasjoner o.l.). Ikke alle detaljene må fastsettes; de øvrige detaljene (f.eks. U-verdi) kan bestemmes av hvert land</li> <li>• Hvert land beregner så de nødvendige energiltakene (som ikke er fastsatt på forhånd) for at referansebygningen akkurat tilfredsstiller forskriftskravet. Et standard output må defineres på forhånd for alle land, for eksempel, Gjennomsnittlig U-verdi, varmetapstall eller levert energi <b>Resultat:</b> Standardisert output tall fra hvert land plottes på punktdiagram med graddøgn eller lignende på x-aksen. En "best fit"-kurve for referansebygningen kan plottes på samme kurve. Eksempel: Figur 14 (side 36) og Figur 27 (side 44)</li> </ul>

Metode A er brukt i studie 3. Metode B er brukt i studiene 2 og 4. Metode C er brukt i studie 1 (og delvis i studie 2). Fordelen med metodene A og C er at de korrigerer for ulikt klima i de forskjellige land. Med metode B, derimot, er det litt vanskeligere å avgjøre hvilke land som har strenge forskriftskrav ut i fra direkte sammenlikning av resultatene (gjennomsnittlige U-verdier) uten å ta hensyn til at landene har ulikt klima. Metode C er trolig den beste metoden for fremtidige sammenlikningsstudier.

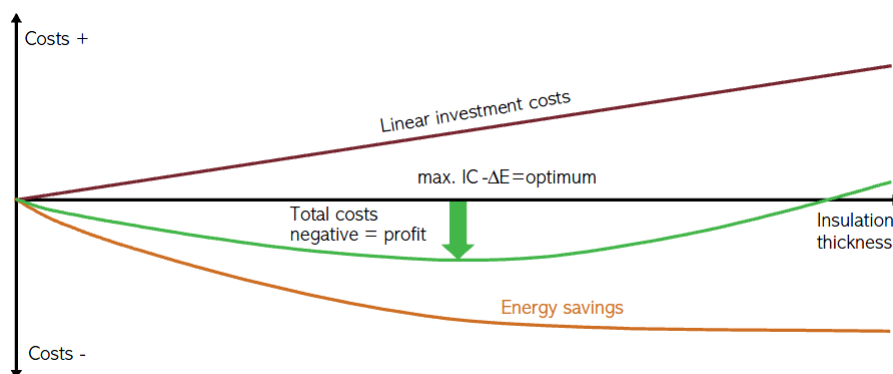


## 8 STUDIE 1: ECOFYS / IEA KOSTNADSOPTIMALE U-VERDIER

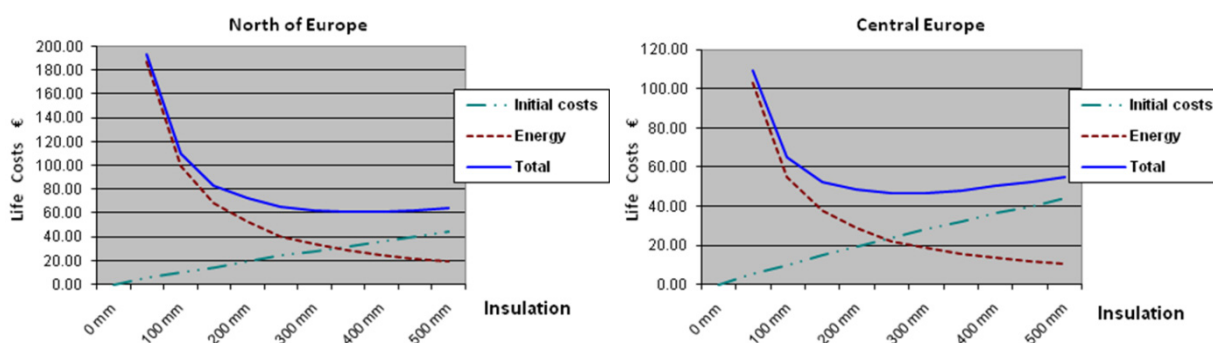
### 8.1 Bakgrunn og metode

Konsulentfirmaet ECOFYS har estimert den kostnadsoptimale isolasjonstykkelsen for et stort antall byer i Europa [1]. Studien ble utført i 2007 på oppdrag for EURIMA, den europeiske foreningen for produsenter av isolasjonsmaterialer.

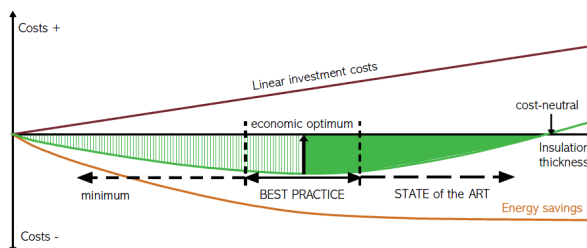
Studien har definert den kostnadsoptimale U-verdien som den som har lavest livssyklus-kostnader, dvs. nåverdien av summen av kapitalkostnader og energibesparelser over en 30-års periode. Dette er illustrert i Figur 5. Studien har analysert to scenarier for fremtidige energikostnader, hvorav bare det dyreste scenarioet, 'peak price scenario', er vist her. Den optimale U-verdien ble beregnet for hver by med graddøgnsmetoden, både for oppvarming og kjøling. Figur 6 illustrerer hvordan klimaet påvirker den optimale isolasjonstykkelsen. Den optimale isolasjonstykkelsen kan være et nokså bredt område ("best practice"-området i Figur 7).



Figur 5 Definisjon av "økonomisk optimal" som ble brukt i ECOFYS-studien. [1]



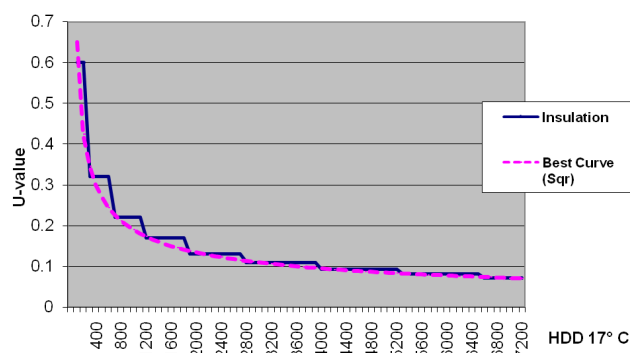
Figur 6 Illustrasjon av hvordan klimaet påvirker kurvene for energikostnad og totalkostnader, og derfor verdien på den laveste livssyklus-kostnaden [5]



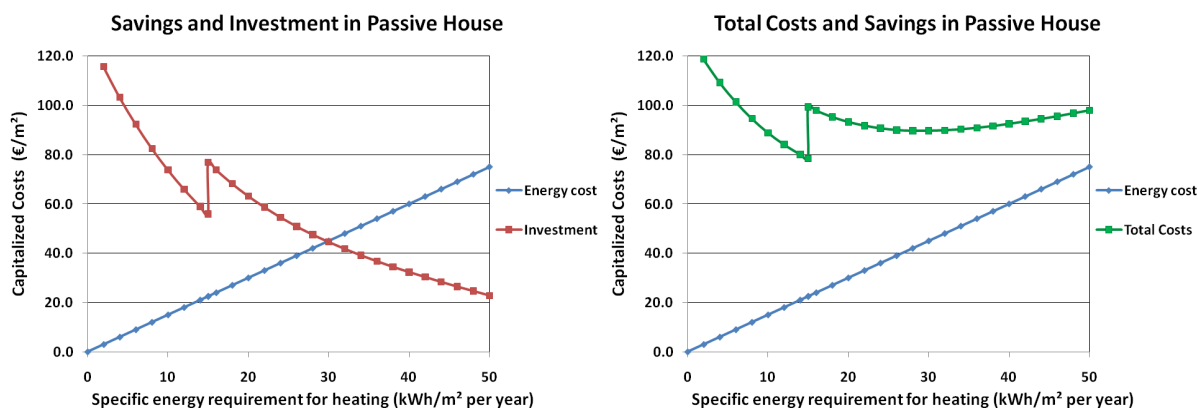
Figur 7 Det økonomisk optimale området ("best practice") er forholdsvis bredt. [1]

Studien er basert på følgende forutsetninger:

- Klimadata (graddøgnstall for oppvarming og kjøling) i 100 europeiske byer. I Norge er Oslo, Bergen, Trondheim, Tromsø og Hammerfest analysert.
- En forenklet linearitet i investeringskostnader
- Priser (ikke produktspesifikke) for isolasjonsmaterialer og andre materialer i konstruksjonen
- Gjennomsnittlige U-verdier av eksisterende konstruksjoner
- Energipriser og energimiks per sone (Nord-, Sentral-, Sør-, Øst Europa)
- Investeringskostnadene for isolasjon per sone (Nord-, Sentral-, Sør-, Øst Europa).
- Rente på 4% og 6% i hhv. Vest- og Øst-Europa
- Boliger med tradisjonelle oppvarmings- og ventilasjonssystemer (ingen varmegjenvinning, ikke passivhus)
- Det er usikkert om studien tar hensyn til standard isolasjonstykkelser (trinnvis inndeling av tykkelser); se Figur 8 fra en annen studie [5].
- Studien tar ikke hensyn til tilleggskostnader og/eller besparelser forårsaket av behovet for fysiske endringer i bygningen eller installasjoner som følge av endring i isolasjonstykkelse. Eksempler på kostnader som ikke er tatt hensyn til er: tykkere vindusrammer, økt bredde på grunnmur/fundament, og sterkere bærebjelker i takkonstruksjonen. En annen ulempe med studien er at den ikke tar hensyn til at lavere U-verdier gjør at en kan installere et mindre og rimeligere oppvarmingssystem, for eksempel i passivhus (Figur 9).



**Figur 8** Beregnet minstekostnad for optimal tykkelse på takisolasjon med trinnvis økning på 50 mm, samt en teoretisk ideell kontinuerlig kurve. Denne kurven tar ikke hensyn til besparelser i kostnader for kjølings- og oppvarmingssystemer. [5]

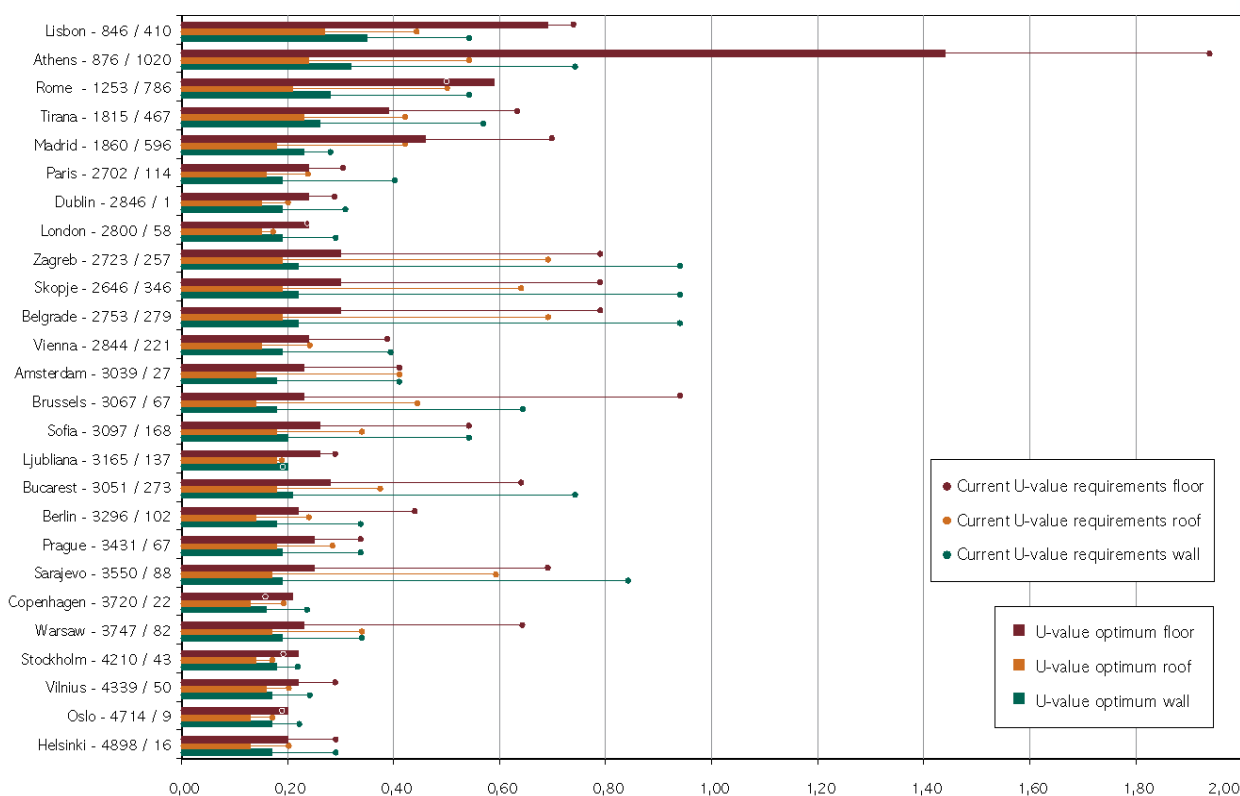


**Figur 9** Når isolasjonstykkelsen overskrider et bestemt nivå (dvs. passivhusnivå), kan oppvarmingssystemet sløyfes eller forenkles betraktelig. Dette kan redusere total kostnader betraktelig. Dette skjer ved cirka 15 kWh/m<sup>2</sup> per år. [5]

## 8.2 Resultater

Figur 10 viser beregnet optimal U-verdi for tak, vegger og gulv for boliger i hovedstedene til 26 land. Sirkelene viser effektive minstekrav per april 2007; bakgrunnen for tallene er forklart på side 16 (også vist i Tabell 4). De landene som utpeker seg med strenge minstekrav er Slovenia (Ljubljana), Sverige og Norge. De landene som utpeker seg med svake minstekrav er landene i Sør- og Øst Europa samt Nederland. Figur 11 til Figur 13 viser kart med de samme data for samtlige byer.

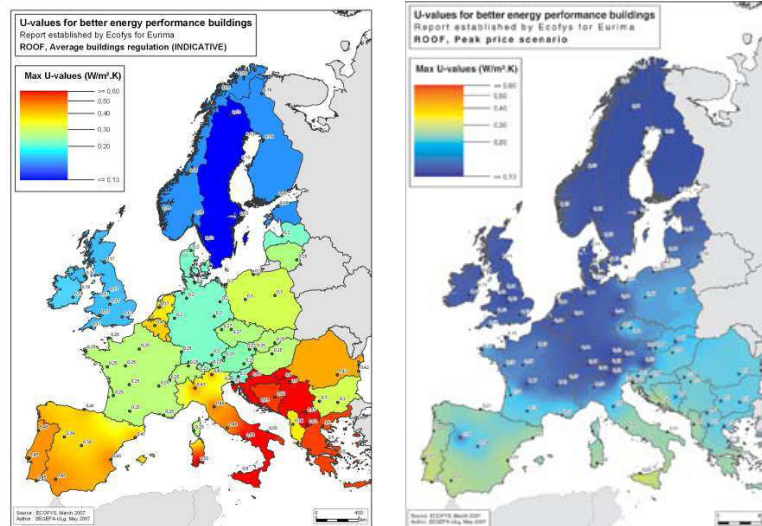
I noen land, som Nederland, skal minstekrav for U-verdi bare støtte opp om en helhetlig forskrift, der det reelle kravet til isolasjon og energieffektivitet er satt i en streng energiramme. I slike tilfeller skal minstekravene sikre et absolutt minimum for konstruksjoner – for å hindre fuktskade, sikre komfort og helse – mens de virkelige kravene normalt vil være strengere for å sikre samsvar med det generelle kostnadsoptimale energirammekravet. Man bør derfor skille mellom kostnadsoptimale og kostnadseffektive krav. Minstekrav bør i det minste være *kostnadseffektive*, og de må respektere nasjonale konstruksjonstradisjoner, ønsket livskvalitet, o.l.



