



Analys av nära-nollenergikraven i byggregler

Kompletterande krav

Åsa Wahlström

14 augusti 2018

Sammanfattning

I direktivet om byggnaders energiprestanda (2010/31/EU) finns krav på att "nära nollenergibyggnader" ska vara nybyggnadskrav för alla offentliga byggnader 1 januari 2019 och för alla byggnader 1 januari 2021. Den 9 juni 2018 trädde en revidering av direktivet om byggnaders energiprestanda (2018/844/EU) i full kraft. Revideringen innebär nya möjligheter att formulera energikrav i byggregler.

Föreliggande analys kompletterar en tidigare rapport som analyserat nära-nollenergi i byggregler och tagit fram ett förslag på formulering av krav för byggnaders energiprestanda och redovisning i energideklarationen. Syftet är att vidareutveckla förslaget på formulering i förhållande till det reviderade direktivet.

Arbetet har utförts genom att studera våra grannländers byggregler och svenska frivilliga certifieringssystem. Det kan konstateras att övergripande bör byggregler ha funktionskrav (ej detaljstyrning) och verifieringskrav (kvalitetssäkring). Vidare bör byggregler följa prioritetsordningen i energitriangeln (minimera energiförluster, tillgodose energibehovet effektivt och använda förnybar energi). Föreliggande kompletterande analys föreslår därför att byggregler omformuleras och baseras på flera krav, ett huvudkrav tillsammans med kompletterande krav.

Genom att överväga för- och nackdelar med olika systemgränser kan det konstateras att byggregler bör baseras på ett huvudkrav baserat på köpt energi. För att säkerställa en god energihushållning då elsystem används för uppvärmning, kylning och beredning av tappvarmvatten har huvudkravet för dessa processer en viktningsfaktor för el. Byggnadens energiprestanda uttrycks därmed, i enighet med det reviderade direktivet (2018/844/EU), med en numerisk indikator för primärenergianvändning i kWh/(m²/år) där beräkningen av primärenergi baseras på en viktningsfaktor för el.

För att erhålla en klimatskärm med egenskapskrav som säkerställer en god energihushållning för byggnadens hela livslängd, trots utbyte av installationer eller verksamhet, föreslås att huvudkravet kompletteras med krav på antingen:

- a. nettoenergi,
- b. värmeförlust och solvärmelast eller
- c. U_m och solvärmelast.

Detta skulle innebära en utökning av de kompletterande krav som vi har i dagens svenska byggregler, som enbart ställer krav på U_m .

I föreliggande rapport finns ett förslag om hur krav på byggnaders energiprestanda och redovisning i energideklarationen skulle kunna formuleras. Det kan konstateras att mer djupgående analys behövs för att tydligt fastställa vilket av kraven a, b eller c som bäst skulle kunna ingå i de svenska byggreglerna. Följande behov har identifierats angående fortsatt utredning av förslaget:

- Hur bör krav på värmeförlust eller U_m formuleras i förhållande till byggnader med olika formfaktorer? Vilka blir för- och nackdelar med att ställa krav på liknande sätt som de finska byggreglerna?
- Hur bör krav på solvärmelast formuleras för att ge bästa möjliga resultat med avseende på energihushållning, inomhuskomfort, funktionskrav och verifieringsmöjligheter?
- Om kompletterande krav sätts på nettoenergi. Vilka nivåer på nettoenergi skulle motsvara goda egenskapskrav på byggnaden oberoende av förändring i byggnadens verksamhet?
- Behövs olika viktningsfaktorer (W i ekvation 2.1) för att säkerställa god energihushållning med avseende på kostnadsoptimalitet? Behövs olika viktningsfaktorer för olika byggnadskategorier? Behövs olika viktningsfaktorer för uppvärmning och komfortkyla? För- och nackdelar med att inte ha viktningsfaktor för fastighetsenergi?

Innehåll

Sammanfattning	1
1 Introduktion.....	3
1.1 Syfte.....	3
1.2 Utgångspunkt	3
1.3 Definitioner av systemgränser	5
1.4 Det reviderade direktivet om byggnaders energiprestanda	6
2 Krav för en byggnads energiprestanda	8
2.1 Huvudkrav för en byggnads energianvändning.....	8
2.2 Kravställande i befintliga energikravssystem	9
2.3 För- och nackdelar med olika kompletterande krav	10
3 Diskussion och slutsatser.....	12
3.1 Krav på värmeförlust i förhållande till formfaktor	12
4 Vidareutvecklat förslag på utformning av byggregler.....	14
5 Förslag på fortsatt utredning.....	17

1 Introduktion

I ett tidigare projekt har Boverkets remiss¹ på utformning av BBR, som var tänkt att gälla från år 2021, analyserats genom beräkningar för typbyggnader av småhus, flerbostadshus, kontor och skolor². I projektet analyserades hur de nya så kallade nära nollenergireglerna kan komma att påverka val av installationer och egenskaper hos klimatskärmen vid uppförande av nya byggnader och hur en ny systemgräns för energihushållningskraven kan påverka energisystemet. I rapporten konstateras att:

- Boverkets förslag för BBR 2021 uppfyller inte PBL med avseende på dess definition av nära-nollenergi när det gäller flerbostadshus och kontor. Att fortsatt utredning behövs för att fastställa om skolor uppfyller krav för nära-nollenergi. Småhus kan anses motsvara nära-nollenergikrav under förutsättning att energiprestandakraven kommer att verifieras med mätning.
- Primärenergital som baseras på primärenergifaktorer, geografiska justeringsfaktorer och normalt brukande är svårbegripligt och behöver förtydligas med redovisning av köpt energi. En minskad förståelse kan annars i förlängningen bidra till att byggreglerna eller energideklarationerna inte tas på allvar.
- Primärenergifaktorer som har värden under 1,0, så kallade konsekvensenergital, riskerar att vara hämmande för energihushållning. All energi bör vara lika värdefull att hushålla med eftersom den kan räcka till fler.
- Det behöver säkerställas att verifiering av ställda energiprestandakrav kommer att ske genom mätning. Att verifiera en byggnads energiprestanda har visat sig vara effektivt för att säkerställa att energihushållningskraven uppfylls. För en förståelse av hur mätning efter mätplan ska gå till är det viktigt att energiprestanda presenteras med hjälp av köpt energi för de olika energiposterna och att verifiering sker med myndighetskontroll.

Ett förslag på hur krav skulle kunna formuleras angående byggnaders energiprestanda och redovisning i energideklarationen redovisades i rapporten.

