

Effektiv elanvändning en modell för krav och uppföljning

**Utredning kopplad till översyn av Boverkets
byggregler**

December 2003

ATON Teknikkonsult AB

Förord

I EUs energidirektiv för byggnader ställs krav på att metoder för beräkning av byggnaders energianvändning ska finnas i medlemsländerna som tar hänsyn även till elanvändning för belysning, ventilation och komfortkyla. Vidare ska minimikrav formuleras för dessa.

Som ett underlag för kommande revideringar av nuvarande byggregler och kompletteringar med avsnitt som nu kommer ställas krav på har denna metodutredning utförts.

Utredningen syftar till att ge ett underlag för en diskussion kring metodfrågor, men också att tydliggöra utredningsbehov som nu föreligger. Det innebär att utredningens förslag inte diskuterats eller förankrats med branschorgan eller fackfolk och heller inte internt inom Boverket.

Arbetet har utförts av Eje Sandberg och Lotta Bångens.

Av praktiska skäl har arbetet dokumenterats i två delrapporter. Del 1 som redovisar metodförslag och diskuterar resultat och slutsatser. Del 2, där metoden testats på delsystemet eleffektiva installationer. Del 2 utgör ingen färdig handling, men väl ett underlag för att diskutera metodens tillämpbarhet och konsekvenser.

Effektiv elanvändning en modell för krav och uppföljning

Del 1 Metodbeskrivning och diskussion

Sammanfattning

Elanvändningen står för en betydande del av byggnadernas energianvändning. För vissa sektorer är elanvändningen för fastighetsdrift, apparater och verksamhet lika hög eller högre än uppvärmningsenergin. EUs byggdirektiv (2002/91/EG) ställer krav på en beräkningsmetodik med angivna energiprestanda för bl.a. belysning, ventilation och komfortkyla. Detta motiverar en översyn av dagens byggregler med kompletterande krav på låg elanvändning.

I denna rapport redovisas en metod för att ställa krav och följa upp, användbar såväl för byggherrar som för myndigheter och som ska uppfylla följande mål:

- förenliga med krav enligt EU-direktivet
- långsiktigt syftande, dvs leda mot de långsiktiga målen formulerade bl.a. i Boverkets rapport Byggsektorns Miljömål
- underlätta frivilliga åtaganden (kunna välja bättre energiklasser än byggreglernas krav)
- underlätta återkommande revideringar av kraven (byte av energiklass alternativt revidering av formulerade krav för respektive klass)

Rapporten är utformad i två delar. Del 1 som beskriver mål, utgångspunkter och föreslagen metod. Del 2 där metoden testas på delområdet effektivare elanvändning. I del 1 diskuteras också slutsatser och resultat från testet i del 2 och förslag på kommande insatser ges.

En ambition har varit att utveckla en modell med olika ”energiklasser” där byggreglerna föreslås motsvara en klass C, se figur. Nivån för C svarar inte upp mot LCC, men motiveras av att marknaden frivilligt ska kunna välja bättre lösningar.

	Belysning	ventilation	Etc
Bästa tillgängliga teknik idag	A	A	A
LCC - nivån	B	B	B
Kravnivå för ny- och ombyggnad	C	C	C
Låg anläggningskostnad	D	D	D

I Del 2, redovisas konkreta exempel på hur dessa krav kan formuleras och verifieras på såväl komponentnivå som på systemdelsnivå. Av del 2 framgår att det är möjligt att formulera krav på elanvändning. Inom flera områden finns färdiga rekommendationer som kan användas. Inom andra områden krävs kompletterande utredningar och fördjupade analyser. Den konkreta nivån på redovisningen i del 2 bör underlätta det fortsatta arbetet genom att kunskapsbrister och metodproblem blir tydliga.

Att utveckla och sjösätta föreslagen metodik i ett nytt regelverk uppskattas till något tiotal miljoner kronor. Värdet av möjlig energibesparing uppskattas om 30 år kunna uppgå till nivån tiotals miljarder kronor per år enbart för delområdet effektiv elanvändning.