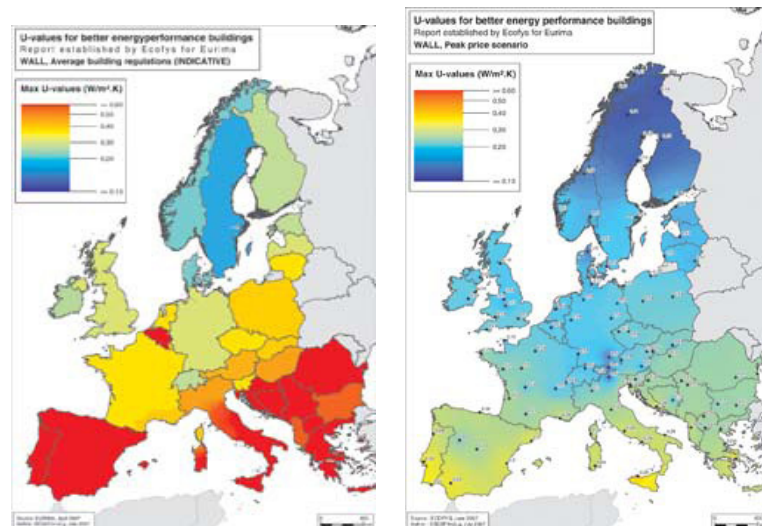
**Figur 10 Sammenlikning av effektive minstekrav og beregnede kostnadsoptimale U-verdier for boliger i forskjellige land [1]**

I Figur 14 til Figur 16 er resultatene plottet som funksjon av graddøgntallet for hver by. Både minstekravene (røde sirkler merket "high") og de effektive krav i energitiltaksmetoden/ (røde trekantede merket "low") er vist. Disse kurvene tyder på at kravnivået i Norge er tilnærmet kostnadsoptimal.

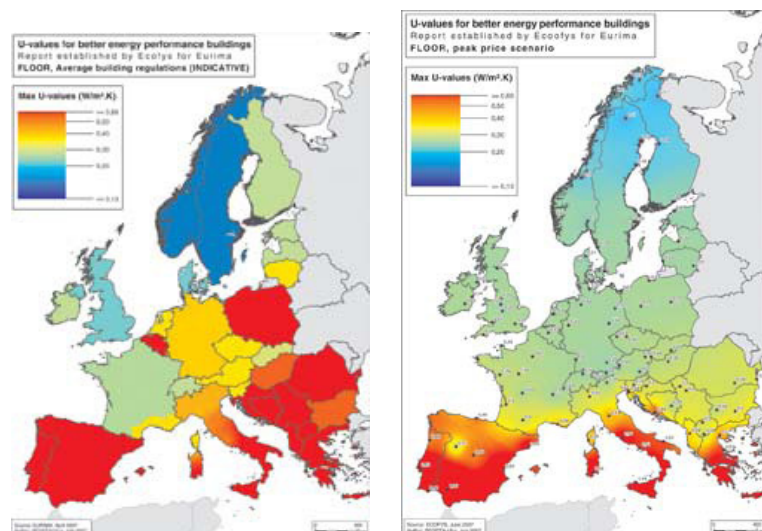
IEA har sammenstilt resultatene fra ECOFYS-studien med tilsvarende tall fra andre verdensdeler, inkludert Canada (Figur 17 til Figur 21) [5]. Disse kurvene viser at kravnivået i Norge er blant de strengeste i verden, også for vinduer (Figur 20) og konstruksjon som helhet (Figur 21).



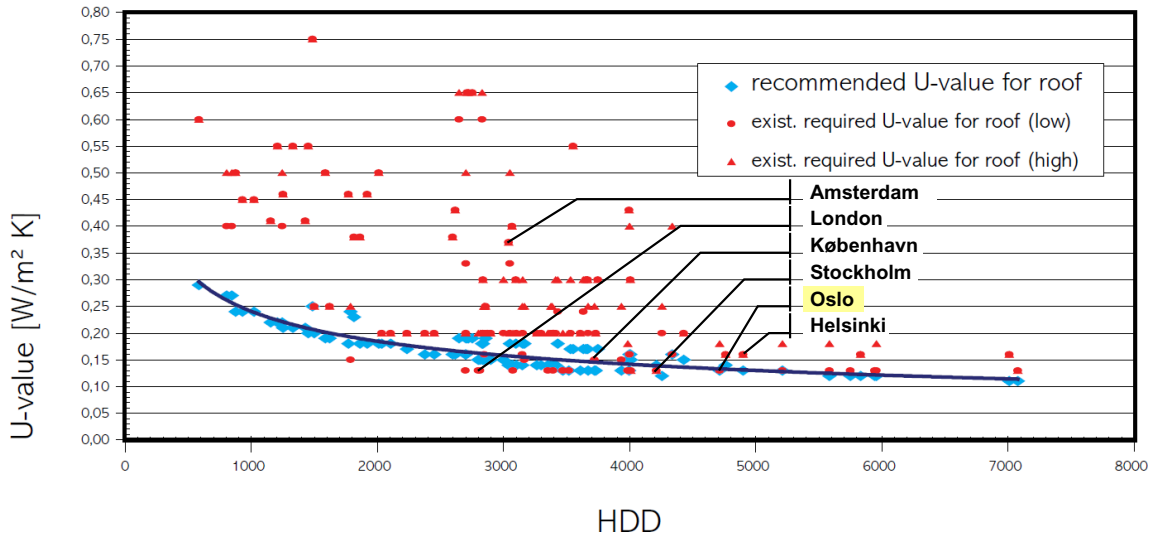
Figur 11 Tak U-verdier: Sammenlikning av minstekrav (venstre) og beregnede kostnadsoptimale U-verdier (høyre) i forskjellige land <sup>[1]</sup>



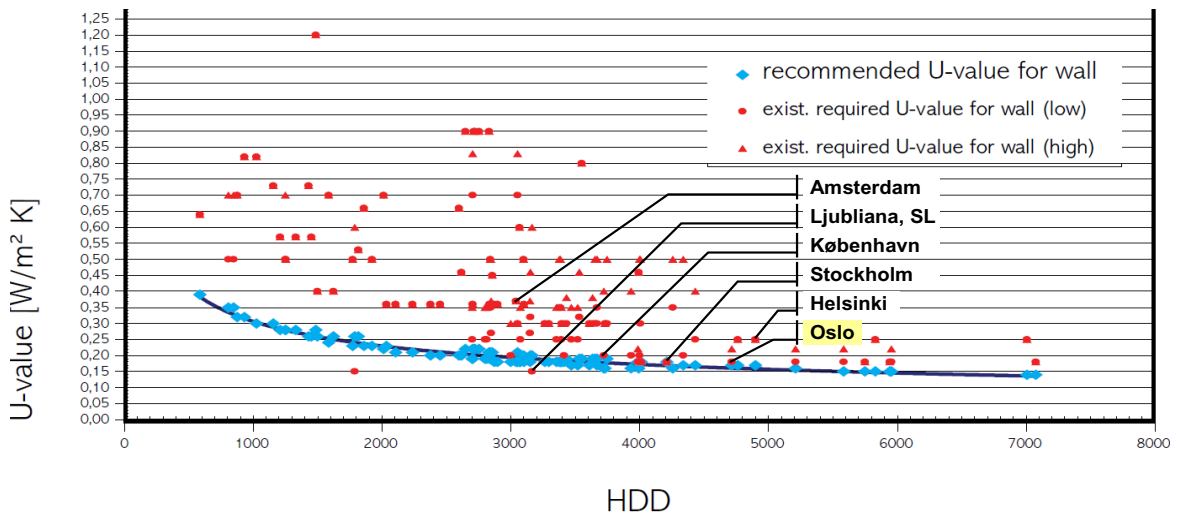
Figur 12 Vegg U-verdier: Sammenlikning av minstekrav (venstre) og beregnede kostnadsoptimale U-verdier (høyre) i forskjellige land <sup>[1]</sup>



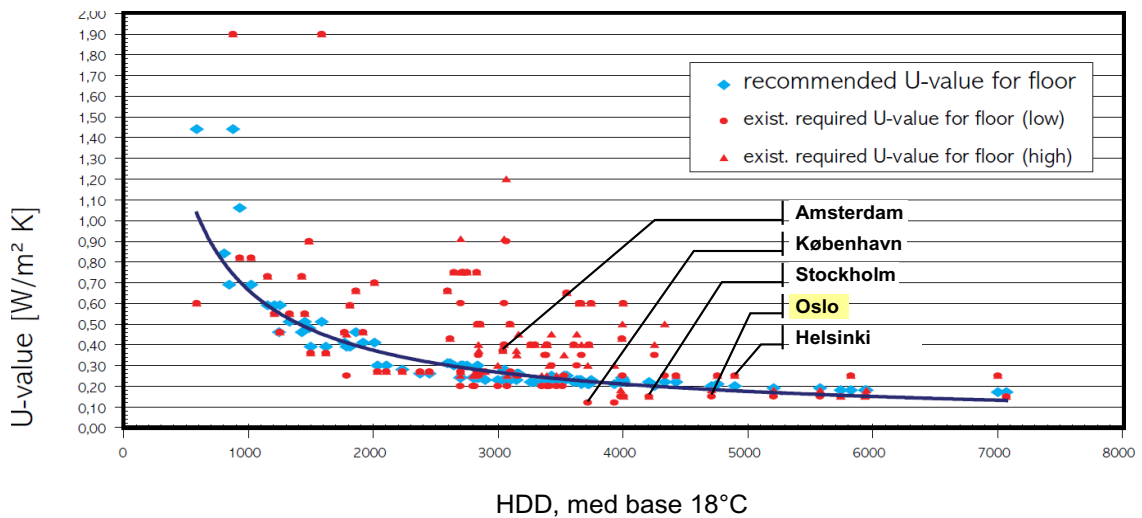
Figur 13 Gulv U-verdier: Sammenlikning av minstekrav (venstre) og beregnede kostnadsoptimale U-verdier (høyre) i forskjellige land <sup>[1]</sup>



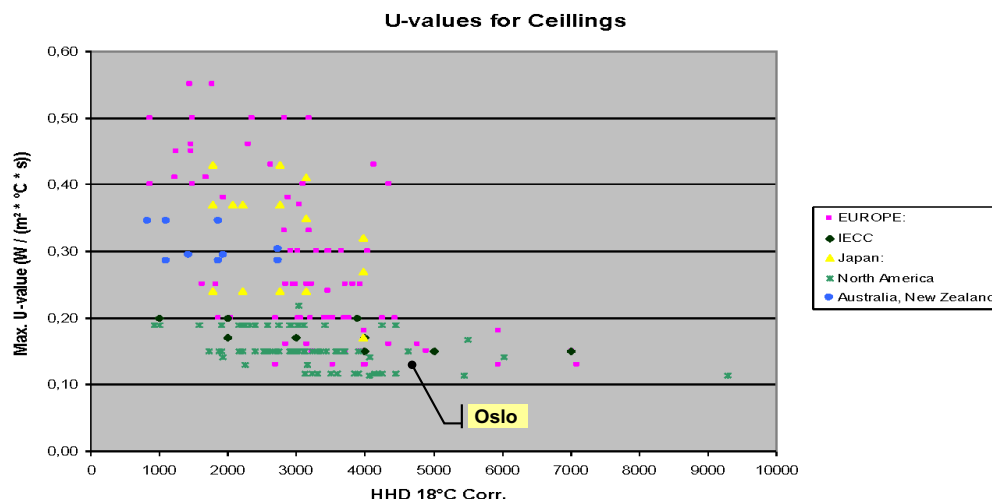
Figur 14 Tak U-verdier: Forskriftskrav (rød) og kostnadsoptimale verdier (blå) i forskjellige europeiske byer, avhengig av graddøgn. Worst case 'peak price' scenario i ref. [1]



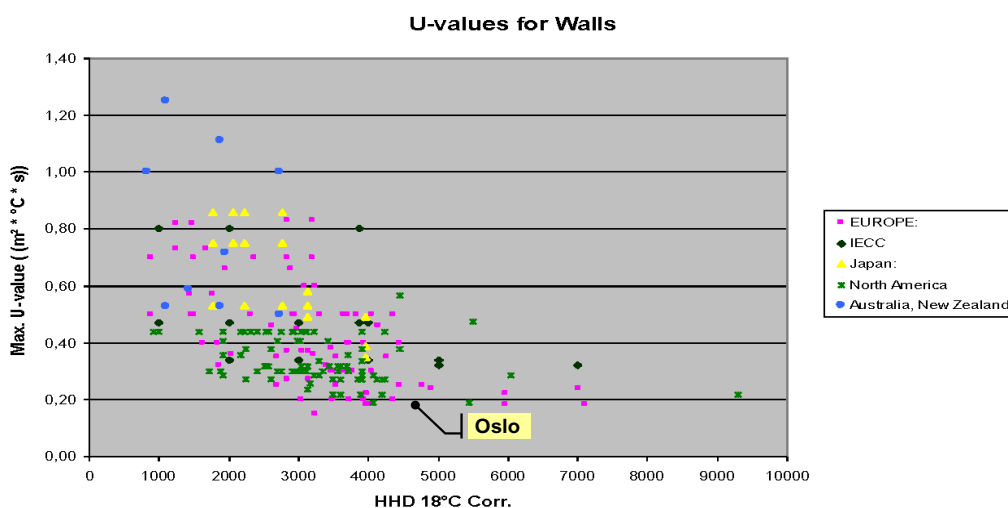
Figur 15 Vegg U-verdier: Forskriftskrav (rød) og kostnadsoptimale verdier (blå) i flere europeiske byer, avhengig av graddøgn. Worst case 'peak price' scenario i ref. [1]



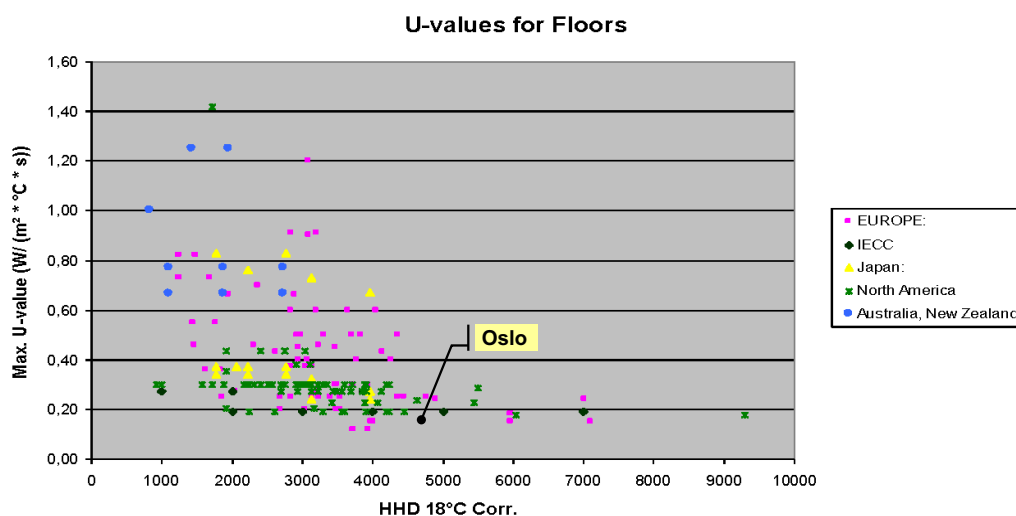
Figur 16 Gulv U-verdier: Forskriftskrav (rød) og kostnadsoptimale verdier (blå) i flere europeiske byer, avhengig av graddøgn. Worst case 'peak price' scenario i ref. [1]



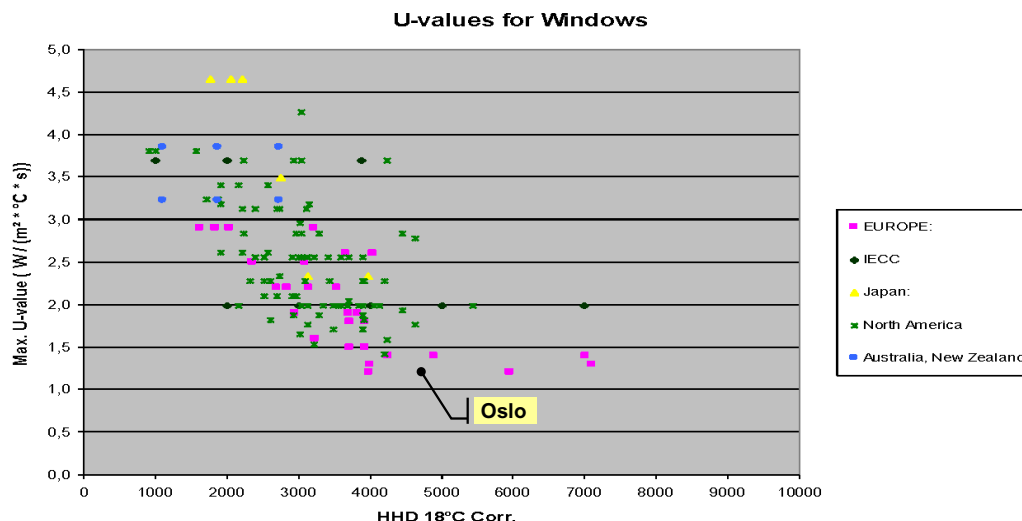
Figur 17 Tak U-verdier: Forskriftsnivå flere steder i verden, avhengig av graddøgnstall [5]