Den 9 juni 2018 trädde en revidering av direktivet om byggnaders energiprestanda³ i full kraft. Revideringen innebär nya möjligheter att formulera energikrav i byggregler.

1.1 Syfte

Föreliggande kompletterande analys avser att komplettera den tidigare rapporten genom att vidareutveckla förslaget på formulering av krav på byggnaders energiprestanda och redovisning i energideklarationen i förhållande till det reviderade direktivet.

1.2 Utgångspunkt

Målsättningen med byggregler i föreliggande utredning är att de ska säkerställa en god bebyggd miljö med hållbara byggnader som har god energihushållning och låg miljöpåverkan under hela dess livslängd. Hur hållbara byggnader som kommer att uppföras från 2021 är, förutom själva kravnivån, till stor del beroende av byggreglernas utformning och hur samhälle, bygg- och fastighetsbransch tolkar dessa. Det är många aspekter som bör beaktas för en hållbar systemutformning både på lång och kort sikt vid uppförandet av en byggnad. En bra riktlinje för att hantera alla aspekter är att följa

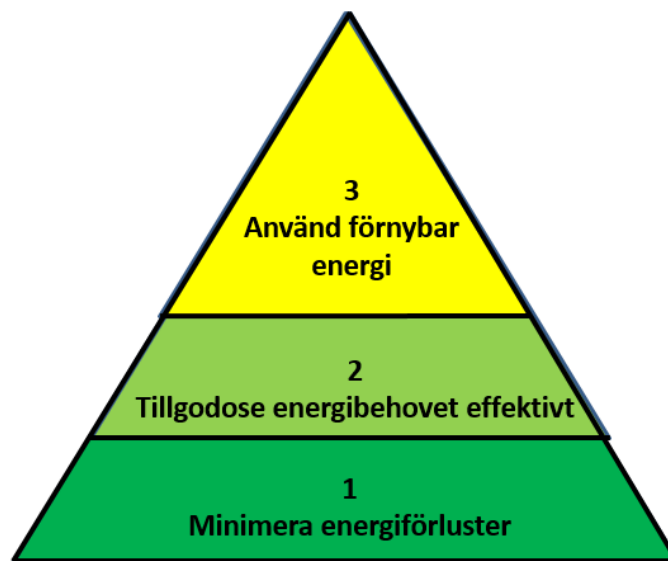
¹ Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd. BFS 2011: 6 med ändringar tom BFS 2018:xx, BBR xx, remissförslag kapitel 9, 7 mars 2018.

² Analys av nära-nollenergikraven i byggregler, Åsa Wahlström och Ola Larsson, maj 2018.

³ Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/844 om ändring av direktivet 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda och direktivet 2012/27/EU om energieffektivitet, 30 maj 2018.

prioriteringsordningen i den så kallade energitriangeln och det har också varit utgångspunkten i föreliggande analys:

1. **Minimera energiförluster**
Börja med en välisolerad och tät klimatskärm med få köldbryggor som möjliggör att energiförluster minimeras, dvs. att byggnadens energibehov blir lågt.
2. **Tillgodose energibehovet effektivt**
Förse byggnaden med mycket energieffektiva installationer, dvs. att byggnadens energibehov kan tillgodoses effektivt med en låg energianvändning.
3. **Använd förnybar energi**
Se till att den energi som byggnaden kommer att behöva kan tillgodoses i så stor utsträckning som möjligt med förnybar energi.



Figur 1.1: Energtriangeln för uppförande av byggnader - prioriteringsordning för att tillgodose en byggnads energibehov

Denna prioriteringsordning avser att i första hand säkerställa att byggnaders energibehov blir lågt, vilket ofta kan ge en bredare flexibilitet av teknikval och ett bredare urval av energibärare. Dessutom ökar möjligheterna av förändring till bättre energibärare längre fram i tiden. I andra hand ska prioriteringsordningen säkerställa att miljöpåverkan från den energianvändning som byggnaden ändå har, blir liten ur ett samhällsperspektiv. Det är viktigt att komma ihåg att under byggnadens livslängd kommer de tekniska installationerna att bytas ut ett flertal gånger.

Förutom kravställning i Annex I i det reviderade EPB-direktivet och prioriteterna i energitriangeln är följande viktigt att beakta för utformning av energikrav:

- samhällsmålen med god energihushållning och begränsad eleffekt
- baseras på funktionskrav (ej detaljstyrning)
- ha verifieringskrav (kvalitetssäkring)
- vara enkelt att förstå och relatera till praktisk tillämpning (skapa förtroende)
- ska fungera både vid nyproduktion och vid energideklaration

1.3 Definitioner av systemgränser

Nettoenergi

Systemgränsen nettoenergi är ett mått på det energibehov en byggnad har för värme, kyla, tappvarmvatten och apparater. Det vill säga den energi som behöver tillföras från de tekniska system i byggnaden för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och apparater utöver det energitillskott som sker med passiv solinstrålning och interna värmetillskott från personer. Systemgränsen innebär att gränsen sätts inom byggnaden. Energi som återvinns inom byggnaden får tillgodoräknas, till exempel värmeåtervinning av ventilationsluft.

Fördelen med systemgränsen nettoenergi är att den beskriver byggnadens energibehov oberoende av vilka tekniska system som tillför energin eller var de tekniska systemen är placerade. Nackdelen är att den inte tar hänsyn till effektiviteten hos byggnadens installationer för produktion av kyla, värme och varmvatten. Exempelvis spelar det ingen roll om du har mer eller mindre energieffektiv värmepump, eller en elpanna eller vilket energislag som används. Det är behovet som räknas.

Systemgränsen nettoenergi bedöms inte leva upp till skrivningen i Annex I i direktivet för byggnaders energiprestanda. Anledningen är att en byggnads energiprestanda ska fastställas på grundval av den beräknade eller faktiska energianvändningen och återspegla normal energianvändning.

Nettoenergi, eller använd energi, förordas som systemgräns av Energikommissionen⁴.

Köpt energi

Köpt energi avser den energi som levereras till en fastighet. Det vill säga årlig levererad energi till en byggnad för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Den energi som fastighetsägaren vanligen betalar för.

Systemgränsen innebär att gränsen, jämfört med nettoenergi, utvidgas till direkt anslutning till den fysiska byggnaden och omfattar även byggnadens system för energitillförsel.