I avsnitt 10 diskuteras vilka frågeställningar som först måste avgöras för att ett fortsatt arbete ska vara meningsfullt. Slutligen föreslås i avsnitt 11 fortsatta utvecklingsinsatser.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
1. Syfte o mål.....	6
2. Utgångspunkter	7
Begränsning av koldioxidutsläpp	7
Byggdirektivet	8
Hållbar byggsektor	8
Valda utgångspunkter	8
3. Hur ställa krav och följa upp?	9
Krav i andra länder	9
Nuvarande svenska krav	9
Krav på verifiering	10
4. Tillämpad metod	12
Förlag på definition av energiklasser	12
Metodtillämpning för belysning, ventilation och komfortkyla	14
5. Elanvändning i lokalbyggnader.....	15
6. Elanvändning i flerbostadshus.....	16
7. Omfördelningsberäkningar.....	17
8. Slutsatser av modelltest enligt Del 2.	19
9. Tillämpningskostnad - nytta.....	22
Kostnader för energiberäkningar.....	22
Administrativa kostnader	22
Nyttokalkyl.....	23
Slutsatser	24
10. Diskussion	25
11. Förslag på fortsatt arbete	27
Kompletterande arbete enligt del 2.	27

1. Syfte o mål

Denna rapport syftar till att ge Boverket ett inledande underlag för hantering av kraven på effektivare elanvändning i samband med en framtida revidering av Boverkets Byggregler. Här avses elanvändning för byggnaders drift, inte egentlig uppvärmning.

Målsättning har i första hand varit att strukturera området elanvändning i byggnader på ett sådant sätt att såväl byggherre som myndigheter ska kunna formulera krav och följa upp. En tanke har då varit att studera möjligheterna att formulera dessa krav i form av definierade energiklasser.

Eftersom samma metodik förhoppningsvis ska kunna användas inte bara för elanvändningssystemen utan också för klimatskal mm, inleds rapporten med en generaliserad metodbeskrivning. Därefter ges en sammanfattande beskrivning av utredningens utgångspunkter, dvs vilka ambitionsnivåer är lämpliga att diskutera på kort och lång sikt, så att lämplig nivå för såväl metodik som förslag blir relevanta. En översiktlig bild ges av elanvändningen och dess delområden som underlag för prioritering av vilka områden där mer detaljerade anvisningar bör finnas.

I en del 2 av denna rapport tillämpas föreslagna metodik och riktlinjer på de elförbrukande tekniska system som är vanligt förekommande i byggnader.

Slutligen diskuteras slutsatser och resultat från denna tillämpning och förslag och underlag till fortsatt arbete och fördjupningar lämnas.

Redovisningen i del 2, har i detta skede inte beaktat hur förslagen senare ska sorteras in som krav, råd, anvisningar, handbok, goda exempel etc, utan utgått från att en sådan omarbetning bör ske i ett senare skede och i samband med att hela energiavsnittet omarbetas. Förslagen måste först diskuteras, revideras och kompletteras.

För varje teknikområde har vi i del 2 försökt att svara på följande frågor:

- Går det att definiera relevanta energiklasser på detta område?
- Vilket mått på eleffektivitet bör användas?
- Hur kan effektivitetskrav formuleras?
- Hur kan kraven verifieras?
- Finns underlag för energibalansberäkningar och hur ska anvisningar för dessa utformas?
- Vad behöver utredas ytterligare?

2. Utgångspunkter

Förslag på krav, råd och rekommendationer måste ha en tydlig och väl förankrad utgångspunkt. För byggsektorn kan Boverkets rapport God bebyggd miljö utgöra en bra utgångspunkt för de långsiktiga målen.

Till år 2010 kan förändringar av byggregler, oavsett ambitionsnivå, ytterst marginellt påverka byggnadsbeståndets energianvändning. I ett längre tidsperspektiv, till år 2050, kan byggreglerna rätt utformade få en helt avgörande betydelse.