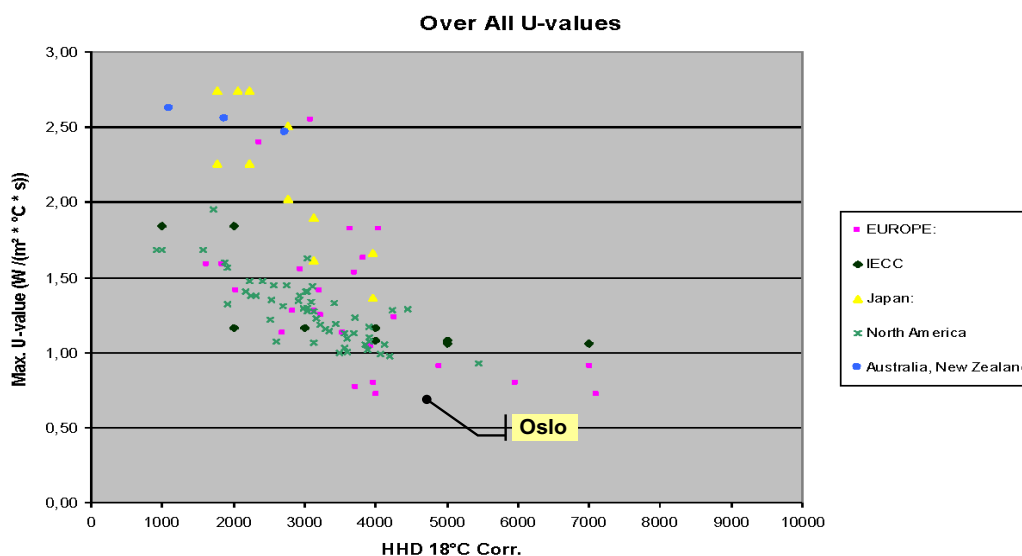
Figur 18 Vegg U-verdier: Forskriftsnivå flere steder i verden, avhengig av graddøgnstall [5]



Figur 19 Gulv U-verdier: Forskriftsnivå flere steder i verden, avhengig av graddøgnstall [5]



**Figur 20** Vindu U-verdier: Forskriftsnivå flere steder i verden, avhengig av graddøgnstall [5]



**Figur 21** Samlet U-verdi =  $U_{\text{tak}} + U_{\text{vegg}} + U_{\text{gulv}} + 0,2 \times U_{\text{vindu}}$   
Forskriftsnivå flere steder i verden, avhengig av graddøgnstall [5]

## 9 STUDIE 2: ASIEPI

### 9.1 Introduksjon

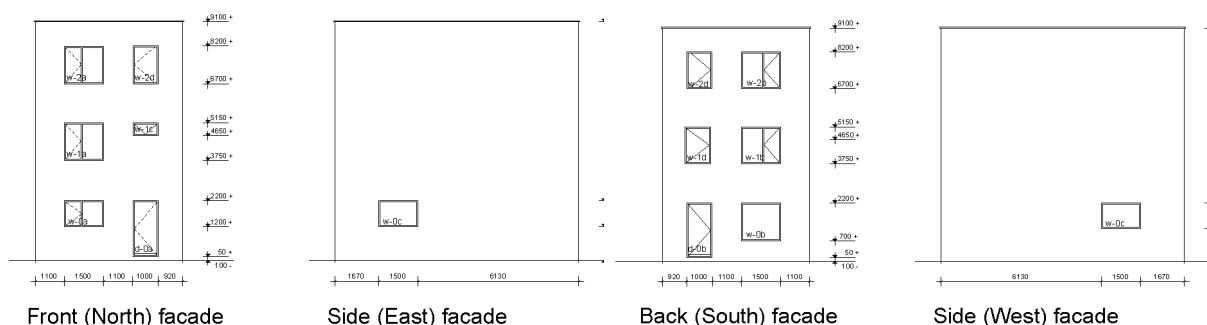
ASIEPI ('ASsessment and Improvement of the EPBD Impact' [40]-[93]) er et EU IEE-prosjekt med formål å støtte medlemsstatene i implementeringen av EPBD innenfor 6 konkrete temaer:

- Sammenlikning (benchmarking) av energikrav og energiberegningsmetoder i EU-land (Dette er det mest relevante for denne utredningen). Fokus på metodikken for sammenlikning.
- Kontroll, overholdelse og konsekvensen av de nye byggeforskrifter
- Effektiv håndtering av kuldebroer i EPBD sammenheng
- Hvordan oppnå mindre luftlekkasjer i bygningskroppen og ventilasjonssystemer
- Hvordan EPBD bør fremme, og ikke hindre, markedsintroduksjon av innovative energiløsninger
- Stimulering av bedre sommerkomfort og effektiv kjøling av EPBD-implementering

Innenfor disse 6 temaområder har ASIEPI et mål om å samle og analysere tilgjengelig informasjon, og formidle den til de rette målgrupper for å øke bevisstheten om potensielle problemer og løsninger. Dette vil også hjelpe EU-kommisjonen med evaluering av EPBD, med hensyn til å påvirke innholdet i EPBD Recast. Prosjektperioden er 2007-10-01 til 2010-03-31. Det er publisert et stort antall rapporter, korte "information papers" og "presentations-on-demand" på [www.asiepi.eu](http://www.asiepi.eu) og [www.buildup.eu](http://www.buildup.eu). I tillegg har det blitt organisert flere "webevents" på spesifikke temaer. Når denne utredningen ble skrevet, var de aller fleste deloppgaver slutført, bortsett for sluttrapporten om sammenlikning av energikrav i de forskjellige land.

### 9.2 Beskrivelse av referansebygningene

Tre typer boliger er analysert (Figur 22 til Figur 24). De har lik planløsning, og den eneste forskjellen er eksponeringen av sideveggene (ingen, én, eller begge, hhv. rekkehus, enderekkehus og enebolig)



**Figur 22 Enebolig**





**Tabell 10** Viser effekten av bygningens formfaktor\* på nødvendig U-verdi. Alle bygningene har kondenserende gasskjel. Rød representerer land med ulogisk forhold mellom formfaktor og nødvendig U-verdi for opake deler; grå er uvisst forhold.

	Vinduer, $U_{\text{vindu}}$ [W/m <sup>2</sup> K]			Opake deler, $U_{\text{opak}}$ [W/m <sup>2</sup> K]			Total, $U_{\text{gjennomsnitt}}$ [W/m <sup>2</sup> K]			Varmetransportkoeffisient <sup>1)</sup> $H_T = A \cdot U_{\text{gj.snitt}}$ [W/K]		
	Enebolig	Enderekke	Rekkehus	Enebolig	Enderekke	Rekkehus	Enebolig	Enderekke	Rekkehus	Enebolig	Enderekke	Rekkehus
<b>FI</b>	1,0	1,0	1,0	0,17	0,15	0,13	0,25	0,25	0,26	<b>81</b>	<b>62</b>	<b>44</b>
<b>NO <sup>2)</sup></b>	1,0	1,1	1,4	0,11	0,13	0,16	0,18	0,23	0,33	<b>59</b>	<b>58</b>	<b>59</b>
<b>UK</b>	?	?	?	?	?	?	?	0,33	?	?	?	?
<b>DK</b>	1,5	1,8	2,5	0,18	0,21	0,20	0,29	0,36	0,50	<b>103</b>	<b>100</b>	<b>92</b>
<b>PL <sup>for 3)</sup></b>	?	1,4	?	?	0,25	?	0,40	0,38	0,40	?	<b>100</b>	?
<b>CZ</b>	1,8	2,5	2,5	0,35	0,27	0,38	0,49	0,50	0,70	<b>158</b>	<b>123</b>	<b>120</b>
<b>DE <sup>for 4)</sup></b>	1,5	1,5	1,5	0,33	0,35	0,38	0,44	0,47	0,55	<b>167</b>	<b>139</b>	<b>114</b>
<b>DE <sup>na 4)</sup></b>	?	?	?	?	?	?	0,17	0,16	?	?	?	?
<b>BE</b>	1,7	1,7	1,7	0,30	0,33	0,39	0,42	0,54	0,61	<b>162</b>	<b>142</b>	<b>119</b>
<b>NL</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FR</b>	2,6	2,6	2,6	0,34	0,32	0,29	0,53	0,56	0,61	<b>162</b>	<b>133</b>	<b>100</b>
<b>IT <sup>for 5)</sup></b>	?	?	?	?	?	?	?	0,70	?	?	?	?
<b>ES</b>	3,0	3,0	3,0	0,55	0,52	0,47	0,76	0,80	0,83	<b>249</b>	<b>204</b>	<b>153</b>

\* Formfaktoren er forholdet mellom bygningens varmetapsareal (fasade, gulv og tak) og bygningens volum

- Ikke mulig å oppfylle forskriftskrav

? Ukjent verdi, men det er mulig å beregne

1) Kuldebroer er ikke inkludert. Disse tallene bør egentlig korrigeres for geometriske kuldebroer pga. ulike standarder for arealmåling

2) Selv om det er vist tall for Norge i tabellen, tilfredsstilles ikke forskriftskravet på 40% av varmebehovet fra fornybar energi. Tallene for Norge gjelder både for TEK revisjon 2007 og 2010

3) Polen: beregnet etter utkastet til de nyeste forskrifter, 2009. Etter ASIEPI-studien ble det polske forskriftskravene vedtatt med vesentlige endringer i forhold til utkastet.

4) Tyskland: Tall for både de gamle forskriftskrav og de nye EnEv-forskrifter etter oktober 2009




5) Italia: Verdien gjelder før energiberegningsmetoden ble revidert i 2009. Ingen beregninger er utført for rekkehuset eller eneboligen.

### Formfaktor

I Tyskland, Belgia og Norge ser vi at en enebolig trenger tykkere isolasjon enn et rekkehus, som gir mening siden energitap er høyere for en enebolig. I Spania, Frankrike og Finland ser vi at det fungerer omvendt: Et frittliggende hus trenger mindre isolasjon enn et rekkehus. Dette er en uheldig konsekvens av måten kravene er definert i disse tre landene. Tabell 11 viser utdrag fra Tabell 10 for å vise dette mer tydelig.

Norge er det eneste landet hvor varmetransportkoeffisienten holdes konstant ( $H_T \approx 59$  W/K) i Tabell 10. Det virker som om forskriftskravene i de andre landene er "snillere" mot bygninger med en dårlig formfaktor, dvs. bygninger med høyere varmetapsareal i forhold til bygningens volum. Konsekvensen er at man i Norge har et større insentiv til å bygge kompakt og energieffektiv arkitektur enn i andre land. (Dette insentivet uteblir om energitiltaksmetoden velges som dokumentasjonsmetode i stedet for en rammekravsberegning.) Eksempel: Det tyske systemet med referansebygg betyr at tillatt primærenergi behov blir desto større, jo mindre kompakt det planlagte bygget er. Tillatt energibehov øker dessuten i takt med andel glassareal, som det ikke fins begrensninger på i forskriften. I prinsippet er det mulig å bygge hele huset i glass, også taket. I boligbygg begrenses dette noe gjennom tilleggskravet om maksimalt varmetap. I yrkesbygg, derimot, er tilleggskravet relatert til enkelte bygningsdeler, slik at også helglassbygg lett ville kunne oppfylle kravet.

**Tabell 11** Illustrasjon av forholdet mellom bygningens formfaktor\* og nødvendig gjennomsnittlig U-verdi for de opake delene av konstruksjonen, dvs. alle flater utenom vinduer. Denne tabellen er et utdrag fra Tabell 10.

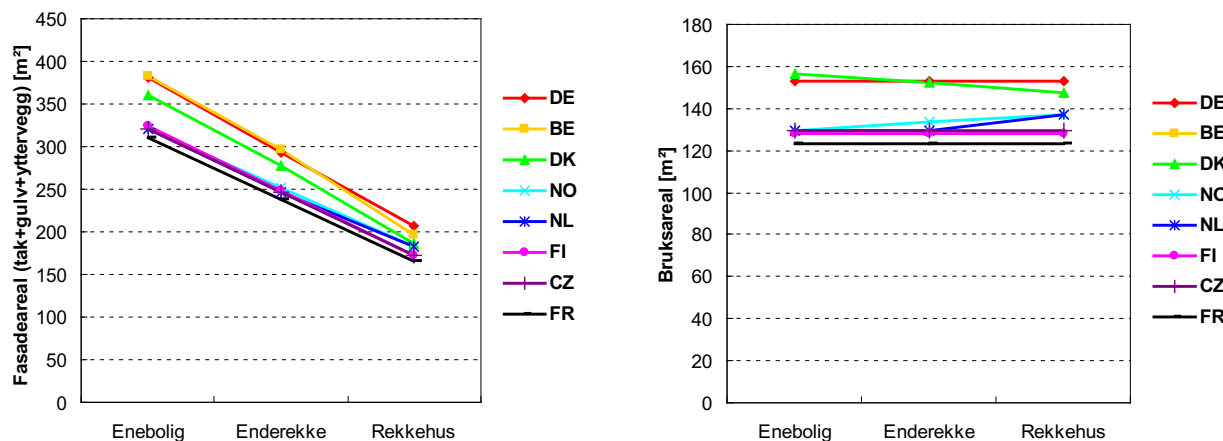
		 <b>Enebolig:</b> $U_{opak}$ [W/m <sup>2</sup> K]	 <b>Enderekkehus:</b> $U_{opak}$ [W/m <sup>2</sup> K]	 <b>Rekkehus:</b> $U_{opak}$ [W/m <sup>2</sup> K]
<b>Land med et logisk forhold mellom formfaktor* og nødvendig U-verdi</b>	Norge †	0,11	0,13	0,16
	Tyskland (før 4)	0,33	0,35	0,38
	Belgia	0,30	0,33	0,39
<b>Land med ulogisk forhold mellom formfaktor* og nødvendig U-verdi</b>	Finland	0,17	0,15	0,13
	Spania	0,55	0,52	0,47
	Frankrike	0,34	0,32	0,29

\* Formfaktoren er forholdet mellom bygningens varmetapsareal (fasade, gulv og tak) og bygningens volum

† Tallene for Norge er tatt ut i fra en energirammeberegning, ikke energitiltaksmetoden

### Ulike standarder for arealberegning

Figur 25 viser beregnet fasadeareal og bruksareal for de tre boligtypene i henhold til hvert lands regler for arealmåling. I Danmark, Tyskland, og Belgia er fasadeareal målt på utsiden av fasaden, mens de øvrige land bruker innsidemål. Forskjellen mellom to land kan være over 25 %. Dette har likevel ingen betydning for sammenlikning av U-verdikrav i de forskjellige land. Dette er fordi arealforskjellen skal kompenseres for ved geometriske<sup>3</sup> kuldebroer. Det vil si at land som bruker innvendige mål bør operere med et høyere kuldebrotap for geometriske kuldebroer enn land som bruker utvendige mål, slik at det totale varmetapet blir det samme. Kuldebroer skal derfor beregnes separat og ikke innlemmes i U-verdiene, vil dette forstyrre sammenlikningen.



**Figur 25** Beregnet fasadeareal (venstre) og bruksareal (høyre) for de tre boligtypene i hvert land. (I Tyskland er bruksareal beregnet som  $0,32 \times$  innvendig bruttovolum)

### Energiforsyningssystem

Tabell 12 sammenstiller resultatene for enderekkehuset med forskjellige forsyningssystemer for varme. Vi har følgende observasjoner:

- I utgangspunktet oppfylles ikke norske forskriftskrav ( $\geq 40\%$  av varmebehovet fra fornybar energi) i noen av casene, men tabellen viser likevel tall for Norge slik at de kan sammenliknes.

<sup>3</sup> Se side 20 for definisjon av geometrisk kuldebro

- Heller ikke i Nederland kan noen av casene tilfredsstillende forskriftskravet med overkommelige U-verdier. Dette er på grunn av det strenge primærenergi-rammekravet. Beregnet energibruk med kondenserende gasskjel er 128% av rammekravet med  $U_{\text{vinduer}} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  og  $U_{\text{opake}} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Det vil ha vært mulig å tilfredsstillende kravet med f.eks. varmegjenvinning.
- I landene som er farget rødt har ikke systemvirkningsgrad noe konsekvens. Dette er hovedsakelig land med rammekrav som begrenser netto energibehov (Norge, Spania) eller bare varmetap (Finland). I Frankrike er kontrollberegningen påvirket av systemvirkningsgrad, men problemet er at rammekravet øker for systemer med dårligere virkningsgrad. Frankrike skal endre beregningsmetoden i nær fremtid.