Fördelen med levererad (köpt) energi är att den beskriver byggnadens tillförda eller köpta energi. Det är en systemgräns som fastighetsägaren kan ha kontroll och bestämma över, och som är enkel att förstå även för en lekman. En nackdel med levererad energi är att omvandlingsförluster som sker i byggnadens interna anläggningar inkluderas medan de som sker i anläggningar utanför byggnaden inte räknas in. Begreppet särskiljer inte heller mellan olika typer av energitillförsel, exempelvis el eller värme, genom att värdera energislag mot varandra. Detta kan dock hanteras vid kravställande på energiprestanda genom att ha en viktningsfaktor för el.

Primärenergital

Byggnadens primärenergital beräknas genom att den köpta energin delas upp för olika energibärare och multiplicerats med en primärenergifaktor för energibäraren. 4

Primärenergi definieras i SS-EN ISO 52000-1⁵ som energi som inte har genomgått någon omvandling eller förändringsprocess. Primärenergi innehåller både förnybar och icke-förnybar energi och kallas total primärenergi. I den tidigare versionen av standarden fanns också en mer preciserad förklaring till definitionen. För en given energibärare är primärenergi det som krävs för att tillföra en enhet levererad energi genom att beakta den energi som åtgår för utvinning, förädling, lagring, transport, generering, omvandling, transmission, distribution eller annan process nödvändig för att leverera en enhet energi till byggnaden (SS-EN 15603⁶). En total primärenergifaktor är kvoten mellan icke-förnybar och förnybar primärenergi dividerad med levererad energi och är därmed alltid över talet 1,0.

⁴ Kraftsamling för framtidens energi, Betänkande av Energikommissionen, SOU 2017:2

⁵ SS-EN ISO 52000-1:2017, Byggnaders energiprestanda - Övergripande standard om Direktivet om Byggnaders Energiprestanda, EPBD

⁶ SS-EN 15603:2008 Byggnaders energiprestanda – Sammanvägd energianvändning och olika sätt att uttrycka energiprestanda.

Fördelen med primärenergi är att den tar hänsyn till all energianvändning, även energiförluster som sker utanför byggnaden. En primärenergifaktor speglar hur effektivt ett energislag har hanterats från utvinning till byggnaden och är ett mått på dess livscykelenergi. Primärenergi ger alltså inte en beskrivning av påverkan på vår miljö i form av till exempel växthuseffekten eller marknära ozon, vilket ofta missuppfattas. En annan nackdel är att en stor del av primärenergianvändningen för el och värme beror på yttre omständigheter som kan ändras över tid, det vill säga utanför vad fastighetsägaren kan ha kontroll och bestämma över.

Konsekvensenergital

Byggnadens konsekvensenergital beräknas genom att den köpta energin delas upp för olika energibärare och multiplicerats med en primärenergifaktor för energibäraren. Om det ansätts att ett bränsle inte har någon alternativ användning, dvs vid en konsekvensanalys av användningen, kan primärenergifaktorer under värdet 1,0 förekomma. Detta kan till exempel gälla energibärare som industriell spillvärme, avfall, returflis, tallbeckolja och bioolja (Miljöfaktaboken⁷), men också biobränsle som inte har producerats i syfte att bli energiråvara till exempel restprodukter från skogs- och jordbruksindustri som grot, bark, spån eller halm⁸.

SS-EN ISO 52000-1⁹ definierar också att den totala primärenergifaktorn är summan av den förnybara och den icke-förnybara primärenergifaktorn för en energibärare. I den tidigare versionen av standarden fanns också en mer preciserad förklaring till definitionen. Förnybar energi är energi från källor som inte utarmar resurser, dvs. solenergi, vind, vattenkraft, förnybar biomassa (SS-EN 15603¹⁰). Den icke-förnybara primärenergifaktorn kan vara mindre än 1,0 om förnybar energi har använts.

Fördelen med konsekvensenergital är att primärenergifaktorer kan ansättas, som förutom livscykelenergi kan ge en beskrivning av påverkan på vår miljö i form av till exempel växthuseffekten. Detta genom att ansätta förnybara primärenergifaktorer eller resursanvändning genom primärenergifaktorer för t.ex. avfall. Nackdelen är att faktorer under 1,0 kan ha motsatt effekt på energihushållning. Energi från avfall är lika värdefullt att hushålla med som energi från prima bränslen. Förnybara energikällor som inte används kan komma att användas för andra ändamål.

Det är svårt att bestämma primärenergifaktorer för att beräkna konsekvensenergitalet och inom olika kretsar råder stor oenighet kring vilka primärenergifaktorer som bör användas. I Boverkets remiss på byggregler år 2021 föreslås primärenergifaktorer under 1,0, dvs konsekvensenergital.

1.4 Det reviderade direktivet om byggnaders energiprestanda

Det reviderade direktivet om byggnaders energiprestanda¹¹ har bland annat en ny skrivning vad gäller Annex I, vilken beskriver en gemensam allmän ram för beräkning av byggnaders energiprestanda. Punkt 1 och 2 i Annex I lyder numera enligt:

- 1. En byggnads energiprestanda ska fastställas på grundval av den beräknade eller faktiska energianvändningen och återspegla normal energianvändning för rumsuppvärmning,*

⁷ Miljöfaktaboken 2011, Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter, Värmeforsk, anläggning- och förbränningsteknik 1183, ISSN 1653-1248, april 2011.

⁸ Överenskommelse i Värmevarmingskommittén 2017, Om synen på bokförda miljövärden för fastigheter uppvärmda med fjärrvärme med värden för 2017. SBN 978-91-85775-37-8.

⁹ SS-EN ISO 52000-1:2017, Byggnaders energiprestanda - Övergripande standard om Direktivet om Byggnaders Energiprestanda, EPBD

¹⁰ SS-EN 15603:2008 Byggnaders energiprestanda – Sammanvägd energianvändning och olika sätt att uttrycka energiprestanda.

¹¹ Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/844 om ändring av direktivet 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda och direktivet 2012/27/EU om energieffektivitet, 30 maj 2018.

rumskylning, varmvatten för hushållsbruk, ventilation och fast belysning samt för andra installationssystem.

En byggnads energiprestanda ska uttryckas med en numerisk indikator för primärenergianvändning i kWh/(m²/år) både för certifieringen av energiprestanda och efterlevnaden av minimikraven avseende energiprestanda. Den metod som används för beräkningen av en byggnads energiprestanda ska vara klar och tydlig och öppen för innovation.

Medlemsstaterna ska beskriva sin nationella beräkningsmetod i enlighet med de nationella bilagorna till de övergripande standarder, nämligen ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1, och 52018-1, som utvecklats inom ramen för Europeiska standardiseringskommitténs (CEN) mandat M/480. Denna bestämmelse utgör inte en rättslig kodifiering av dessa standarder.