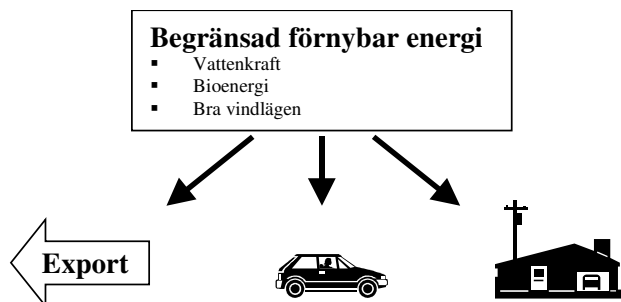
Begränsning av koldioxidutsläpp

I Sverige har diskuterats behovet att ta större hänsyn till byggnadernas verkliga påverkan på de yttre försörjningssystemen (och dess miljöpåverkan). En sådan hänsyn finns idag för kravet på värmeåtervinning. Kravet på värmeåtervinning är i relation till vilket energislag som används i värmeförsörjningen. Motsvarande hänsyn tas idag inte för system där elenergi är utbytbara mot värmeenergi.

Utsläpp av klimatpåverkande gaser kan reduceras på två sätt:

1. minskad energianvändning
2. byte till förnybara energislag

Förnyelsebar energi är ofta en begränsad resurs. Exempel på detta är vindkraft, som kräver bra vindlägen, vattenkraft som kräver tillgängliga vattendrag och biobränslen som efterfrågas även av andra sektorer (elgenerering, transportsektor, papper och träindustri) eller länder som också vill använda "koldioxidfria" bränslen. I perspektivet av en hållbar utveckling är alltså en extern tillförd energi en begränsad resurs och motiverar en fortsatt utveckling mot effektivare energianvändning. Målet om sänkta koldioxidutsläpp globalt, innebär alltså att regler och värderingar av enskilda byggnaders utsläpp måste beakta både direkta koldioxidutsläpp och byggnadens resursanspråk på energitillförsel, kanske enklast uttryckt som primärenergi¹. Finns behov av att föra ihop dessa två aspekter, direkt påverkan och indirekt via resursanspråk kan Boverkets förslag till att införa någon typ av miljöindex för olika energislag utgöra en utgångspunkt. I vissa EU-länder ges mycket detaljerade anvisningar för korrigeringar i förhållande till energislag för byggnadens energiförsörjning. I detta uppdrag ingår inte hänsyn till byggnadens energiförsörjning.



¹ Primär energi redovisar även alla förluster på vägen fram till slutanvändare. Begreppet tillämpas i stor utsträckning av andra medlemsländer.

Byggdirektivet

En annan utgångspunkt är EUs direktiv om energiprestanda för byggnader (2002/91/EG). Direktivet anger delvis medel för att minska energianvändningen (beräkningsmetodik för byggnaders energiprestanda, minimikrav på energiprestanda, energicertifiering, etc), men sätter inte upp de konkreta målen. Dessa får sättas av respektive nation.

Inom EU-kommissionen pågår ett arbete för att utveckla en befintlig energiberäkningsmodell för bostäder (EN 832) med de krav som direktivet ställer för luftkonditioneringssystem och belysning. Resultatet av det arbetet kan komma att påverka det fortsatta arbetet med den modell som föreslås i denna rapport, men en metodik som utarbetats i Sverige kan också komma att påverka kommissionens arbete.

Hållbar byggsektor

Ambitionsnivån för byggsektorns framtida energianvändning har beskrivits i Boverkets rapport "Byggsektorns miljömål". Energianvändningen i befintliga byggnader ska till 2050 minska till högst 50% jämfört med 1995 och till 2020 ska användningsnivån i nya byggnader uppgå till högst 60 kWh per kvm inklusive värme, varmvatten och hushållsel. Denna ambitionsnivå får anses som mycket hög i jämförelse med dagens praxis. Den förefaller däremot fullt realistisk i ett långsiktigt perspektiv med tillgänglig ekonomiskt försvarbar teknik och möjlighet till fortsatt teknikutveckling. Den höga ambitionsnivån kan innebära att intressekonflikter uppstår, t ex konflikter med ökade komfortkrav på arbetsplatserna och arkitektoniska trender.

Redan nu bör alla relevanta områden som kräver påtagliga skärpningar i praxis identifieras och ingå i en lämplig struktur. Kravnivåerna inom ramen för denna struktur kan sedan förändras i en lämplig takt och utifrån erhållna erfarenheter.