**Tabell 12 Resultater for forskjellige forsyningssystemer for enderekkehuset**

	Forsyningssystem		
	Kondenserende gasskjel	Ikke-kondenserende gasskjel	100 % elektrisk
<b>FI</b>	0,25	0,25	0,25
<b>NO</b>	0,23 <sup>1)</sup>	0,23 <sup>1)</sup>	0,23 <sup>1)</sup>
<b>DK før</b>	0,36	0,31	?
<b>PL</b>	0,38	<0,37 <sup>2)</sup>	?
<b>CZ</b>	0,50	0,45	?
<b>DE</b>	0,47	0,42	-
<b>BE</b>	0,54	0,42	-
<b>NL</b>	-	-	-
<b>FR</b>	0,56	0,56	0,56
<b>IT</b>	0,70	0,66	?
<b>ES</b>	0,80	0,80	?

- Ikke mulig, selv med bedre isolasjon

1) Selv om det er vist tall for Norge i tabellen, tilfredsstilles ikke forskriftskravet på 40% fornybar energi i noen av casene

2) Beregnet iht. nye polske forskriftskrav, kan ikke sammenliknes med Case 2

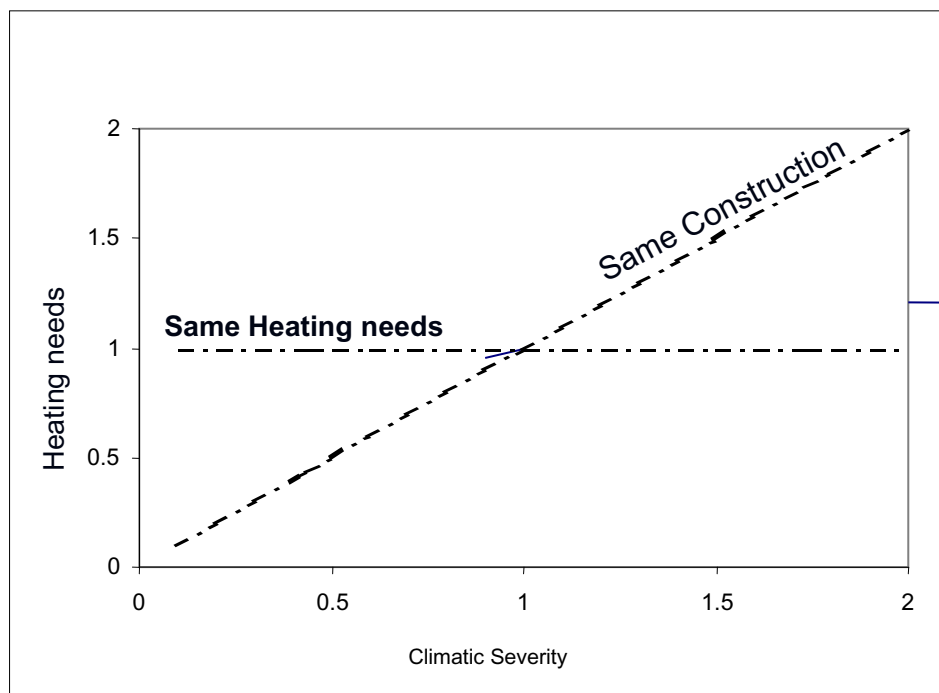
### Howdan sammenlikne kravene i ulike klimaer?

Man kan sammenlikne kravene i ulike land ved å plote verdiene fra ulike land på et punkt-diagram som funksjon av graddøgnstallet eller lignende klimaparameter. Figur 26 og Figur 27 viser et eksempel, hvor x-aksen er "Climate Severity Index". "Climate Severity Index" er en sofistikert versjon av graddøgn, og er beregnet energibehov (til oppvarming og/eller kjøling) for en referansebygning når den plasseres i et bestemt klima, og normalisert i forhold til energiforbruket til samme bygning plassert i Brussel. En tilsvarende metode brukes i Spania, som har svært varmt klima i sør og ganske mildt klima i nordvest.

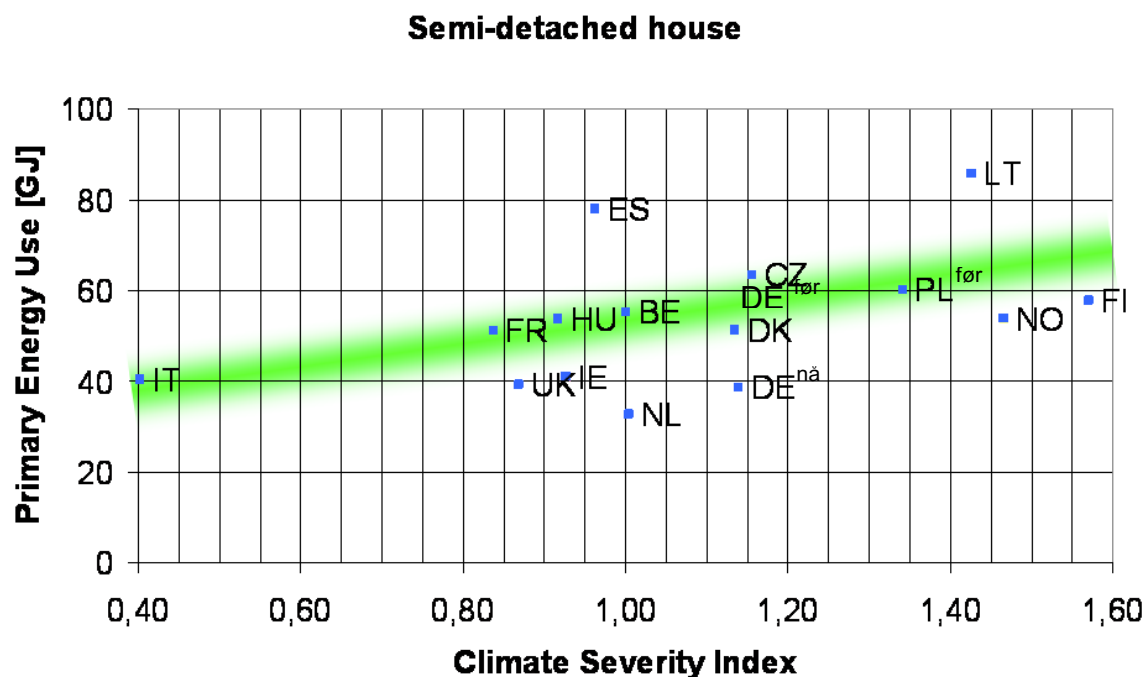
Ved sammenlikning av ulike land på en slik figur kan man forestille seg to ideelle scenarier:

- (a) Energirammekrav er like i alle land (dvs. samme energibruk uavhengig av klima)
- (b) Energitiltak er like i alle land (dvs. samme U-verdier o.l. uavhengig av klima) og varmetilskuddet fra interne varmekilder (utstyr, personer og belysning) er negligert

Disse to ekstreme scenarier er illustrert i Figur 26. Varmetilskuddet fra interne varmekilder er forholdsvis uavhengig av klima, så det mest realistiske (og kostnadseffektive) forholdet mellom klima og forskriftskrav er et sted mellom (a), og (b), som illustrert i Figur 27.



Figur 26 Illustrasjon av to ekstreme scenarier for sammenlikning av forskriftskrav i ulike land som funksjon av Climate Severity Index (CSI) for oppvarming [2]



Figur 27 Estimert primærenergibruk for enderekkehus eller tomannsbolig i forskjellige land som funksjon av landets CSI (Climate Severity Index). Figurene for rekkehus og enebolig viser samme tendens. [2]

Figur 27 viser at krav til energieffektivitet i de fleste land følger en trend (representert her med en grønn linje), hvor kaldere land har strengere krav. Man kan konkludere med at land som faller på den grønne trendlinjen har omtrent likeverdige forskriftskrav. Land under den grønne linjen har strengere krav, og land som ligger over den grønne linjen har svakere krav.

Figur 27 tyder på at Nederland har de strengeste kravene. Også Tyskland (i dette tilfelle pga. den kondenserende gasskjelen), Norge, Storbritannia/Irland, Danmark og Finland utpeker seg med strenge energikrav, mens Spania, Tsjekkia og Litauen har de svakeste kravene. Storbritannia og Irland kommer overraskende bra ut i denne sammenlikningen, mens studie 3 (se neste side) tyder på det motsatte. Kravene i Skottland, Storbritannia og England/Wales er svært like. Disse resultatene skal tolkes med stor forsiktighet; og representerer bare en spesifikk case.

#### 9.4 Konklusjoner

- Norge har de høyeste krav til varmeisolering i denne studien.
- Ingen av casene kan oppfylle byggeforskriftene i Norge og Nederland. I Norge er det utelukkende på grunn av kravet om at en vesentlig del ( $\geq 40\%$  i TEK07) av varmebehovet må dekkes med annen energi enn fossilt brensel eller elektrisitet.
- Norge har muligens et større insentiv til å bygge kompakt og energieffektiv arkitektur enn andre land. Dette insentivet uteblir om energiltaksmetoden velges som dokumentasjonsmetode – Dette er en kjent svakhet med denne forenklete metoden.
- ASIEPI-prosjektet konkluderte med at fremtidige studier bør følge metode C (jf. tabell på side 30). Dette innebærer at man må standardisere output fra beregningsprogrammene i større grad, noe som EPBD Recast vil sikre (f.eks. at energimerket i alle land skal inkludere samtlige poster i energibudsjettet iht. ISO 13790). Dette vil gjøre det mulig å plote verdiene fra ulike land på et punktdiagram som funksjon av graddøgnstall eller lignende klimaparameter, slik som Figur 27. En robust sammenlikning av energikravene er svært usikker i dag fordi beregningsmetodene er ulike i hvert land. Derfor kan vi ikke fatte bastante konklusjoner på grunn av sammenlikningen i Figur 27. En mer robust sammenlikning vil være mulig først når alle land bruker en fullstendig harmonisert beregningsstandard for å vurdere totalt energiforbruk.

## 10 STUDIE 3: BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT, SCOTLAND

### 10.1 Introduksjon

Bygningsforskningsinstituttet i Skottland (Building Research Establishment Scotland, BRE) gjennomførte to studier der energikravene for nye bygg ble sammenliknet for fire nordiske land (Danmark, Sverige, Finland og Norge) samt Skottland. Den første studien ble gjennomført i 2007 og gjaldt sammenlikning av energikrav for småhus. Den andre studien ble gjennomført i 2008 og gjaldt sammenlikning av energikrav for kontorbygg. Begge studiene ble bestilt av det Skotske Bygningsdirektoratet (Directorate for the Built Environment).

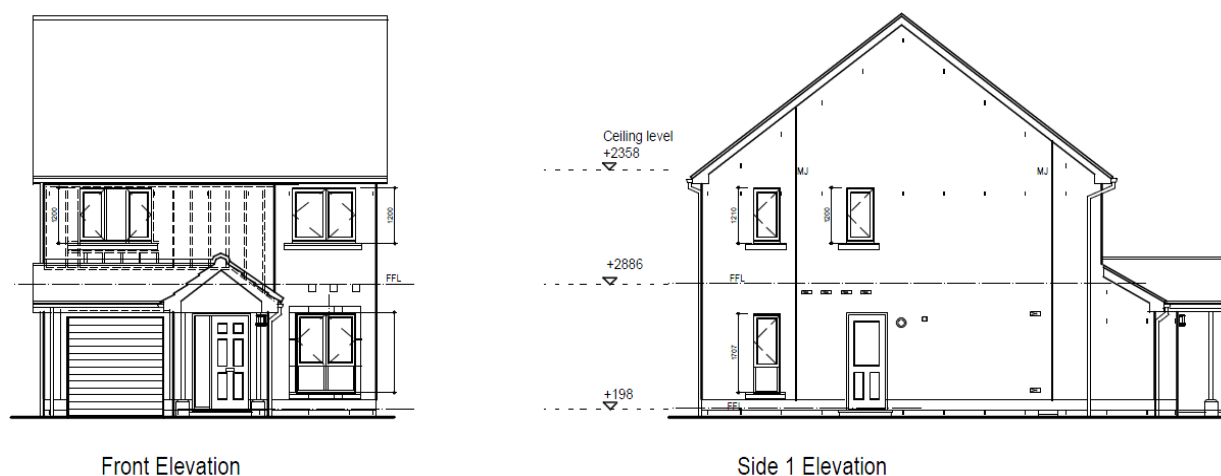
### 10.2 Arbeidsgang

Begge studiene er basert på den samme metodiske tilnærmingen. Et referansebygg med bestemt geometri og isolasjonsnivå ble skissert av BRE. Referansebygget oppfyller de skotske energikravene for nybygg. All dokumentasjon om referansebygget ble oversendt til nasjonale institusjoner (Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark, Prosjekt engagemang på vegne av Boverket i Sverige, VTT i Finland og SINTEF Byggforsk / Kan Energi på vegne av Statens bygningstekniske etat i Norge). Hver institusjon foretok en kontrollberegning av referansebygget i forhold til det nasjonale regelverket. Kontrollberegningen innebar beregning av totalt netto energibehov og energibehov til oppvarming ved bruk av nasjonal beregningsstandard og klima, samt sammenlikning av isolasjonsnivåene i de forskjellige land.

Beregningene ble utført med forskjellige dataprogrammer, noe som i seg selv kan føre til avvikende resultater når netto energibehov beregnes. [6] Problemstillingen er ikke utredet nærmere i studien.

### 10.3 Bygningstype 1: Enebolig

Eneboligen er naturlig ventilert og har en kondenserende gasskjel. Alle land har gjort kontrollberegninger av det skotske referansebygget som om bygget skulle bygges uten tilpasninger i hhv. Danmark, Sverige, Norge og Finland (Isolasjonsnivået i referansebygget tilfredsstillende energikrav fra det skotske regelverket, vist i kolonnen for Skottland i Tabell 13).



**Figur 28** Fasadetegning for referansebygg 1 i studie 3 - enebolig [3]

### 10.3.1 Resultater

**Tabell 13 Forskriftsnivå for U-verdier [W/m<sup>2</sup>·K] - Sammenlikning av nasjonalt regelverk for fem land (Skottland, Danmark, Sverige, Finland og Norge)**

	Finland <sup>3)</sup>	Norge <sup>3)</sup>	Sverige <sup>1)</sup>	Danmark <sup>2)</sup>	Skottland <sup>1)</sup>
<b>Yttervegg</b>	0,24	0,18	0,18	0,20	0,25
<b>Tak</b>	0,15	0,13	0,10	0,15	0,16
<b>Gulv</b>	0,19	0,15	0,16	0,15	0,22
<b>Vinduer og dører</b>	1,40	1,20	1,20	1,50	1,80

1) Anbefalte verdier

2) Det danske regelverket inneholder krav til U-verdi for hvert bygningselement kun for påbygg, og ikke for nybygg. Førstnevnte er gjengitt i tabellen.

3) Krav til U-verdi i energiltaksmodellen

**Tabell 14 Minstekrav til U-verdi [W/m<sup>2</sup>·K] - Sammenlikning av nasjonalt regelverk for fem land (Skottland, Danmark, Sverige, Finland og Norge)**

	Finland	Norge <sup>2)</sup>	Sverige <sup>1)</sup>	Danmark	Skottland
<b>Yttervegg</b>	0,60	0,22		0,40	0,30
<b>Tak</b>	0,60	0,18		0,25	0,20
<b>Gulv</b>	0,60	0,18		0,30	0,25
<b>Vinduer og dører</b>	1,80	1,60		2,00 <sup>3)</sup>	2,20
<b>Gjennomsnittlig U-verdi <sup>4)</sup></b>		0,32 <sup>5)</sup>	0,5		0,51 <sup>5)</sup>

1) Det finnes ikke minstekrav til U-verdi for hvert bygningselement i det svenske regelverket, kun krav til en gjennomsnittlig U-verdi for alle bygningselementer, inkludert kuldebroer.

2) Minstekrav gjelder ved bruk av energirammemodellen

3) Gjeldende krav fra januar 2008 (presiseringen skyldes at det første studiet for småhus ble gjennomført i 2007)

4) Gjennomsnittlig U-verdi [W/m<sup>2</sup>·K] tar utgangspunkt i varmetapstallet for alle bygningselementer, inkludert kuldebroer. Dette varmetapstallet deles med byggets omkringende innvendige areal.