- 2. Energibehoven för rumsuppvärmning, rumskylning, varmvatten för hushållsbruk, ventilation, belysning och andra installationssystem ska beräknas för att optimera hälsa, inomhusluftkvalitet och komfort, enligt vad som definieras av medlemsstaterna på nationell eller regional nivå.*

*Beräkningen av primärenergi ska baseras på primärenergi- **eller viktningfaktorer** per energibärare, vilka kan baseras på nationella, regionala eller lokala viktade års- och eventuellt även säsongs- eller månadsmedelvärden eller på mer specifik information som görs tillgänglig för enskilda fjärrvärmenät.*

Medlemsstaterna ska fastställa primärenergi- eller viktningfaktorer. Vid tillämpningen av dessa faktorer på beräkningen av energiprestanda ska medlemsstaterna säkerställa att optimal energiprestanda för klimatskalet eftersträvas.

Vid beräkningarna av primärenergifaktorerna för beräkning av byggnaders energiprestanda får medlemsstaterna beakta energi från förnybara energikällor som levereras genom energibäraren och energi från förnybara energikällor som produceras och används på plats, förutsatt att detta tillämpas på ett icke-diskriminerande sätt.

*För att uttrycka en byggnads energiprestanda får medlemsstaterna fastställa ytterligare numeriska indikatorer för den totala icke-förnybara och förnybara primärenergianvändningen samt för växthusgasutsläpp som produceras i CO₂eq/(m²*år)*

2 Krav för en byggnads energiprestanda

Den nya skrivningen ger utrymme att formulera och basera krav på byggnaders energiprestanda och redovisning av energiklasser i energideklarationen på ett sätt som är lämpligt för svenska förhållanden. Direktivet preciserar att energiprestanda ska uttryckas genom en numerisk indikator för primärenergianvändning uttryckt i kWh/m², år (Annex I, punkt 1). Beräkningen av primärenergi ska baseras på primärenergi- eller viktningsfaktorer (Annex I, punkt 2).

En viktningsfaktor kan därmed användas vilket ger möjligheter att formulera krav i byggregler enligt systemgränsen "köpt energi" i enighet med Sveriges tidigare tolkning och gällande byggregler från 2006 och fram till sista december 2018. Viktningsfaktorn kan därmed liksom i tidigare byggregler vara en faktor som ger skarpare krav på köpt energi om el används vid uppvärmning för att säkerställa att energieffektiva värmepumpar installeras. I övrigt kan viktningsfaktorn vara 1.

En analys av för- och nackdelar med olika systemgränser, som beskrivet i kapitel 1.3, kan konstatera att systemgränsen "köpt energi" bedöms vara mest fördelaktig för svenska byggregler.

2.1 Huvudkrav för en byggnads energianvändning

Det är levererad (köpt) energi som är utgångspunkten för byggnadens energianvändning i Boverkets byggregler, både i de äldre byggreglerna (BBR24) och de nyare (BBR25). Den köpta energin innefattar årlig levererad energi till en byggnad för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Hushållsel i bostäder eller verksamhetsel i lokaler ingår inte. Byggreglerna tillåter att energianvändning får reduceras med energi från sol, vind, mark, luft eller vatten som alstras i byggnaden eller på dess tomt och används till byggnadens uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och fastighetsenergi.

Vid fastställande av krav på byggnadens högsta tillåtna energianvändning bör hänsyn dels beaktas till geografiska förutsättningar och dels till att om el, i större utsträckning, används för uppvärmning så ska dagens tillgängliga värmepumpandeteknik tillämpas.

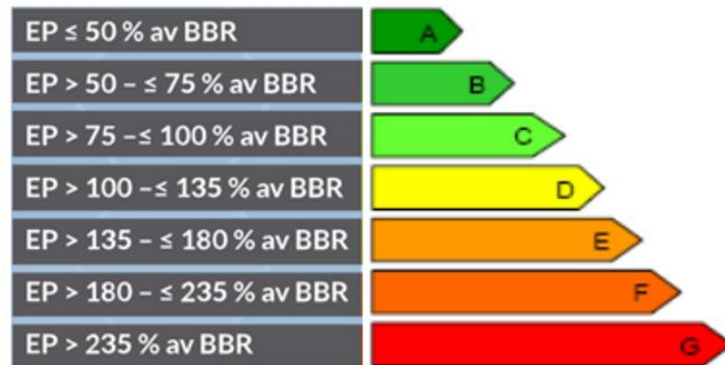
Förslag på beräkning av energiprestanda för kontroll om uppfyllande av krav:

$$EP = \frac{\left(\frac{E_{el,uppv} + E_{el,tvv} + E_{el,kyla}}{F_{geo}}\right) * W + E_{fast} + \frac{E_{uppv} + E_{tvv} + E_{kyla}}{F_{geo}}}{A_{temp}} < Krav_{EP} \quad \text{Ekvation 2.1}$$

Där

$E_{el,uppv}$	är elenergi för uppvärmning, (kWh/år)
E_{uppv}	är övrig energi för uppvärmning, (kWh/år)
$E_{el,kyla}$	är elenergi till komfortkyla, (kWh/år)
E_{kyla}	är övrig energi till komfortkyla, (kWh/år)
$E_{el,tvv}$	är elenergi till tappvarmvatten, (kWh/år)
E_{tvv}	är övrig energi till tappvarmvatten, (kWh/år)
E_{fast}	är elenergi eller övrig energi till fastighetsenergi, (kWh/år)
F_{geo}	är geografisk justeringsfaktor
A_{temp}	är byggnadens tempererade area, (m ²)
W	är en viktningsfaktor som säkerställer god energihushållning (kostnadsoptimal nivå) med dagens teknik för uppvärmning, kyla och tappvarmvattenberedning baserat på el

Byggnadens energiprestanda uttrycks därmed, i enighet med det reviderade direktivet, med en numerisk indikator för primärenergianvändning i kWh/(m²/år) där beräkningen av primärenergi baseras på viktningsfaktorer per energibärare (W för el och 1,0 för övriga energislag). En energiklassning av byggnadens energiprestanda, från A till G, kan liksom för tidigare energideklarationer anges enligt figur 2.1. För nyuppförda byggnader måste minst klass C uppnås.



Figur 2.1: Energiklasser i skalan A till G baserat på byggnadens energiprestanda beräknad med ekvation 2.1.