Valda utgångspunkter

Sammanfattningsvis kan sägas att utgångspunkterna för krav på låg elanvändning bör vara:

- att de ska vara förenliga och leva upp till de krav som ställs av EU-direktivet
- att de ska vara förenliga med en uttalad energipolitisk vision om hållbar utveckling och mycket låga energianvändningsnivåer
- att det bör finnas ett tids- utvecklingsperspektiv i förslagen
- att förslagen ska vara motiverade utifrån en långsiktig kostnadseffektivitet
- att förslagen ska utformas så att eventuella intressekonflikter minimeras eller undviks (förslagen förutsätts processas i en lämplig form där mål kan ställas mot eventuella konflikter i övrigt)

Med långsiktig kostnadseffektivitet avses att åtgärderna kan motiveras i ett samhällsekonomiskt perspektiv och vid kostnadsnivåer som gäller när åtgärd/kravnivå väl är implementerade.

3. Hur ställa krav och följa upp?

Det finns olika metoder för att bygga regelverk som styr byggnadernas energianvändning mot ökad effektivitet. Vanligast är rena komponentkrav eller krav för en hel byggnad (uttryckta som energiåtgångstal, t ex energi per ytenhet).

Krav i andra länder

Inom EU-projektet ENPER², har metoder för att beskriva energianvändningskraven i olika europeiska länders byggregler analyserats. Detta, tillsammans med ytterligare dokument från andra EU-länder har studerats och har gett viss vägledning. En översiktlig beskrivning av dessa och de erfarenheter man erhållit rekommenderas, men ryms inte inom nu föreliggande uppdrag.

Nuvarande svenska krav

I Sverige finns sedan länge en tradition att istället för komponentkrav ställa funktionskrav på delsystemnivå (t ex U-värde för väggar), alternativt att ställa krav på hela byggnaden. Krav på hela byggnaden ställs då i form av en jämförelse med en identisk utformad referensbyggnad som precis uppfyller de olika funktionskraven på delsystemnivå. Av följande nivåer tillämpas alltså bara nivå 2 och 3 för energiavsnittet idag:

1. Komponentkrav
2. Krav på delsystemnivå: t.ex klimatskalets U-värde
3. Krav på byggnadsnivå.

Utformning enligt nivå 2 möjliggör en mix av sämre och bättre komponenter. På motsvarande sätt finns möjligheter att på byggnadsnivå mixa sämre och bättre delsystem. För att försäkra sig mot orimligt dåliga lösningar på delsystemnivå finns minimikrav som inte får underskridas oavsett omfördelningsberäkningar.

Minimikrav = krav som ej får underskridas

En utvärdering av det svenska systemet för att ställa energikrav borde föregå denna rapport. Nuvarande regelverk i BBR förefaller vara ändamålsenlig genom att inte vara allt för komplicerat om man följer kraven på delsystemnivå, och gör det möjligt att välja mer innovativa lösningar på byggnadsnivå. De nackdelar som kan tänkas föreligga är att:

- bristen på enhetliga komponentkrav försvårar möjligheten till standardiserad massproduktion, vilket ger högre kostnader
- variationen på utformning av systemdelar ökar utvecklingskostnaderna
- beräkningar görs på delsystemnivå (t.ex. klimatskalet), men rutiner för hur detta ska redovisas och följas upp saknas
- det är svårt att genomföra energibalansberäkningar på byggnadsnivå, som stämmer med verkligheten.

Den sista farhågan är bekräftad i de uppföljningsstudier som genomförts för flerbostadshus. I det sk MEBY-projektet³ finns konkreta förslag på hur mer relevanta beräkningar kan utföras, främst genom bättre styrda indata och att hänsyn tas till beteendefrågor. Än svårare är det att beräkna energibalanser för lokalbyggnader varför detta ofta inte görs. Svårigheten att utföra

² Energy Performance of Buildings, Calculation procedures used in European Countries, www.enper.org

³ Energiberäkningsmodell för energieffektiva sunda flerbostadshus

relevanta energibalansberäkningar för byggnader med mycket bra klimatskal beror på att värmestillskotten från interna laster och solvärme utgör större energiflöden än förlusterna ut och beräkningarna blir därmed mycket känsliga för val av indata. Detta har accentuerats av trenden med stora glasade fasader, som visserligen har sämre klimatskal men i gengäld har stora solvärmelaster.