5) Skottland og Norge har ingen minstekrav til gjennomsnitt U-verdi. Beregningen er gjennomført for referansebygget, for å muliggjøre sammenlikning med det svenske kravet.

**Tabell 15 Kontrollberegning av referansebygget ved bruk av nasjonalt regelverk i fem land (Skottland, Danmark, Sverige, Finland og Norge) <sup>1)</sup>**

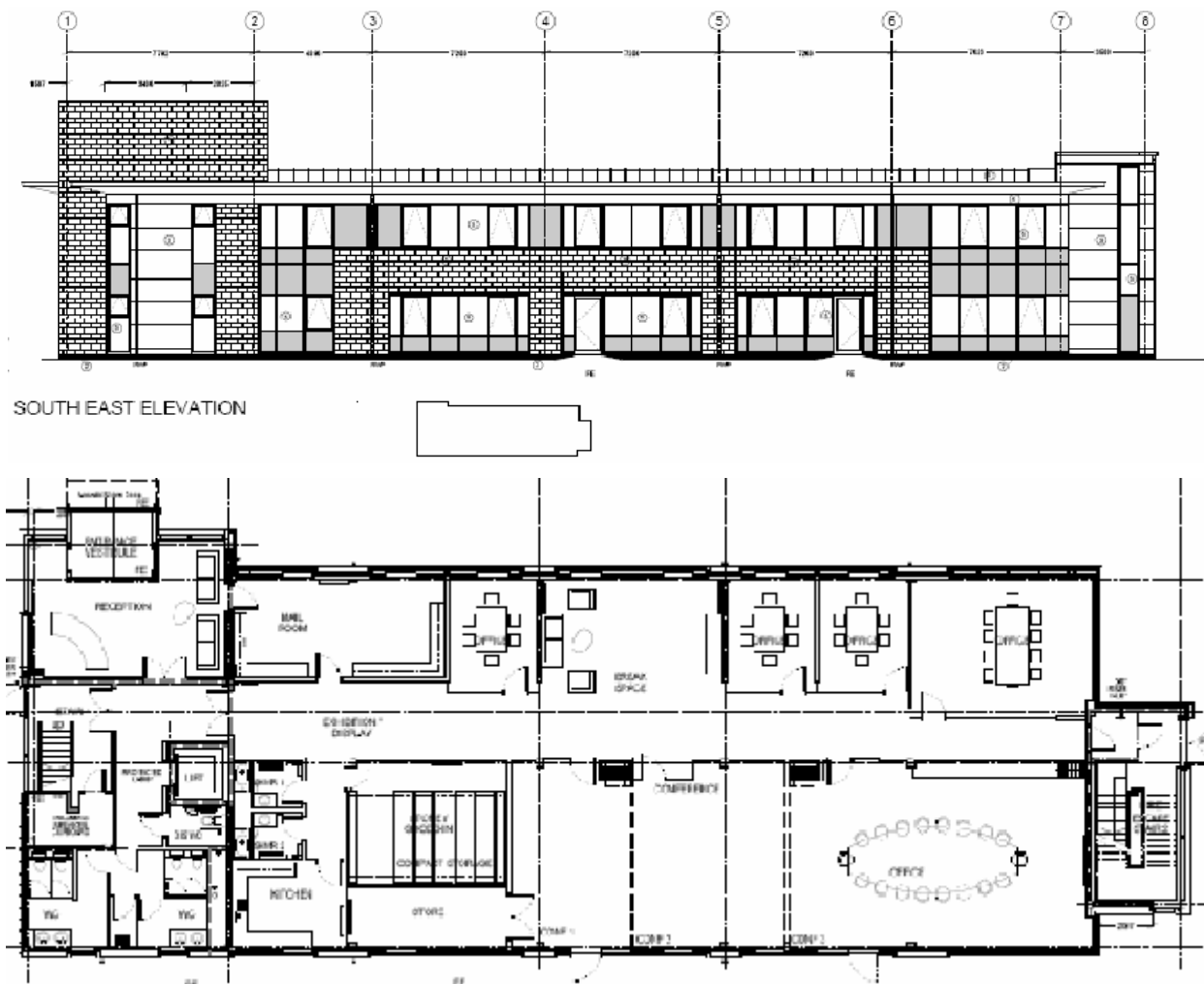
	Finland	Norge	Sverige	Danmark	Skottland
Årsgjennomsnittlig utetemperatur [°C]	4,3	5,9	6,3	8,2	9,7
a) Beregnet netto energibehov iht. nasjonale beregningsregler [kWh/m <sup>2</sup> ]	237	234	185	145	107
b) Energikrav iht. nasjonalt regelverk [kWh/m <sup>2</sup> ]	202	141 (125+16)	110	88	108
<b>c) Overskridelse: <math>c = 100 \times (a/b-1)</math> [%]</b>	<b>+17 %</b>	<b>+66 %</b>	<b>+68 %</b>	<b>+65 %</b>	<b>-1 %</b>

1) Kontrollberegning omfatter beregning av energikrav og beregning av netto energibehov. Alle beregninger er utført for det skotske referansebygget (isolasjonsnivået i referansebygget tilfredsstiller energikrav fra det skotske regelverket) som om bygget skulle bygges uten tilpasninger i hhv. Danmark, Sverige, Norge og Finland. Energikravet i de fem landene omfatter energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming, samt oppvarming av varmtvann, mens energibehov til lys og utstyr betraktes forskjellig fra land til land. Tallene er IKKE sammenliknbare på tvers av kolonnene.



## 10.4 Bygningstype 2: Kontorbygg

Bygningen er naturlig ventilert og har en kondenserende gasskjel. U-verdiene er som vist i kolonnen for Skottland i Tabell 16. Lekkasjetallet er ca  $n_{50}=2.5 \text{ h}^{-1}$ . Kuldebroer utgjør  $0,08 \text{ W/K}$  per  $\text{m}^2$  eksponert fasade/tak.



Figur 29 Fasade- og plantegning for referansebygg 2 i studie 3 - kontorbygg <sup>[3]</sup>

### 10.4.1 Resultater

Tabell 16 Krav til U-verdi [ $\text{W/m}^2 \text{ K}$ ] - Sammenlikning av nasjonalt regelverk for fem land (Skottland, Danmark, Sverige, Finland og Norge)

	Finland <sup>2)</sup>	Norge <sup>2)</sup>	Sverige <sup>1)</sup>	Danmark <sup>1)</sup>	Skottland <sup>1)</sup>
Yttervegg	0,24	0,18	0,18	0,25	0,25
Tak	0,15	0,13	0,15	0,16	0,16
Gulv	0,22	0,15	0,15	0,22	0,22
Vinduer	1,00	1,20	1,20	1,45	1,80
Dører	1,00	1,20	1,50	1,45	1,50

1) De nasjonale reglene inneholder ikke krav til U-verdi for hvert bygningselement. Verdiene som er gjengitt i tabellen er omregnet.

2) Krav til U-verdi i energitiltaksmodellen

**Tabell 17 Minstekrav til U-verdi [ $W/m^2 \cdot K$ ] - Sammenlikning av nasjonal regelverk for fem land (Skottland, Danmark, Sverige, Finland og Norge)**

	Finland	Norge <sup>2)</sup>	Sverige <sup>1)</sup>	Danmark	Skottland
Yttervegg	0,60	0,22		0,40	0,30
Tak	0,60	0,18		0,25	0,25
Gulv	0,60	0,18		0,30	0,25
Vinduer og dører	2,80	1,60		2,00	2,20
<b>Gjennomsnittlig U-verdi <sup>3)</sup></b>		<b>0,44 <sup>4)</sup></b>	0,70		0,44 <sup>4)</sup>

1) Det finnes ikke minstekrav til U-verdi for hvert bygningselement i det svenske regelverket, kun krav til en gjennomsnittlig U-verdi for alle bygningselementer, inkludert kuldebroer.

2) Minstekrav gjelder ved bruk av energirammemodellen i TEK:2007

3) Gjennomsnittlig U-verdi [ $W/m^2 \cdot K$ ] tar utgangspunkt i varmetapstallet for alle bygningselementer, inkludert kuldebroer. Dette varmetapstallet deles med byggets omkringende innvendige areal.

4) Skottland og Norge har ingen minste krav til gjennomsnitt U-verdi. Beregningen er gjennomført for referansebygget, for å muliggjøre sammenlikning med det svenske kravet.

**Tabell 18 Kontrollberegning av referansebygget ved bruk av nasjonal regelverk i fem land (Skottland, Danmark, Sverige, Finland og Norge) <sup>1)</sup>**

	Finland	Norge	Sverige	Danmark	Skottland
Årgjennomsnittlig utetemperatur [ $^{\circ}C$ ]	4,3	5,9	6,3	8,2	9,7
a) Beregnet netto energibehov iht. nasjonale beregningsregler [ $kWh/m^2$ ]	217	258	259	177,7	155
b) Energikrav iht. nasjonal regelverk, [ $kWh/m^2$ ]	204	165	125	96,7	155
<b>c) Overskridelse: <math>c = 100 \times (a/b-1)</math> [%]</b>	<b>+6%</b>	<b>+56%</b>	<b>+107%</b>	<b>+84%</b>	<b>0%</b>

1) Kontrollberegning omfatter beregning av energikrav og beregning av netto energibehov. Alle beregninger er utført for det skotske referansebygget (isolasjonsnivået i referansebygget tilfredsstiller energikrav fra det skotske regelverket) som om bygget skulle bygges uten tilpasninger i hhv. Danmark, Sverige, Norge og Finland. Energikravet i de fem land omfatter energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming, samt oppvarming av varmtvann, mens energibehov til lys og utstyr betraktes forskjellig fra land til land. Tallene er IKKE sammenliknbare på tvers av kolonnene.

## 10.5 Konklusjoner

Blant de fem landene som er sammenliknet, har Sverige, Danmark og Norge (TEK:2007) de strengeste kravene til U-verdi for hvert bygningselement ved bruk av energitiltaksmodellen. Norge har totalt sett det strengeste minstekravet til U-verdi. Finland har det strengeste kravet til U-verdi for vinduer (men dette gjelder bare i næringsbygg), ellers er det Norge og Sverige som har de strengeste kravene til vinduer.

De skotske referansebyggene oppfyller ikke de nasjonale kravene til energirammen i noen av de andre landene. Overskridelsen er størst i Danmark, Sverige og Norge. Det aller største avviket er i Sverige.

## 11 STUDIE 4: INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU), TYSKLAND

Institut Wohnen und Umwelt (IWU) i Darmstadt har i 2008 gjennomført en sammenliknende studie av energikrav i 11 sentraleuropeiske land.<sup>[7]</sup> Oppdragsgiver var det tyske departementet for samferdsel, bygging og byutvikling, som ga ut studien i april 2009. Det ble undersøkt energikrav i Tyskland, Østerrike, Tsjekia, Polen, Sverige (region sør), Danmark, England/Wales, Nederland, Belgia (Flandern), Luxembourg og Frankrike (Alsace). Institusjoner fra alle disse landene bidro med sine respektive beregninger.

### 11.1 Metode

For å kunne sammenlikne energikrav i land med svært ulike regelverk, metoder, arealbegrep osv., ble det definert referansebygg for tre bygningskategorier: endeseksjon i rekkehus (tilsvarer halvdel av tomannsbolig), boligblokk og skole. Ekspertene fra de forskjellige landene beregnet så nødvendige U-verdier for tak, vegger, vinduer, dører og gulv for akkurat å kunne tilfredsstille gjeldende energikrav etter regelverket i eget land (eller regionen<sup>4</sup>). Til dette ble det brukt metoder og arealregler som gjelder i vedkommende land. I noen land er det differensierte energikrav, avhengig av varmforsyningssystemet, energibærer e.l. U-verdiene ble derfor beregnet for flere varianter av ulike systemkonstellasjoner. Disse er listet opp i Tabell 19.

---

<sup>4</sup> I land med ulike regionale energikrav ble det valgt regionen som klimatisk ligger nærmest Tyskland.

**Tabell 19** Liste over beregnede alternativer med navn og kort beskrivelse av forsyningssystemet. Referansebyggene med tegninger og arealer er nærmere beskrevet i [7] sammen med regneark med resultater og nøyaktig definisjon av systemvariantene.

Variant	Endeseksjon rekkehus	Boligblokk	Skole
<b>basis</b>	Lavtemperatur gasskjel for oppvarming og varmtvann; ventilasjon kun vinduslufting	Kondenserende gasskjel for oppvarming og varmtvann, mekanisk avtrekksventilasjon	Kondenserende gasskjel for oppvarming og varmtvann, balansert ventilasjon med 75 % gjenvinning
<b>hg-cond</b>	Kondenserende gasskjel, ellers som basis	-	-
<b>hg-bnc</b>	-	Lavtemperaturkjel, ellers som basis	Lavtemperaturkjel, ellers som basis
<b>hg-pellet</b>	Pellettkjel, ellers som basis	Pellettkjel, ellers som basis	Pellettkjel, ellers som basis
<b>hg-hp</b>	Varmepumpe jord-vann, ellers som basis	Varmepumpe jord-vann, ellers som basis	Varmepumpe jord-vann, ellers som basis
<b>dhw-el</b>	Varmtvann elektrisk desentralisert, ellers som basis	Varmtvann elektrisk desentralisert, ellers som basis	-
<b>dhw-sol</b>	Solfanger støtter varmtvannsberedning, ellers som basis	Solfanger støtter varmtvannsberedning, ellers som basis	-
<b>vent-exh</b>	Avtrekkventilasjon, ellers som basis		-
<b>vent-nomec</b>	-	Ventilasjon kun vinduer, ellers som basis	Ventilasjon kun vinduer, ellers som basis
<b>vent-rec</b>	Balansert ventilasjon med 80 % gjenvinning, ellers som basis	Balansert ventilasjon med 80 % gjenvinning, ellers som basis	-
<b>sys-el</b>	Alt elektrisk	Alt elektrisk	-
<b>sys-cond/sol/rec</b>	Kondenserende gasskjel, solfanger, balansert ventilasjon 80% virkningsgrad	-	-
<b>sys-sol/rec</b>	-	Solfanger, balansert ventilasjon 80 % gjenvinning, ellers som basis	-

I noen land åpner forskriftene for et valg blant forskjellige metoder for dokumentasjon av energikrav (som energitiltaksmodellen og rammekravsmodellen i Norge), eller det kan velges forenklete metoder under gitte forutsetninger. I slike tilfeller skulle ekspertene bruke den mest utbredte eller enkleste metoden. Dette kan forklare hvorfor resultatene ikke i alle tilfeller er helt overensstemmende med det som kommer fram i andre studier.

En gjennomsnittlig U-verdi for hele klimaskjermen ble så regnet ut på grunnlag av de kalkulerte U-verdiene for tak, vegger, vinduer, dører og gulv, vektet etter arealandel og med reduksjonsfaktorer mot grunn og kjeller. Den gjennomsnittlige U-verdien er beregnet ved hjelp av den tyske metoden der areal er angitt med utvendige mål. Resultatet er en slags forenklet varmegjennomgangskoeffisient, relatert til hele ytterarealet (klimaskjermen). Dette tilsvarer varmetapstallet i Norge, dog uten å ta med infiltrasjons- og ventilasjonstap eller kuldebroer. Koeffisienten / den gjennomsnittlige U-verdien er dessuten relatert til totalt utvendig areal rundt klimaskjermen, ikke til oppvarmet BRA, som det norske varmetapstallet relaterer til.