2.2 Kravställande i befintliga energikravssystem

För att följa de krav och prioriteringar som beskrivits i kapitel 1.1 angående utgångspunkt vid formulering av byggregler kan det konstateras att byggregler behöver kompletteras med underliggande krav. Detta för att säkerställa att en byggnad med en bra klimatskärm upprättas som kan klara utbyte av installationer under hela dess livslängd och fortfarande hålla en god energihushållning.

Byggregler i våra nordiska grannländer och svenska frivilliga certifieringssystem har undersökts för att se hur kravställning görs i dessa. Tabell 2.1 ger en översiktlig bild av vilka krav som ställs i de olika energikravssystemen. Här beskrivs huvudkraven. Det kan finnas andra krav för till exempel mycket små byggnader eller andra specialbyggnader.

Tabell 2.1: Översikt av huvudkrav och kompletterande krav på olika egenskaper i energikravssystem.

System	Huvudkrav	Kompletterande krav					
	Energi	Värmeförlust	U-värden	Lufttätethet	Solvärmelast	Inneklimat	Mätning
Norska byggregler	Nettoenergi (krav på lågtemperatursystem, fossilt ej tillåtet)		Enskilda byggkomponenter,	Ja		Generellt	
Finska byggregler	Ja, med primärenergi-faktorer	Värmeförlust pga. transmission + infiltration + ventilation (H_T) i förhållande till referensbyggnad		Ja	Krav på beräknad inomhustemp sommartid	Krav på beräknad inomhustemp sommartid och generellt	Mätanordning ska finnas
Danska byggregler	Ja, med primärenergi-faktorer	Transmissionsförluster i förhållande till antal våningar och uppvärmd våningsarea	Enskilda byggkomponenter För fönster tas både hänsyn till g- och U-värde.	Ja		Generellt	
Svenska byggregler	BBR24, köpt energi BBR25, primärenergi med faktor 1,6 på el		U_m -värde inklusive köldbryggor			Generellt	Ska verifieras enligt BEN
Miljöbyggnad	Ja, enligt BBR	Värmeeffektbehovet vid DVUT (transmission, infiltration, ventilation) / A_{om}			Solvärmelasttal	Ja krav sommar och vinter	Ska mätas efter 2 år
Feby 18 (passivhuskriterier)	Ja, EP_{FE} enligt BBR + särskilda krav eluppvärmda byggnader	$VFT_{DVUT} = H_T (21 - DVUT) / A_{temp}$		Ja	Beräknad inomhustemp sommartid eller solvärmelasttal	Generellt	Ja för verifierad byggnad
SS 24300	Ja, enligt BBR	Värmeeffektbehovet vid DVUT (transmission, infiltration, ventilation) / A_{temp}				Generellt	Ska mätas efter 2 år

Referenser: Norska byggregler ([Byggtknisk föreskrift TEK17](#)) (notera att *Norge inte har förhandlat färdigt med avseende på uppfyllande av direktivet 2010/31/EU*), finska byggregler ([Finlands författningssamling 1010/2017](#)), danska byggregler ([Byggningsreglementet 2018 \(BR18\)](#)), svenska byggregler (Boverkets byggregler -föreskrifter och allmänna råd. BFS 2001:6 med ändringar tom BFS 2016:13, BBR24 och med ändringar tom BFS 2017:5, BBR25), Miljöbyggnad ([Nyproduktion 3.0](#)), FEBY18 ([Kravspecifikation för energieffektiva byggnader](#)), SS 24300 ([Svensk standard 24300, Byggnaders energiprestanda del 1 och 2](#)).

Tabellen visar att samtliga andra energikravssystem kompletterar sina huvudkrav med en eller flera kompletterande krav. Samtliga system har någon form av krav som säkerställer en viss isoleringsgrad antingen genom krav på värmeförlust och/eller genom krav på värmegenomgångskoefficient (U-värde). Vidare har samtliga system krav på klimatskärmens lufttäthet antingen direkt genom lufttäthetskrav eller indirekt genom att det ingår i värmeförlusttalet. De frivilliga systemen Miljöbyggnad och FEBY18, samt de finska byggreglerna kompletterar också med krav på solvärmelast genom solvärmelasttal eller gräns för övertemperaturer sommartid för att säkerställa en god solavskärmning sommartid.

2.3 För- och nackdelar med olika kompletterande krav

Om huvudkravet ställs på köpt energi säkerställs en god energihushållning vid uppförandet av byggnaden med de första installationerna. För att säkerställa att klimatskärmen har goda egenskaper för en fortsatt god energihushållning under byggnadens hela livslängd krävs kompletterande krav. De kompletterande kraven behöver säkerställa att klimatskärmen har en god isoleringsförmåga, minimalt med köldbryggor, en god lufttäthet och att fönster är orienterade eller avskärmade så att inte övertemperaturer eller ett högt kylbehov uppstår sommartid. Det finns flera sätt att ställa detta kompletterande krav. I kapitel 2.2 visades att befintliga energikravssystem gör detta genom kompletterande krav på klimatskärmens och ventilationens värmeförluster, byggkomponenters värmegenomgångskoefficient, byggnadens lufttäthet och byggnadens solvärmelast.

De norska och danska byggreglerna ställer detaljkrav på U-värde på byggkomponenter tillsammans med krav på lufttäthet. De säkerställer då en klimatskärm med god isolering och god lufttäthet. De

nuvarande svenska byggreglerna (BBR24 och BBR25) ställer istället krav på genomsnittlig värmeomgångskoefficient (U_m) vilket säkerställer en god isolering av klimatskärmen medan krav på lufttäthet behöver tillgodoses genom det huvudsakliga energikravet. De finska byggreglerna och FEBY18 ställer krav både på värmeförluster och lufttäthet vilket säkerställer en klimatskärm med god isolering och god lufttäthet samt ventilation med god värmeåtervinning. Medan Miljöbyggnad och SS 24300 nöjer sig med krav på värmeförlust eftersom lufttäthet indirekt regleras med det kravet.

Solvärmelasten begränsas genom antingen ett solvärmelasttal som leder till en god solavskärmning för att minska övertemperaturer och ett ökat kylbehov eller enbart krav på övertemperaturer som leder till en god solavskärmning eller ett ökat kylbehov som ska rymmas inom huvudkravet på energiprestanda. De finska byggreglerna, Miljöbyggnad och FEBY18 har krav på solvärmelast.