Krav på verifiering

Ska krav ställas, ska de också gå att verifiera. För nivå 2 och 3 (system- och byggnadsnivå) bör anvisningar finnas för hur man i efterhand kan verifiera att kraven uppfyllts och hur avvikelser ska hanteras. Om uppföljning visar att man inte uppfyller kraven, bör det följas av ett vite av något slag för att inte kraven inte ska bli verkningslösa.

Anvisningar för att beräkna och redovisa hur man uppfyller kraven måste alltså finnas.

Krav på komponentnivå

Behovet av att komplettera byggreglerna med krav på komponentnivå, har kanske störst relevans för ROT-sektorn. Där sker ofta utbyten av enskilda komponenter, som t.ex. fönster, dörrar och fläktaggregat. I Danmark har en genomarbetad metodik för att energiklassa fönster utarbetats som tar hänsyn både till värmeförluster och solinstrålning. Eventuella krav på komponentnivå kommer i denna utredning diskuteras enbart för elanvändningsområdet, men för övriga områden kan frågan behöva väckas.

Energiklasser

Energiklassning som hjälpmedel för att marknaden enkelt ska kunna välja energieffektiva lösningar har haft framgång inte minst vad gäller vitvaror. Energiklassning kan utformas för såväl komponentnivå som för delsystem och hela byggnader. Om komponentnivån kanske har störst tillämpbarhet vid utbyten (ROT), så har energiklassningar för delsystemnivå störst relevans för denna rapport. Möjligheterna att utifrån en energiklassning på delsystemnivå aggregera till energiklasser för hela byggnaden, diskuterades inom MEBY-projektet, men utvecklas inte vidare i denna rapport eftersom den är beroende av en motsvarande beskrivning för byggnadens övriga delsystem.

Begreppet delsystem kan behöva en närmre diskussion, eftersom gränsdragningarna mellan olika delsystem inte alltid är givna. Lufttätet beskrivs inom delsystemet klimatskärm, men dess betydelse för energibalansen påverkas också av valt ventilationssystem. Pumpsystemet kan ses som en del av värmesystemet, delsystemet klimatkyla, eller ett eget delsystem inom fastighetsdrift. Elanvändning för fastighetsdrift och verksamhet, kan ses som ett delsystem som kan mätas och som påverkar energibalansen, men kan också separeras i två separata delsystem eller i ett antal delsystem, så som belysning, ventilation, komfortkyla, verksamhetsutrustning, etc. I denna rapport diskuteras delsystem utifrån dessa mer funktionellt indelade systemdelar.

En energiklassning kan ha olika utgångspunkter och ett varierat antal nivåer. I MEBY-utredningen definierades följande nivåer för energiklass A - D:

- A. Bästa tillgängliga teknik
- B. Bra teknik
- C. Dagens BBR-nivå.
- D. Sämre än BBR (befintliga byggnader)

I ByggaBo-dialogen har olika energiklasser för hela byggnaden definierats utifrån ett incitamentsförfarande, dvs resultatet av klassningen skall utgöra grund för att komma i

åtnjutande av incitamenten – skatter/försäkringar/krediter. Redovisning av uppnådda resultat kan gruppera in byggnaden i steg på en resultatstege (liknande Boverkets krav på ljud i BBR) motsvarande:

A. Mycket bra, högt incitament

B. Bra, incitament

C. Grundkrav (motsvarande ”dagens normkrav” för byggnaden), dvs inget incitament.

D. Lägre än grundkrav, kan t.ex. gälla äldre kulturbyggnader med speciella förutsättningar, som kan leda till incitament om man trots begränsade förutsättningar t.ex. höjer klassen till ”C”.

Såväl MEBY-systemet, som ByggaBo dialogens exempel visar att en energiklassning i nivåerna A-D kan vara värt att sträva efter och där nivå C svarar mot grundkraven, även om ByggaBo exemplet är en variant med koppling till incitament.

Det är näst intill omöjligt att för varje delområde kalkylera fram respektive förslags ekonomiska konsekvenser, men som utgångspunkt bör ändå förslagen ha en ekonomisk koppling som utgångspunkt.