Videre ble det regnet ut det resulterende primærenergibehovet for alle varianter. Også her ble det tyske regelverket brukt for å kunne sammenlikne resultatene direkte. Primærenergibegrepet tar hensyn til netto energibehov, systemtap, gevinst gjennom solfangere, varmepumper osv. samt alle nødvendige trinn utenfor bygget for å utvinne, produsere og transportere energien til bygningen. Resultatet er avhengig av bygningskroppens egenskaper, systemvirkningsgrader og primærenergifaktorer. PE-faktorene tar kun hensyn til den delen av primærenergibehovet som

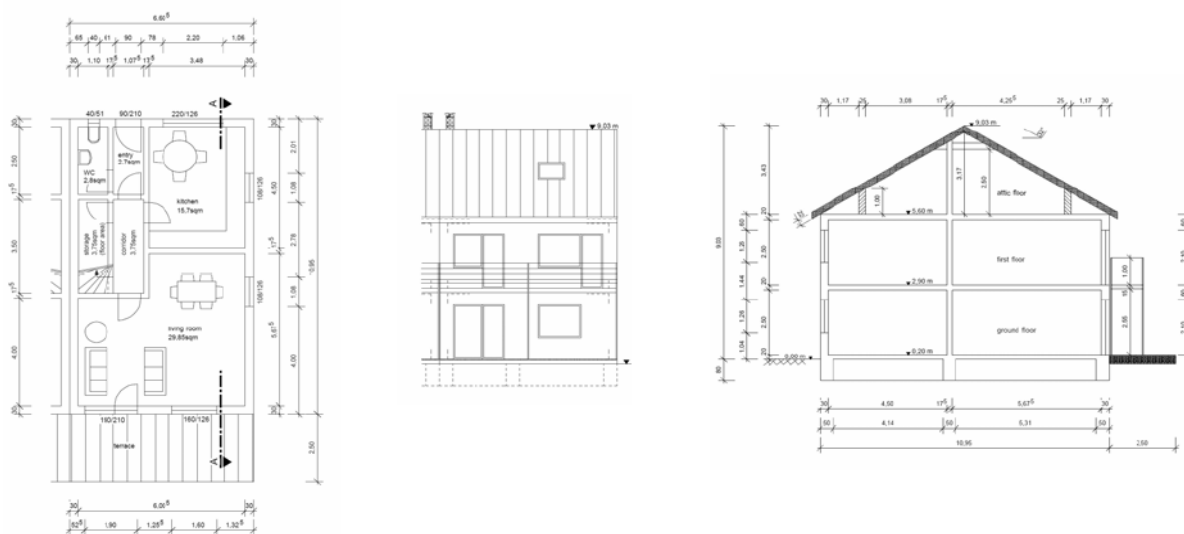
skyldes ikke fornybare energikilder. Faktorene for flytende og gassformig biomasse er likevel de samme som for olje eller naturgass (PE-faktor lik 1,1), hvis biomassen ikke produseres i umiddelbar nærhet til bygget (om det er tilfelle, blir faktoren for slik biomasse nedjustert til 0,5). Strøm hadde i 2008 en PE-faktor på 2,7, slik at elektrisk oppvarming normalt nærmest er utelukket i Tyskland. PE-faktoren for pellerer ligger derimot på 0,2 – noe som tillater forholdsvis dårlig isolert bygningskropp. Bruk av fornybar energi gjør det betydelig lettere å oppnå forskriftskravet.

## 11.2 Resultater

Sammenlikning av primærenergibehov for de ulike variantene er ikke spesielt interessant for Norge, ettersom det norske regelverket baserer seg på bygningens netto energibehov, mens forsyning med ny fornybar energi er et særskilt krav, normalt helt uavhengig av byggets energistandard. Dessuten er begrepet primærenergi ikke innarbeidet i Norge, og det eksisterer ikke offisielt godkjente eller omforente primærenergifaktorer. I det følgende blir det derfor kun presentert resultater for selve bygningskroppen. Egne beregninger, utført av SINTEF Byggforsk i gjeldende prosjekt, er gjort for å kunne sammenlikne de tre referansebyggene, beregnet etter energikrav i norske TEK, med resultater for tilsvarende bygg, beregnet etter krav i de 11 undersøkte land.

I det følgende er resultatene samlet i tre oversiktstabeller for referansebyggene.

### 11.2.1 Bygningstype 1: Endeseksjon rekkehus



**Figur 30 Referansebygg 1: Rekkehus**

**Tabell 20 Gjennomsnittlig U-verdi – varmetap per kvadratmeter klimaskjerm referansebygg 1. Beregnede maksimalverdier [W/(m<sup>2</sup>K)] \***

Variant betegnelse	basis	hg-cond	hg-pellet	hg-hp	dhw-el	dhw-sol	sys-el	vent-exh	vent-rec	sys-cond/sol/
Type Variant	Basis-variant	Variasjon varmforsyning			Variasjon varmtvannsbereidning		Variasjon hele system	Variasjon ventilasjon		Variasjon hele system
Beskrivelse	Lavtemperatur gasskjel oppv.+vv vinduslufting	Kondenserende gasskjel	Pellet-kjel	Varmepumpe	Elektrisk desentral	Solfanger	Alt elektrisk	Avtrekkventilasjon	Balansert ventilasjon med 80 % gjenvinning	Kondenserende gasskjel, solfanger, balansert ventilasjon med 80% gjenvinning
<b>Norge***</b>	0,20 <sup>4)</sup>	0,20 <sup>4)</sup>	0,20 <sup>4)</sup>	0,20 <sup>4)</sup>	0,20 <sup>4)</sup>	0,20 <sup>4)</sup>	0,20 <sup>4)</sup>	0,20	0,32	0,32
<b>Sverige (Lund)</b>	0,26 <sup>2)</sup>	0,26	0,26	0,42 <sup>2)</sup>	0,10	0,40 <sup>2)</sup>	0,10 <sup>2)</sup>	0,42 <sup>3)</sup>	0,42	0,42
<b>Danmark</b>	-	0,36	0,36	0,36	0,35 <sup>1)</sup>	0,36 <sup>1)</sup>	0,27	0,36 <sup>1)</sup>	0,36 <sup>1)</sup>	0,36
<b>Polen</b>	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
<b>Tsjekkia</b>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
<b>Østerrike</b>	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
<b>Tyskland før**</b>	0,40	0,43	0,50	0,50	0,37	0,44	-	0,38	0,50	0,50
<b>England &amp; Wales</b>	-	0,39	0,47	0,47	0,31 <sup>1)</sup>	0,47 <sup>1)</sup>	0,31	0,41 <sup>1)</sup>	0,47 <sup>1)</sup>	0,47
<b>Belgia (Flandern)</b>	0,37 <sup>2)</sup>	0,51 <sup>2)</sup>	0,31 <sup>2)</sup>	0,56 <sup>2)</sup>	0,32 <sup>2)</sup>	0,46 <sup>2)</sup>	-	0,37	0,39	0,55
<b>Nederland</b>	-	-	-	0,32	-	-	-	-	-	0,37
<b>Luxembourg</b>	0,34	0,35	0,35	0,35	0,29	0,35	-	0,37	0,42	0,43
<b>Frankrike (Alsace)</b>	0,43	0,50	0,43	0,52	0,34	0,43	0,43	0,43	0,43	0,52

**Anmerkninger**

\*) Tar hensyn til transmisjonsvarmetap gjennom alle ytterflater, beregnet med utvendige mål, uten tillegg eller fratrukk ved overganger (kuldebroer)

\*\*) Verdier i henhold til forskrift EnEV gjeldende før 1. oktober 2009

\*\*\*) Egne beregninger, utført av SINTEF Byggforsk, februar 2010

- Betyr at varianten ikke er tillatt eller bare mulig med svært urealistiske U-verdier

**Avvik fra variantdefinisjoner:**

1) Kondenserende kjel (obligatorisk) i stedet for lavtemperaturkjel

2) Med avtrekksventilasjon (ventilasjonsanlegg obligatorisk etter forskrift)

3) Med varmpumpe i tillegg

4) Med system for naturlig avtrekksventilasjon eller med avtrekksventilasjon (kun vinduer i utgangspunkt ikke tilstrekkelig etter TEK)

Referansebygg 1 er en endeseksjon av et rekkehus eller en tilsvarende halvdel av en tomannsbolig. Den påkrevde U-verdien for dette bygget, beregnet etter norske regler, er lavere enn etter krav i alle land som var med i prosjektet. Dette gjelder for basisvarianten og nesten alle andre beregnede varianter. Forskjellen er størst ved bruk av systemer uten balansert ventilasjon. Ved bruk av balansert ventilasjon med varmegjenvinning er den nødvendige norske U-verdien også lavere enn etter krav i de andre land – selv om den norske U-verdien i disse variantene kun er styrt av minstekrav i TEK. I varianter uten balansert ventilasjon må den gjennomsnittlige U-verdien i Norge være en god del lavere enn etter energitiltaksmodellen i TEK (som tilsvarer 0,25 W/(m<sup>2</sup>K). Energiforsyningskravet i TEK har ingen betydning for rekkehuset, som har vesentlig lavere netto varmebehov enn 17.000 kWh per år.

Det er kun få varianter hvor andre land er strengere enn Norge. I fire land er et rent elektrisk system ikke mulig, eller et slikt kan bare brukes med urealistisk lave U-verdier i bygningskroppen. I Nederland gjelder dette også for varianten med elektrisk varmtvannsbereidning. Begge varianter er riktignok mulig i Sverige, men resulterer i betydelig lavere U-verdier enn i Norge. Nederlandske effektivitetskrav er så strenge at de bare kan oppnås med varmpumpe eller en kombinasjon av solfangere og balansert ventilasjon. I disse tilfeller er den nødvendige U-verdien imidlertid høyere enn etter norske krav. Sverige har svake krav hvis det brukes varmpumpe eller balansert ventilasjon.

Sverige og Nederland skiller seg ut som spesielt strenge for mange varianter, men totalt sett har også disse landene svakere resulterende krav enn Norge. For øvrig er det påfallende at det normalt fortsatt er mulig å bruke ren avtrekksventilasjon for dette bygget. Kun i Tyskland og Norge utløser bruk av avtrekksventilasjon vesentlig strengere U-verdikrav enn bruk av balansert

ventilasjon. I de fleste land er det også tilstrekkelig å lufte kun med vinduer, uten at dette resulterer i spesielt strenge krav på U-verdier.

### 11.2.2 Bygningstype 2: Boligblokk



**Figur 31 Referansebygg 2: Boligblokk**

**Tabell 21 Gjennomsnittlig U-verdi – varmetap per kvadratmeter klimaskjerm referansebygg 2. Beregnede maksimalverdier [W/(m<sup>2</sup>K)] \***

Variant betegnelse	basis	hg-bnc	hg-pellet	hg-hp	dhw-el	dhw-sol	vent-nomec	vent-rec	sys-el	sys-sol/rec
Type Variant	Basis-variant	Variasjon varmforsyning			Variasjon varmtvannsbereidning		Variasjon ventilasjon		Variasjon hele system	
Beskrivelse	Kondenserende gasskjel til oppv.+vv., avtrekksventilasjon	Lavtemperatur gasskjel	Pelletkjel	Varmpumpe	Elektrisk desentral	Solfanger	Naturlig ventilasjon (vinduslufting)	Balansert ventilasjon med 80 % gjenvinning	Alt elektrisk	Solfanger, balansert ventilasjon med 80 % gjenvinning
<b>Norge***</b>	-	-	-	-	-	-	-	0,29 <sup>1)</sup>	-	0,29
<b>Sverige (Lund)</b>	0,34	0,34	0,26	0,41	0,41	0,41	-	0,38	0,41	0,41
<b>Danmark</b>	0,36	-	0,29	0,39	0,26	0,50	-	0,34	-	0,46
<b>Polen</b>	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
<b>Tsjekia</b>	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
<b>Østerrike</b>	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
<b>Tyskland før**</b>	0,44	0,41	0,54	0,54	0,45	0,54	0,41	0,54	0,17	0,54
<b>England og Wales</b>	0,50	-	0,56	0,56	0,40	0,56	0,48	0,56	0,33	0,56
<b>Belgia (Flandern)</b>	0,37	0,30	-	0,59	0,25	0,47	-	0,46	-	0,56
<b>Nederland</b>	-	-	-	0,43	-	0,26	0,19	0,33	-	0,49
<b>Luxembourg</b>	0,37	0,38	0,39	0,39	0,23	0,39	0,32	0,45	-	0,45
<b>Frankrike (Alsace)</b>	0,49	0,42	0,42	0,49	0,28	0,49	0,42	0,49	0,39	0,54

**Anmerkninger:**

\*) Tar hensyn til transmisjonsvarmetap gjennom alle ytterflater, beregnet med utvendige mål, uten tillegg eller fratrukk ved overganger (kuldebroer)

\*\*) Verdier i henhold til forskrift EnEV gjeldende før 1. oktober 2009

\*\*\*) Egne beregninger, utført av SINTEF Byggforsk, februar 2010

- Betyr at varianten ikke er tillatt eller bare mulig med svært urealistiske U-verdier

**Avvik fra variantdefinisjoner:**

1) En vesentlig del av varmebehovet må dekkes med annen energi enn fossilt brensel eller elektrisitet i henhold til energiforsyningskravet i TEK

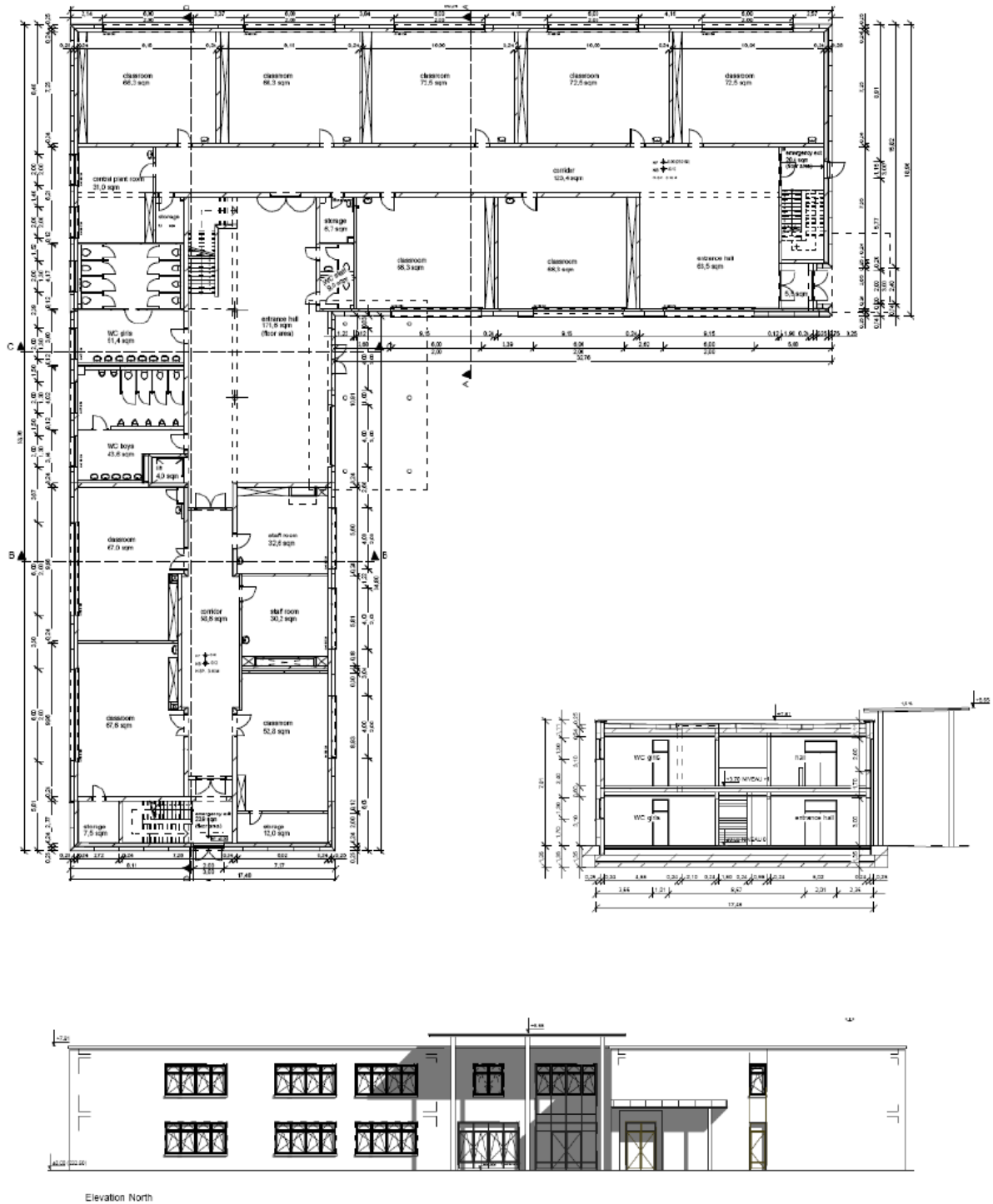
For referansebygg 2, en frittstående boligblokk, er det enda tydeligere at Norges forskriftskrav medfører en lavere gjennomsnittlig U-verdi enn reglene i de land som var med i IWU-studien. Varianter med balansert ventilasjon krever en bygningskropp litt bedre enn etter tiltaksmodellen i TEK, mens varianter med kun avtrekksventilasjon etter norske krav bare er mulig med urealistisk lave U-verdier. Selv med sterkt reduserte kuldebroer og mye lavere lekkasjetall enn

det som er definert i prosjektets systemvarianter eller i tiltaksmodellen, ville det være svært vanskelig å oppnå realistiske U-verdier. I tillegg slår energiforsyningskravet inn, slik at varianter med ren elektrisk eller bare fossil energiforsyning i utgangspunktet er utelukket.