Förutom de kompletterande krav som redan används i olika energikravssystem skulle också nettoenergi kunna användas som ett kompletterande krav. Med nettoenergi säkerställs få köldbryggor och en optimerad isolering, lufttäthet, fönsterorientering eller solavskärmning för energihushållning av både värme och kyla. Nettoenergi bedöms inte vara tillräckligt som huvudkrav för byggregler och energideklarationer enligt skrivning i direktivet för byggnaders energiprestanda, men skulle kunna användas som kompletterande krav. Vidare förordas systemgränsen nettoenergi (använd energi) av Energikommissionen¹², dock som huvudkrav. I tabell 2.2 beskrivs för- och nackdelar med olika kompletterande krav.

Tabell 2.2: För- och nackdelar med olika kompletterande krav för att säkerställa en god klimatskärm (isolering, köldbryggor, lufttäthet, orientering, solavskärmning mm.)

Egenskaper	Nettoenergi	Värmeförlusttal/ värmeeffektbehov	U-värden byggkomponenter (U_m)	Luft- täthet	Solvärmelast
Säkerställer isoleringsgrad, beaktande av köldbryggor	Funktionskrav	Funktionskrav	Detaljkrav Delvis funktionskrav med U_m -värde	Nej	Nej
Säkerställer lågt värmeeffektbehov	Ja och (X) i förhållande till kyleffektbehov	Ja men kan ske på bekostnad av ökat kyleffektbehov	Delvis	Delvis	Nej
Säkerställer lågt kyleffektbehov eller begränsar övertemperaturer	Ja och (X) i förhållande till värmeeffektbehov	Nej	Nej	Nej	Ja
Går att mäta	Ja men kräver mätare utöver de som behövs för köpt energi	Ja	Nej – U-värden kan kontrolleras, men ger inte kontroll på köldbryggor	Ja	Nej – kontrolleras Ja - Övertemperaturer kan mätas
Går att fastställa för befintliga byggnader	Ja men kräver mätare utöver de som behövs för köpt energi	Ja	Nej - med schabloner	Ja	Ja
Säkerställer god värmeåtervinning av ventilationsluften	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej
Säkerställer lufttäthet	Ja och (X) optimerad med avseende på kyl- och värmebehov	Ja	Nej	Ja	
Beaktar orientering på fönster	Ja (X)	Nej är oberoende av skuggning	Nej är oberoende av skuggning	Nej	Ja
Beaktar storlek på fönster	Ja (X)	Ja	Ja om krav ställs på U_m	Nej	Ja

(X) Egenskapskrav som beaktas även i huvudkravet på köpt energi på ett liknande sätt.

¹² Kraftsamling för framtidens energi, Betänkande av Energikommissionen, SOU 2017:2

3 Diskussion och slutsatser

För att byggreglerna ska säkerställa prioriteringsordningen i energitriangeln behövs fler än ett krav. Huvudkravet föreslås vara köpt energi som säkerställer en god energihushållning med effektiva installationer samtidigt som kraven på redovisning av primärenergi enligt det reviderade direktivet (2018/844/EU) uppfylls. Möjligheten att tillgodoräkna egenproducerad förnybar energi som alstras i byggnaden eller på dess tomt säkerställer en god användning av förnybar energi. För att dessutom säkerställa att energiförluster minimeras genom en välisolerad och tät klimatskärm med få köldbryggor och att övertemperaturer minimeras sommartid behövs kompletterande krav. Dessa kan baseras på något av följande:

- a. nettoenergi,
- b. värmeförlust och solvärmelast eller
- c. U_m och solvärmelast.

En jämförelse mellan krav på nettoenergi med krav på värmeförlust visar att den största skillnaden är att nettoenergi också beaktar kylbehov och byggnadens orientering. Det förstnämnda kan säkerställas genom att värmeförlust kompletteras med krav på solvärmelast medan byggnadens orientering finns inbegripet i huvudkravet på köpt energi på ett liknande sätt och ger därmed litet mervärde jämfört med huvudkravet. Alternativ a jämfört med b är därmed ungefär likvärdigt i att säkerställa goda egenskapskrav för klimatskärmen.

Krav på värmeförlusttal/värmeeffektbehov har fördel framför U_m genom att det också beaktar byggnadens täthet och att det går att verifiera genom mätning och att fastställa för befintliga byggnader. Under förutsättning att de kompletterande kraven ska verifieras i färdig byggnad, tillsammans med huvudkravet, så är det högst relevant att övergå från U_m till krav på värmeförlust i de svenska byggreglerna. Att byggkomponenter med rätt U -värden har installerats går att kontrollera med inköpspecifikationer m.m. medan kontroll av att bygganden inte har uppförts med större köldbryggor än specificerat måste verifieras med mätning. Värmeförlusttal/värmeeffektbehov beaktar också ventilationens värmeåtervinningseffektivitet vilket i och för sig inte är ett mått på klimatsärmens egenskaper och är inbegripet i huvudkravet på köpt energi.

Oavsett om alternativ b eller c används så behövs komplettering med krav på solvärmelast för att säkerställa en god solavskärmning. Detta behövs inte för alternativ a, nettoenergi, om det definieras så att kylbehov inberäknas i kravet oavsett om kyla installeras eller inte.

Att enbart ställa kompletterande krav på U_m , som i dagens byggregler, är inte tillräckligt för att säkerställa ett lågt kylbehov eller undvikande av övertemperaturer.

3.1 Krav på värmeförlust i förhållande till formfaktor

Flera energikravsystem ställer krav på värmeförlust men med olika definitioner. FEBY18 och SS 24300 ställer krav på värmeförlusttal och värmeeffektbehov vid DVUT i förhållande till A_{temp} . Miljöbyggnad ställer i dess nya version, Miljöbyggnad 3.0, krav på värmeeffektbehov vid DVUT i förhållande till A_{om} . Orsaken till att Miljöbyggnad övergått till att ställa krav i förhållande till A_{om} är att byggnaden oavsett form ska ha så lågt värmeeffektbehov som möjligt.

Värmeeffektbehovet i förhållande till A_{temp} ger fördelar för byggnader med kubisk form, dvs som har effektiv formfaktor. Miljöbyggnads regler kan därmed tillämpas på alla husformer.

De finska byggreglerna sätter, istället för krav på värmeförlusttal och värmeeffektbehov, ett krav på byggnadens värmeförlust, vilken definieras som summan av värmeförlusten genom klimatskärmen, värmeförlusten på grund av luftläckage och värmeförlusten på grund av ventilation. En referensbyggnad med givna värmegenomgångskoefficienter på byggnadsdelar, lufttäthet och värmeåtervinningseffektivitet beräknas. Därefter ställs kravet att byggnadens

värmeförlust får vara högst lika stor som den referensvärmeförlust som fastställts för byggnaden på basis av referensvärdena.