Sverige skiller seg ikke i samme grad ut som for rekkehuset, og nederlandske krav kan oppnås med flere varianter enn ved referansebygg 1. Belgia og Danmark har derimot delvis strengere krav, uten at dette er gjennomgående for alle varianter. Intet land er i nærheten av Norges strenge krav. For avtrekks- og vindusventilasjon og for ren elektrisk forsyning gjelder i hovedsak de samme kommentarene som nevnt under referansebygg 1.



11.2.3 Bygningstype 3: Skole



Figur 32 Referansebygg 3: Skole

**Tabell 22 Gjennomsnittlig U-verdi – varmetap per kvadratmeter klimaskjerm referansebygg 3. Beregnede maksimalverdier [W/(m<sup>2</sup>K)] \***

Variant betegnelse	basis	hg-bnc	hg-pellet	hg-hp	vent-nomec
Type Variant	Basisvariant	Variasjon varmforsyning			Variasjon ventilasjon
Beskrivelse	Kondenserende gasskjel til oppvarming og varmtvann, balansert ventilasjon med 75 % varmegjenvinning	Lavtemperatur gasskjel	Pelletkjel	Varmepumpe	Ventilasjon: kun vinduer
Norge***	0,28 <sup>1)</sup>	0,28 <sup>1)</sup>	0,28	0,28	- <sup>2)</sup>
Sverige (Lund)	-	-	-	0,19	-
Danmark	0,20	-	0,16	0,25	0,23
Polen	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Tsjekkia	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Østerrike	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Tyskland før**	0,68	0,65	0,68	0,68	0,55
England og Wales	0,18	0,17	0,35	0,35	0,35
Belgia (Flandern)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Nederland	0,17	-	-	0,40	0,19
Luxembourg	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Frankrike (Alsace)	0,47	0,44	0,47	0,44	0,37

**Anmerkninger:**

\*) Tar hensyn til transmisjonsvarmetap gjennom alle ytterflater, beregnet med utvendige mål, uten tillegg eller fratrekk ved overganger (kuldebroer)

\*\*) Verdier i henhold til forskrift EnEV gjeldende før 1. oktober 2009

\*\*\*) Egne beregninger, utført av SINTEF Byggforsk, februar 2010

- Betyr at varianten ikke er tillatt eller bare mulig med svært urealistiske U-verdier

**Avvik fra variantdefinisjoner:**

1) En vesentlig del ( 40 %) av varmebehovet må dekkes med annen energi enn fossilt brensel eller elektrisitet i henhold til energiforsyningskravet i TEK

2) Med naturlig ventilasjonssystem eller avtrekksventilasjon er verdien 0,23 W/(m<sup>2</sup>K), hvis tyske luftmengder og driftstider benyttes i beregningen. U-verdiene tilsvarer da tiltaksmodellen i TEK.

Resultatene for referansebygg 3, en mindre skolebygning, skiller seg sterkt fra boligbyggene. Det mest påfallende er veldig svake krav til bygningskroppen i både Tyskland (forskrift før oktober 2009) og Belgia. På den andre siden er det i Sverige, Danmark og England/Wales vanskeligere å oppnå forskriftskrav i skolen enn i boligbyggene; i Sverige er kun varianten med varmpumpe realistisk. Bortsett fra Norge, Sverige og Nederland, er det heller ikke i skoler vanskelig å oppfylle forskriften med ren vindusventilasjon.

For en slik skole ligger Norges krav blant de mest ambisiøse, men de er ikke så strenge som i Sverige og Danmark og delvis i Nederland og England/Wales. I variantene med balansert ventilasjon er det kun minstekrav i TEK som styrer den gjennomsnittlige U-verdien. Uten minstekrav kunne bygningskroppen altså bli enda dårligere isolert enn vist i tabellen.

Vindusventilasjon er uproblematisk i alle land unntatt Sverige. I Norge er dette ikke mulig etter Teknisk forskrift, men skolen kunne heller ikke bygges med avtrekksventilasjon. På grunn av de store luftmengdene har referansebygget et så høyt ventilasjonsvarmetap at dette ikke kan kompenseres på noen som helst måte. Hvis en i beregningen derimot bruker tyske ventilasjonsmengder og driftstider, kan skolen oppfylle TEK med avtrekksventilasjon og en bygningskropp isolert som i energitiltaksmodellen.

#### 11.2.4 Tilleggsinformasjoner fra IWU – nye tyske regler

Etter studiens avslutning ble det i Tyskland innført skjerpede energikrav med delvis ny beregningssystematikk, gjeldende fra 1. oktober 2009. Ifølge bygningsdepartementet utgjør innskjerpingen ca. 30 % for maksimalt tillatt primærenergibehov og 15 % for tilleggskravet om bygningskroppens maksimale varmetap. Det finnes imidlertid ingen erfaringer med de innskjerpete regler, og innskjerpingsresultatene vil antakelig sprike sterkt, avhengig av det

konkrete bygg og valgt energiforsyningssystem. Endringer i beregningssystematikken har svært stor betydning for boligbygg, og i tillegg ble det gjort gjeldende en ny Lov til fremme av fornybar energi til varmeformål. Loven innebærer at krav i energiforskriften i utgangspunktet må overoppfylles med 15 %, hvis det ikke brukes fornybar energi og heller ikke velges andre kompenserende tiltak.

På forespørsel har SINTEF Byggforsk fått tilsendt tilleggsberegninger [8] for referansebygg 1 og 2. Tobias Loga i Institut Wohnen und Umwelt sammenlikner her forskjellige varianter i henhold til tidligere og nye tyske forskriftskrav. Ikke alle variantene er de samme som i studien. De er derfor ikke direkte sammenliknbare med varianter i tabeller vist ovenfor. Tabellen under viser resultatene for referansebygg 1 og 2 etter tidligere tysk forskrift EnEV 2007 og ny tysk EnEV 2009. Til sammenlikning vises det også resultater beregnet etter norske TEK 2007 (disse tilsvarer verdiene i tabellene ovenfor, ettersom norske forskriftskrav i utgangspunktet ikke skiller mellom ulike energiforsyningssystemer).

**Tabell 23 Gjennomsnittlig U-verdi – varmetap per kvadratmeter klimaskjerm, referansebygg 1 og 2 – sammenlikning av tysk forskrift 2007 og 2009 med norsk TEK 2007. Beregnede maksimalverdier [W/(m<sup>2</sup>K)] \***

Beskrivelse	Kondens- erende gasskjel, avtrekks ventilasjon	Lavtemp- eratur gasskjel, avtrekks ventilasjon	Pellet-kjel, avtrekks- ventilasjon	Varmepumpe & avtrekks- ventilasjon	Kondens. gasskjel til oppv., varmtvann desentral elektrisk, avtrekks- ventilasjon	Kondens. gasskjel til oppv. og varmtvann, solfanger til varmtvann, avtrekks- ventilasjon	Kondens. gasskjel, naturlig ventilasjon (vindus- lufting)	Kondens. gasskjel, balansert ventilasjon med varme- gjenvinning	Kondens. gasskjel, solfanger, balansert ventilasjon med varme- gjenvinning	Referanse etter tysk forskrift <sup>1)</sup> . Kondens- oljekjel, solfanger, avtrekks- ventilasjon
<b>Referansebygg 1 - Endeseksjon rekkehus</b>										
<b>Norge TEK 07***</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20 <sup>2)</sup>	0,32	0,32	0,20
<b>Tyskland EnEV 07**</b>	0,53	0,44	0,55	0,55	0,48	0,55	0,55	0,55	0,55	Ikke beregnet
<b>Tyskland EnEV 09**</b>	0,23	0,18	0,45	0,45	0,28	0,42	0,23	0,33	0,45	0,39
<b>Referansebygg 2 – Boligblokk</b>										
<b>Norge TEK 07***</b>	-	-	-	-	-	-	-	0,29 <sup>3)</sup>	0,29	-
<b>Tyskland EnEV 07**</b>	0,54	0,47	0,58	0,58	0,55	0,58	0,57	0,58	0,58	Ikke beregnet
<b>Tyskland EnEV 09**</b>	0,22	0,18	0,49	0,49	0,31	0,43	0,22	0,34	0,50	0,43

**Anmerkninger:**

\*) Tar hensyn til transmisjonsvarmetap gjennom alle ytterflater, beregnet med utvendige mål, uten tillegg eller fratrekk ved overganger (kuldebroer)

\*\*) Verdier i henhold til forskrift EnEV gjeldende hhv. før og fra 1. oktober 2009, det siste i forbindelse med loven EEWärmeG 2009

\*\*\*) Egne beregninger, utført av SINTEF Byggforsk

- Betyr at varianten ikke er tillatt eller bare mulig med svært urealistiske U-verdier

**Avvik fra variantdefinisjoner:**

1) Referansebygget med samme geometri, bruksareal og orientering definerer tillatte maksimalverdier i det aktuelle prosjektet i henhold til EnEV 2009. Det er også tillatt en kombinasjon av kondenserende oljekjel, desentralisert elektrisk varmtvannsbereidning (i stedet for solfanger) og avtrekksventilasjon. Kombinasjonen gir høyere tillatt primærenergi behov, men ingen endring i tillatt varmetap. Pga. EEWärmeG vil en slik kombinasjon likevel måtte overoppfylle energiforskriften med 15 %.

2) Med naturlig ventilasjonssystem eller avtrekksventilasjon (kun vinduer ikke tilstrekkelig etter TEK)

3) En vesentlig del av varmebehovet må dekkles med annen energi enn fossilt brensel eller elektrisitet i henhold til energiforsyningskravet i TEK

For varianter med bruk av fornybar energi endres bildet ikke vesentlig. For disse er de tyske innskjerpinger svært moderate, slik at Tyskland fortsatt er blant landene med forholdsvis svake krav. For varianter uten fornybar energi og samtidig uten balansert ventilasjon, rykker Tyskland derimot opp i gruppa med forholdsvis strenge krav i nærheten av norske TEK. Dette skyldes i stor grad den nye loven til fremme av fornybar energi, og ikke energiforskriften alene.

Etter den nye tyske energiforskriften EnEV 2009 er det et referansebygg med samme geometri, bruksareal og orientering som det aktuelle bygget og med faste, spesifiserte referanseegenskaper for bygningskropp og energiforsyning, som definerer tillatte maksimalverdier i prosjektet. EnEV-referansebygget har kondenserende oljekjel, solfanger og avtrekksventilasjon. Det resulterende krav på gjennomsnittlig U-verdi er i tilfelle rekkehuset  $0,39 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , mens maksimalverdien for det samme huset bygd etter norske TEK ville ligge så lavt som  $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Boligblokken ville i Tyskland ha et U-verdi-krav på  $0,43 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , mens det samme huset i Norge bare kunne bygges med urealistisk lave U-verdier.

For skolebygget foreligger det ikke tilleggsberegninger. Ut ifra resultatene for boligbygg, kan det imidlertid antas at Tyskland fortsatt har moderate eller svake krav, bortsett fra varianten med ren vindusventilasjon.

### 11.2.5 Konklusjoner

For alle tre referansebygg er norske forskriftskrav blant de mest ambisiøse. I boligbyggene er Norge strengest i nesten alle undersøkte varianter. I Norge er det vanskelig eller umulig å realisere referansebyggene uten balansert ventilasjon, men også hvis det brukes et slikt system, må U-verdiene ligge svært lavt. I de fleste andre land er det ingen signifikant kravforskjell mellom bygg med avtrekksventilasjon og bygg med balanserte systemer, og i mange land får heller ikke ren vindusventilasjon større konsekvenser for U-verdinivået.

Tendensielt har Polen og Tsjekia svake krav, mens Sverige, Danmark og Nederland er betydelig strengere – dog uten å være like strenge som Norge i de fleste tilfeller. I motsetning til inntrykket mange har, er Tyskland og Østerrike ikke blant de mest ambisiøse land. Også etter nye, skjerpede forskrifter har Tyskland svake krav til bygningskroppen, så lenge det brukes en eller annen form for fornybar energi. Også noen andre land får sprikende resultater i henhold til ulike systemvarianter, avhengig av om landets forskrifter fokuserer på ulike definisjoner av primærenergi, levert energi, netto energi, energibærer, energiforsyning, eller en kombinasjon av disse. Av samme grunn er noen varianter ikke gjennomførbare i enkelte land – f.eks. ren elektrisk energiforsyning, som i norske småhus derimot kan velges uten store konsekvenser.

I tilfeller hvor andre land er strengere enn Norge, eller hvor enkelte varianter ikke er mulig å gjennomføre, skyldes dette ikke spesielt strenge krav til bygningskroppen. Ingen andre land har samme fokus på robust bygningskropp som Norge. I Østerrike, Polen og Tsjekia er resultatene uavhengig av forsyningssystemet. I Sverige og Nederland samt i to av tre referansebygg også i Danmark, Belgia og Frankrike er de resulterende krav til bygningskroppen betydelig lavere, hvis det brukes varmepumpe i stedet for pelletkjel.

Resultatene fra studien viser at det normalt er strengere krav til rekkehuset enn til boligblokken. I Norge er det derimot vanskeligere å realisere blokkbygget. Dette har sammenheng med at rekkehusenheten som ble brukt til referanse, nesten er like kompakt som referanseblokken. Samtidig har blokken større vindusandel og høyere ventilasjonsrate. Store ventilasjonsmengder etter norske TEK medfører også at referanseskolen ikke kan bygges med kun avtrekksventilasjon eller naturlig ventilasjon.

Resultatene kan ikke uten videre overføres til andre konkrete bygninger eller bygningstyper. Det at sammenlikningstabellene for referanseskolen viser et ganske annet bilde enn tabellene for de to boligbygg, tyder på at det også kunne bli ulike resultater for andre bygningskategorier eller bygninger med annen geometri. Noen av de undersøkte variantene er også lite typisk eller ikke mulig i Norge. Tendensen er likevel entydig: Norske energikrav er blant de strengeste.

## REFERANSER

- [1] Boermans, T, & Petersdorf, C. "U-values for better energy performance of buildings", ECOFSYS, 2007. Kan lastes ned fra [www.ecofys.com](http://www.ecofys.com)
- [2] EU prosjekt ASIEPI (Assessment and Improvement of the EPBD Impact). [www.asiepi.eu](http://www.asiepi.eu)
- [3] 'International comparison of energy standards in building regulations: Denmark, Finland, Norway, Scotland, and Sweden' (2007) og 'International comparison of energy standards in building regulations for non-domestic buildings: Denmark, Finland, Norway, Scotland, and Sweden' (2008). Skotske DBE (Directorate for the Built Environment)
- [4] 'Energiesparrecht im mitteleuropäischen Vergleich – energetische Anforderungen an Neubauten' (Sammenlikning av energikrav i Sentral-Europa – Energiforbruk for nye bygninger), utført på oppdrag for tyske BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs), april 2009
- [5] Laustsen, J. *Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies for New Buildings*. IEA Information Paper, In Support of the G8 Plan of Action. March 2008
- [6] Kalema, T., Johannesson, G., Pylsy, P., Hagengran, P.: 'Accuracy of Energy Analysis of Buildings: A Comparison of Monthly Energy Balance Method and Simulation Methods in Calculating the Energy Consumption and the Effect of Thermal Mass', *Journal of Building Physics*, Vol.32, No.2 - October 2008
- [7] T. Loga, J. Knissel, N. Diefenbach: *Energiesparrecht im mitteleuropäischen Vergleich – energetische Anforderungen an Neubauten*. Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, desember 2008. Utgitt i april 2009 av Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin, og Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn. Tysk utgave kann lastes ned fra: <http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2009/ON112009.html>. Engelsk versjon: <http://www.iwu.de/en/downloads/fachinfos/energiebilanzen/> (tyske "Berechnungsblätter" er egentlig på engelsk)
- [8] e-post med vedlagt fil fra Tobias Loga (IWU), Beispiele EnEV 2009, sendt til Michael Klinski, 2010-02-09.
- [9] EU prosjekt 'RES-H Policy'. (Policy development for improving Renewable Energy Sources Heating & Cooling penetration in European Member States.
- [10] *Directive 96/61/EF on integrated pollution prevention and control (IPPC)* / Nytt direktiv fra 15. januar 2008.
- [11] *Directive 2001/77/EC (RES) promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market*. Erstattet av 2009/28/EC
- [12] *Directive 2002/91/EC on Energy Performance of Buildings* / Bygningsenergidirektivet (EPBD)
- [13] *Directive 2004/8/EC on Combined heat and Power (CHP-directive)*
- [14] *Directive 2005/32/EC on Ecodesign requirements for energy using products (EuP)*. Erstattet av 2009/125/EC
- [15] *Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services* / Energitjenestedirektivet (ESD)
- [16] *Directive 2009/28/EC on promotion of the use of energy from renewable sources (Renewable Energy Sources, RES)* / Fornybardirektivet. Erstatter 2001/77/EC og 2003/30/EC
- [17] *Directive 2009/125/EC on establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products – recast (ErP-directive)*. Erstatter 2005/32/EC
- [18] *Directive 2010/30/EU on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by energy-related products (recast)*. Erstatter 92/75/EEC

- [19] *Directive 2010/31/EU on energy performance of buildings (recast) (EPBD-Recast) Erstatte* 2002/92/EC (som tilbaketrekkes 1. februar 2012)
- [20] "Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm". Protokoll fra Münster 2009
- [21] <http://www.kfw-foerderbank.de/DE/Home/BauenWohnen/index.jsp>
- [22] Hüttler, W., Amerstorfer, A.: "Die Wohnbauförderung im Klimaschutz-Kontext". 2008 i: *Platzer, Hink, Pilz: So managen wir Österreich – Der neue Finanzausgleich und seine Folgen*. Kan lastes ned fra <http://www.e-sieben.at/de/portfolio/energiepolitik/index.php>
- [23] 'U-values in Europe: sustainable buildings'. Eurima (European Insulation Manufacturers Association), 2007. <http://www.eurima.org/u-values-in-europe/>
- [24] BMVBS (Ed.): *Monitoring and evaluation of energy certification in practice with focus on central European states*. BMVBS-Online-Publikation 02/2010.
- [25] EPBD Buildings Platform. *Implementation of the Energy Performance of Buildings Directive; Country Reports 2008*. [www.buildup.eu](http://www.buildup.eu)
- [26] Melding HO-1/2007. *Energi: Temaveiledning*. Statens Byggingstekniske Etat <http://www.be.no/beweb/regler/meldinger/071Energi.zip>
- [27] Rapport 'Lavenergiutvalget: Energieeffektivisering'. Oslo: Olje- & energidepartementet, juni 2009
- [28] *Strategi for reduktion af energiforbruget i bygninger*. April 2009. København : Regjeringen. Kan lastes ned fra <http://www.ebst.dk/energistrategi>
- [29] *Economies d'énergie. Rapport complet. Comment économiser 30% sans dépenser plus d'argent en construisant ou en rénovant un bâtiment tertiaire*. Belgia: IBGE. 2006  
Kan lastes ned fra [www.bruxellesenvironnement.be](http://www.bruxellesenvironnement.be)
- [30] *Studie naar de economische haalbaarheid van het verstrengen van de EPB-eisen bij residentiële gebouwen*. Brussels: 3E. 2008. Kan lastes ned fra [www2.vlaanderen.be](http://www2.vlaanderen.be)
- [31] Standard NS-EN ISO 13790:2008. *Bygningers energiytelse - Beregning av bygningers energibehov til oppvarming og kjøling (ISO 13790:2008)*
- [32] NS 3031:2007 *Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data*
- [33] NS-EN 15251:2007. *Inneklimateparametere for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk*
- [34] EU kommisjonens hovedwebseite med lovverk o.l. om energibruk i bygninger: [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm)
- [35] DIN V 4108, supplementary sheet 2
- [36] DIN V 18599-2
- [37] Conner, P.; Bürger, V.; Beurskens, L.; Ericsson, K.; Egger, C. *Overview of RES-H/RES-C Support Options: D4 of WP2 from the RES-H Policy project*. A report prepared as part of the IEE project "Policy development for improving RES-H/C penetration in European Member States (RES-H Policy)". 2009. [www.res-h-policy.eu](http://www.res-h-policy.eu) [Link her]
- [38] Schild, P.; Mysen, M. *Technical Note AIVC 65 - Recommendations on Specific Fan Power and Fan System Efficiency*. 2009. [www.aivc.org](http://www.aivc.org)
- [39] Thomsen, K.E.; Wittchen, K.B.; Erhorn-Kluttig, H.; Erhorn, H. *Thresholds related to renovation of buildings EPBD definitions and rules*. Rapport SBi 2009:02 [Link her] med kort sammenfatning i EPBD Buildings Platform, Paper P146, 2009-04-02 [Link her]

## **Publikasjoner fra ASIEPI prosjektet**

### *1 – Benchmarking:*

- [40] Paper P065: *Comparing Energy Performance Requirements over Europe* [[Link her](#)]
- [41] Paper P158: *A set of reference buildings for energy performance calculation studies* [[Link her](#)]
- [42] Paper P164: *Developing a method for comparing energy performance requirement levels among Europe* [[Link her](#)]
- [43] Web event 2: *Comparing Energy Performance Requirements across Europe* [[Link her](#)]
- [44] Web event 10: *Comparing Energy Performance Requirements across Europe: possibilities and impossibilities* [[Link her](#)]
- [45] Report: *Flemish study: small scale comparison of the EP-requirements between Flanders, the Netherlands, Germany and France* (består av 4 delrapporter) [[Link her](#)]

### *2 – Impact, Compliance and control*

- [46] Papers P168 ...P184: *14 country reports related to impact, compliance and control of legislation* [[Link her](#)]
- [47] Paper P178: *Approaches and possible bottlenecks for compliance and control of EPBD regulations* [[Link her](#)]
- [48] Paper P179: *Evaluation of compliance and control in Member States* [[Link her](#)]
- [49] Paper P180: *Evaluation of EPBD impact on requirements* [[Link her](#)]
- [50] Paper P181: *Barriers and good practice examples* [[Link her](#)]
- [51] Workshop proceedings: *International Workshop on Impact, compliance and control of energy legislations* [[Link her](#)]
- [52] Report: *Observations and recommendations regarding Impact, Compliance and Control issues with regards to the proposed EPBD recast* [[Link her](#)]

### *3 – Thermal bridges*

- [53] Paper P064: *Thermal bridges in the EPBD context: overview on MS approaches in regulation* [[Link her](#)]
- [54] Paper P148: *Impact of thermal bridges on the energy performance of buildings* [[Link her](#)]
- [55] Paper P152: *Software and atlases for evaluating thermal bridges* [[Link her](#)]
- [56] Paper P159: *Analysis of execution quality related to thermal bridges* [[Link her](#)]
- [57] Paper P187: *Duct system air leakage - How Scandinavia tackled the problem* [[Link her](#)]
- [58] Paper P188: *Good practice guidance on thermal bridges and construction details - Part 1: Principles* [[Link her](#)]
- [59] Paper P189: *Good practice guidance on thermal bridges and construction details - Part 2: Good examples* [[Link her](#)]
- [60] Web event 4: *An effective handling of thermal bridges in the EPBD context* [[Link her](#)]
- [61] Web event 8: *Good Building Practice to avoid Thermal Bridges* [[Link her](#)]
- [62] Presentation-on-demand 3: *Thermal bridges in the EPBD context: overview on MS approaches in regulations* [[Link her](#)]
- [63] Report: *Draft method for the consideration of thermal bridges in the EPB-regulation in Belgium: summary description* [[Link her](#)]. Selve forskriftsteksten [[Link her](#)]

### *4 – Airtightness*

- [64] Paper VIP29: *An overview of national trends in envelope and ductwork airtightness* [[Link her](#)]
- [65] Paper P072: *Implementation of Energy Performance Regulations: Opportunities and Challenges related to Building Airtightness* [[Link her](#)]

- [66] Paper P147: *International comparison of envelope airtightness requirements & success stories that could inspire the EC and other MS* [[Link her](#)]
- [67] Paper P157: *Airtightness requirements for high performance building envelopes* [[Link her](#)]
- [68] Paper P165: *Airtightness Testing of Large and Multi-family Buildings in an Energy Performance Regulation Context* [[Link her](#)]
- [69] Web event 1: *Ways to stimulate a market transformation of envelope airtightness - Analysis of on-going developments and success stories in 5 European countries* [[Link her](#)]
- [70] Web event 7: *How to improve ductwork airtightness - Ongoing developments and success stories in Europe* [[Link her](#)]
- [71] Report: *An overview of the market transformation on envelope and ductwork airtightness in 5 European countries* [[Link her](#)]
- [72] Report: *Stimulation of good building and ductwork airtightness through EPBD* [[Link her](#)]
- [73] Report: *Building airtightness measurement method in European countries* [[Link her](#)]
- [74] Report: *Brainstorming document on the envisaged ISO 9972 revision* [[Link her](#)]

#### 5 – Innovative systems

- [75] Paper P063: *Assessment of innovative systems the context of EPBD regulations* [[Link her](#)]
- [76] Paper P132: *An overview of national trends related to innovative ventilation systems* [[Link her](#)]
- [77] Web event 3: *Overview of national approaches for the assessment of innovative systems in the framework of the EPBD* [[Link her](#)]
- [78] Web event 9: *Stimulating innovation with EPBD* [[Link her](#)]
- [79] Presentation-on-demand 4: *The EPBD as support for market uptake of innovative systems* [[Link her](#)]
- [80] Workshop proceedings: *National trends of innovative products and systems for energy-efficient buildings - Barriers and strategies for an accelerated market uptake* [[Link her](#)]
- [81] Report: *Overview of national approaches for the assessment of innovative systems in the framework of the EPBD* [[Link her](#)]
- [82] Report: *Stimulating innovation with EPBD - What countries can learn from each other* [[Link her](#)]

#### 6 – Summer comfort and cooling

- [83] Paper P163: *Summer comfort and cooling: calculation methods and requirements* [[Link her](#)]
- [84] Paper P185: *French handling of alternative cooling techniques: free cooling and ground heat exchanger* [[Link her](#)]
- [85] Paper P186: *Innovative solar control devices* [[Link her](#)]
- [86] Web event 5: *Summer comfort and air conditioning in Europe: Current trends and future perspectives* [[Link her](#)]
- [87] Web event 6: *Thermal comfort and cooling demand in the air of climate change* [[Link her](#)]
- [88] Presentation-on-demand 5: *Stimulation of better summer comfort and reduced energy consumption for cooling by EPBD implementation* [[Link her](#)]
- [89] Workshop proceedings: *International Workshop on Summer Comfort and Cooling in Building Regulations* [[Link her](#)]
- [90] Report: *Alternative cooling calculation methods: Comparative simulations* [[Link her](#)]
- [91] Report: *Evaluation of the calculation methods for summer comfort and cooling* [[Link her](#)]
- [92] Report: *Handling of alternative cooling techniques* [[Link her](#)]
- [93] Report: *Additional requirements related to summer comfort and air conditioning* [[Link her](#)]



## DEFINISJONER

Definisjonene her er fra TEK temaveiledningen om energi <sup>[26]</sup>, med noen tilføyelser.

**Bruksareal:** Arealer som tilføres varme fra byggets varmesystem og som er omsluttet av byggets klimaskjerm. Oppvarmet bruksareal beregnes etter måleverdige deler etter regler gitt i NS 3940 og baseres på bruksareal (BRA). For eksempel vil alle rom for varig opphold inkluderes i bygningens oppvarmede areal.

**Boliger/Småhus:** Inkluderer eneboliger, to- til firemannsboliger og rekkehus.

**Energibudsjett:** Beskriver hvordan byggets samlede energibehov fordeler seg på energiposter som romoppvarming, kjøling, varmtvann, elektrisk utstyr, belysning, m.m.

**Energipost:** Se Energibudsjett

**Energiramme:** Forskriftens § 8-21 b gir maksimumsgrenser for bygningers samlede netto energibehov. Grensene omtales som forskriftens energirammer. Måleenhet er (kWh/m<sup>2</sup> pr år).

**Energiltak:** Forskriftens § 8-21 a gir opplisting av energiltak som kan utføres for å oppfylle energibestemmelsene i forskriften. Energiltakene kan sammenliknes med preaksepterte løsninger.

**Kuldebro:** Områder i bygningsskallet der varmetapet er høyere enn konstruksjonen ellers. Dette er normalt pga. lokale konstruksjonselementer med betydelig høyere varmeledningsevne enn isolasjonen. Eksempler er overganger mellom vegg og takk, balkong, vinduer eller gulv på grunn.

**Geometrisk kuldebro:** Ved hjørner (enten innover eller utover) avviker varmefluksen lokalt fordi det er forskjell mellom innvendig og utvendig varmetapsareal lokalt.

**Levert energi (kjøpt energi):** Energibærere som er levert til bygningen, f.eks. strøm, gass, pelleter. Solenergi er gratis og derfor ekskludert. Et solvarmesystem har imidlertid komponenter (f.eks. pumper) som bruker noe levert energi. For en varmepumpe er levert energimengde (strøm til kompressoren) en del lavere enn varmebehovet. For en kjel er levert energimengde (f.eks. biobrensel) høyere enn varmebehovet på grunn av systemvirkningsgraden (minde enn 100%).

**Lokal kjøling:** Behovsstyrt fjerning av varme fra definert sone/rom. Lokal kjøling omtales også som (lokal) romkjøling, for eksempel i NS 3031.

**Mekanisk kjøling:** Luftkondisjonering av bygninger ved hjelp av kjølemaskiner som bruker energi (normalt strøm)

**Minstekrav:** omfatter absolutte minimumsnivåer til isolasjonsevne for yttervegg, tak, gulv, vindu (maksimumskrav til U-verdier). Minstekravene gis som gjennomsnittsverdi for bygningsdelene i bygningen. I tillegg omfattes maksimumsverdier for bygningens lufttetthet av minstekravene.

**Netto energibehov:** skal beregnes etter NS 3031 og omfatter byggets samlede energibehov, fordelt på alle energipostene i en bygning. Virkningsgrad i varmesystem regnes ikke inn når byggets netto energibehov beregnes.

**Netto varmebehov:** omfatter byggets netto energibehov for romoppvarming (inkludert oppvarming av ventilasjonsluft) og varmtvann.

**NS 3031:** Norsk Standard 3031 – Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data er basert på europeiske standarder og beskriver hvordan en bygningens energibehov skal beregnes.

**Omfordeling:** Energiltakene i forskriftens § 8- 21 a beskriver hvordan energibestemmelsene i TEK enkelt kan oppfylles. Det er imidlertid tillatt å omfordele mellom tiltakene, det vil si gjøre én del bedre og en annen dårligere, så lenge byggets energibehov ikke øker. Dette vises ved å beregne byggets varmetapstall iht. NS 3031.

**Primær energi:** Energiinnholdet av primær kilde f.eks. kull, råolje og vannkraft, som er produsert uten råstoffinnsats av annen energi, og som er omformet og transport til sluttbruker. Dette tar hensyn til all energiforbruk til omforming og transport (f.eks. råolje for produksjon og transport av biopelleter).

**Varmetransportkoeffisient:** Summen av varmetap på grunn av transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon (W/K). Beregnes i henhold til NS 3031.

**Varmetapstall:** Varmetransportkoeffisienten delt på oppvarmet bruksareal (W/m<sup>2</sup>K). Definert i NS 3031.

**Varmetapsramme:** Maksimal tillatt ramme for varmetap i henhold til krav gitt i forskriftens § 8-21 a (energiltaksmodellen). Varmetapsrammen beregnes som varmetransportkoeffisienten og/eller varmetapstallet for bygningen i henhold til NS 3031. Varmetransportkoeffisienten eller varmetapstallet for bygningen, basert på faktisk utforming, skal ikke være høyere enn varmetapsrammen.

**SINTEF** er Skandinavias største forskningskonsern. Vår visjon er «Teknologi for et bedre samfunn». Vi skal bidra til økt verdiskapning, økt livskvalitet og en bærekraftig utvikling. SINTEF selger forskningsbasert kunnskap og tilhørende tjenester basert på dyp innsikt i teknologi, naturvitenskap, medisin og samfunnsvitenskap.

**SINTEF Byggforsk** er et internasjonalt ledende forskningsinstitutt og Norges viktigste formidler av forskningsbasert kunnskap til bygge- og anleggsnæringen. Vi skaper verdier for våre kunder og for samfunnet gjennom forskning og utvikling, spesialrådgivning, sertifisering og kunnskapsformidling. Våre publikasjoner omfatter Byggforskserien, Byggebransjens våtromsnorm, håndbøker, rapporter, faktabøker og beregnings- og planleggingsverktøy.