De danska byggreglerna ställer krav på transmissionsförluster där kravet ställs i förhållande till antal våningar och tempererad area på varje våningsplan.

De nuvarande svenska byggreglerna ställer krav på genomsnittlig värmegenomgångskoefficient, U_m , vilken har fördelen att det är mer av ett funktionskrav i jämförelse med detaljkrav på varje byggnadskomponent. Krav på U_m ger dock problem för höga byggnader som har låg formfaktor att klara kraven. Detta även om byggnaden har väl isolerade fasader med begränsad fönsterandel.

Ett krav ställt på liknande sätt som de finska byggreglerna skulle kunna vara fördelaktigt om de svenska byggreglerna fortsatt kommer att ha krav på värmeförlust eller U_m . Detta behöver dock utredas vidare.

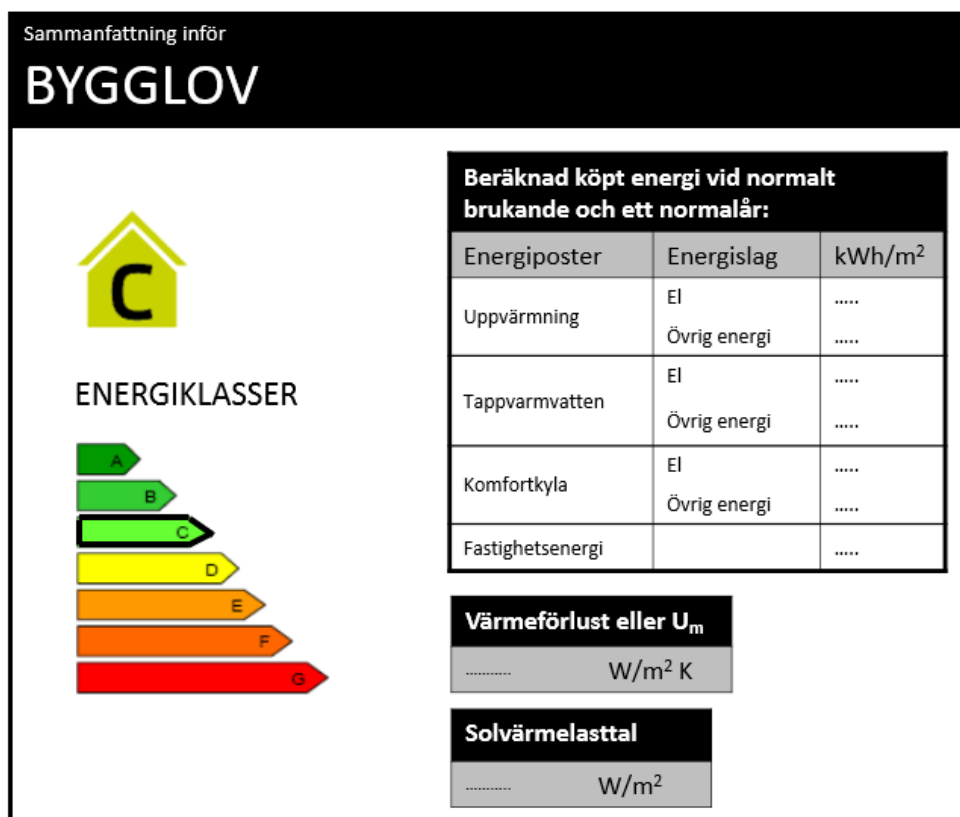
4 Vidareutvecklat förslag på utformning av byggregler

Den kompletterande analysen av systemgränser föreslår följande vidareutveckling av formulering av på byggnaders energiprestanda och redovisning i energideklarationen. Byggreglerna bör baseras på minst två krav, ett huvudkrav med kompletterande krav. Vidare bör byggregler ha funktionskrav (ej detaljstyrning) och verifieringskrav (kvalitetssäkring).

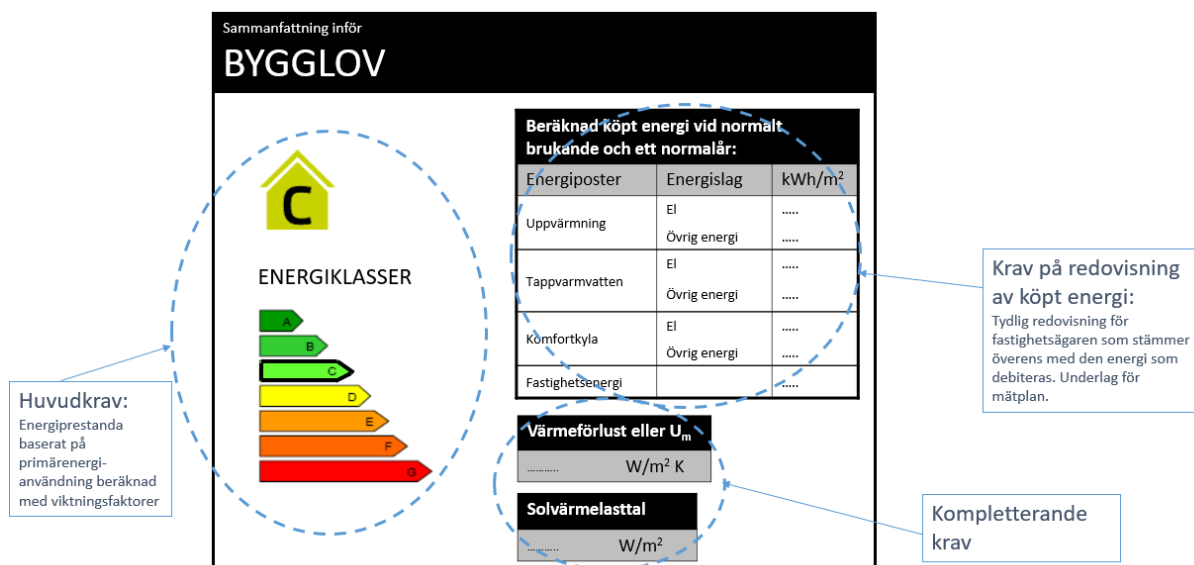
Följande föreslås vid ansökan om bygglov:

1. Krav på energiprestanda genom beräkning av att den köpta energianvändningen är mindre än krav enligt ekvation 2.1. Dvs en viktningsfaktor för uppvärmning, kylning och tappvarmvattenberedning med el och 1,0 för övriga energibärare eller energislag. Beräkningen visar att byggnaden uppfyller det viktade energikravet. Den beräknade energiprestandan ligger till grund för klassificering i en skala A-G, där minst klass C måste uppfyllas. Köpt energi för el och övriga energibärare eller energislag redovisas för uppvärmning, kylning och tappvarmvattenberedning samt energi till fastighetsenergi.
2. Beräkning visar att krav följs för en av nedanstående:
 - a. nettoenergi
 - b. värmeförlust och solvärmelast eller
 - c. U_m och solvärmelast.

Förslaget illustreras i figur 4.1.



Figur 4.1: Exempel på illustration av energiprestanda som lämnas in inför bygglov. Viktad energi redovisas i en energiklass och beräknad köpt energi vid normalt brukande och ett normalår redovisas med siffror.



4.2: Förklaringstexter till figur 4.1.

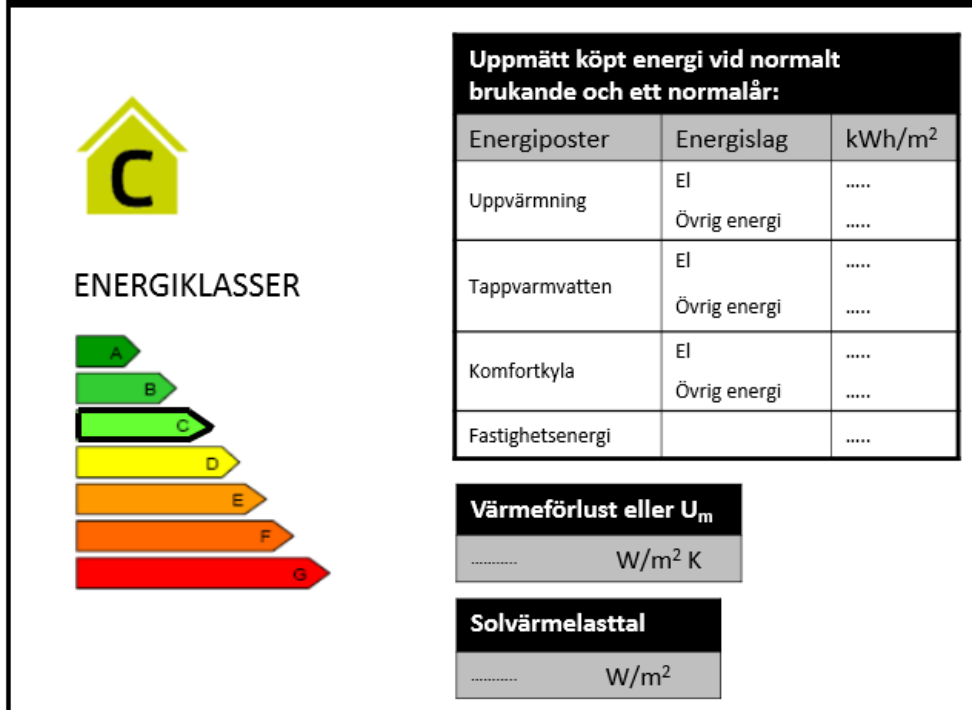
Följande föreslås vid verifiering:

1. Kontroll av att uppmätt köpt energi under ett år (24 månader efter idrifttagning) inte överstiger redovisad köpt energianvändning vid bygglovsansökan. Detta görs genom inlämning av en energideklaration till Boverket. Denna energideklaration ska upprättas på uppmätta värden under ett års tid även om det finns en tidigare deklaration som gjorts på beräknade värden för byggnaden¹³. Energideklarationen redovisar tydligt köpt energi för varje energipost medan viktad energi ligger till grund för klassificering i en skala A-G, där minst klass C måste uppfyllas.
2. Uppförande av byggnadsdelar enligt specifikation med U-värden, solavskärmning m.m. kontrolleras kontinuerligt i kontrollplanen. Kontroll visar att krav följs för en av nedanstående:
 - a. nettoenergi
 - b. värmeförlust och solvärmelast eller
 - c. U_m och solvärmelast.

Förslaget illustreras i figur 4.3.

¹³ En energideklaration kan ha upprättats på beräknade värden vid en eventuell försäljning eller uthyrning av byggnaden innan 24 månader efter idrifttagning.

ENERGIDEKLARATION



Figur 4.3: Exempel på illustration av energiprestanda som redovisas vid upprättande av en energideklaration. Viktad energi redovisas i en energiklass och uppmätt köpt energi vid normalt brukande och ett normalår redovisas med siffror.

Redovisning av köpt energi ger byggherren underlag för att värdera olika alternativa lösningar vid projekteringen utgående från vad de innebär ur ett livscykelkostnadsperspektiv. Energikravet styr mot energihushållning genom att det lönar sig att använda energieffektiva installationer. Krav ställs direkt på byggnadens klimatskärm genom nettoenergi, värmeförlust eller U_m vilket ger teknikneutralitet mellan byggherrar och styr mot en långsiktig energihushållning. På detta sätt fås information som ger en förståelse för hur en byggnad fungerar och är därmed till nytta i fastighetsägarens energieffektiviseringsarbete. Användandet av förnybar energi som alstras i byggnaden eller på dess tomt motiveras genom att de inte inräknas i köpt energi.

5 Förslag på fortsatt utredning

Föreliggande kompletterande analys av systemgränser föreslår enligt ovan en formulering av byggnaders energiprestanda och redovisning i energideklarationen som baseras på minst två krav, ett huvudkrav med kompletterande krav. Följande behov har identifierats angående fortsatt utredning av förslaget:

- Hur bör krav på värmeförlust eller U_m formuleras i förhållande till byggnader med olika formfaktorer? Vilka blir för- och nackdelar med att ställa krav på liknande sätt som de finska byggreglerna?
- Hur bör krav på solvärmelast formuleras för att ge bästa möjliga resultat med avseende på energihushållning, inomhuskomfort, funktionskrav och verifieringsmöjligheter?
- Om kompletterande krav sätts på nettoenergi. Vilka nivåer på nettoenergi skulle motsvara goda egenskapskrav på byggnaden oberoende av förändring i byggnadens verksamhet?
- Behövs olika viktningsfaktorer (W i ekvation 2.1) för att säkerställa en god energihushållning med avseende på kostnadsoptimalitet? Behövs olika viktningsfaktorer för olika byggnadskategorier? Behövs olika viktningsfaktorer för uppvärmning och komfortkyla? För- och nackdelar med att inte ha viktningsfaktor för fastighetsenergi?