Slutsatserna i detta avsnitt är att:

- Kraven på delsystemnivå eller byggnadsnivå måste kompletteras med anvisningar och metoder för verifiering av verkliga utfall.
- Även komponentkrav kan vara motiverade som komplement
- Minimikrav på komponenter eller systemdelar som inte får underskridas är nödvändiga komplement till övergripande systemkrav, då tekniken med omfördelningsberäkning ännu inte är tillräckligt stringent
- Krav bör om möjligt relateras till lämplig nivå i en mer generell energiklassningsmodell

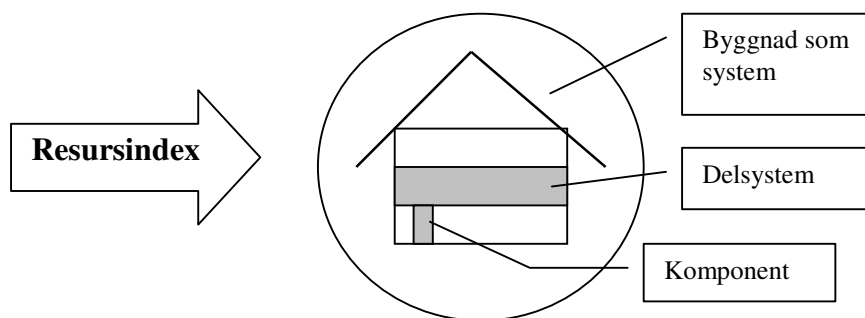
4. Tillämpad metod

Vi avser att i del 2 testa en beskrivning utifrån energiklasser tillämpat på systemdelar i fastighetens eldrifter. En av dessa nivåer bör sedan väljas att införas som lagkrav i byggreglerna.

Förslagen kommer fortsättningsvis diskuteras utifrån den i tidigare avsnitt definierade strukturen:

1. Komponentkrav
2. Krav på delsystemnivå
3. Krav på byggnadsnivå.

Därtill kan finnas skäl att även komplettera med 4. Resursnivå (termen kan diskuteras), som påverkas av typ av energislag som försörjer byggnaden och som kan hanteras med lämpliga index för olika energislag. Denna nivå utvecklas inte i denna rapport, men frågan aktualiseras inom avsnittet klimatkyla, där fjärrkyla idag är ett vanligt försörjningsalternativ.



Förslag på definition av energiklasser

Energiklass A står för bästa tillgängliga teknik. Enligt svensk lagstiftning, Miljöbalkens hänsynsregler, ska den som bedriver verksamhet ”tillämpa bästa möjliga teknik”. För en byggbransch är det rimligt att tekniken inte bara är möjlig, utan också tillgänglig. Den bör vidare ha en ekonomisk relevans, men inte nödvändigtvis här och nu. Men väl när denna teknik är etablerad och har en rimlig volym. Exempel på sådan teknik är solceller, som kommer att bli ekonomiskt motiverade på sikt och där installationer idag skapar den marknadsefterfrågan som är nödvändig för att volym och därmed produktionskostnader ska ge lönsamhet.

Energiklass B står för bra teknik och ska för den typiska installationen ge rimlig ekonomisk återbäring (5% kalkylränta) under dess tekniska/ekonomiska livslängd. Denna nivå motsvarar normal LCC-kalkylering.

Energiklass C föreslås representera en reviderad BBR-nivå och ska normalt ge lönsamhet (5% kalkylränta) inom en 10 årsperiod. Energiklass C representerar därmed referensnivå i samband med omfördelningsberäkningar.

Energiklass D kan representera typiska marknadslösningar idag inom området där inga krav tidigare ställts.

Mot detta förslag talar det faktum att erfarenheterna visat att marknaden nästan aldrig väljer bättre effektivitet än den nivå som byggreglernas kräver som minimum, vilket i så fall innebär att de energipolitiska målen för byggnadssektorn aldrig kommer uppfyllas.

För detta förslag talar att strukturen med energiklasser i kombination med energideklarationer (certifikat) och andra ekonomiska incitament (skattereduktioner, etc) är en utgångspunkt för marknadens frivilliga åtaganden att driva utvecklingen vidare i nödvändig takt.

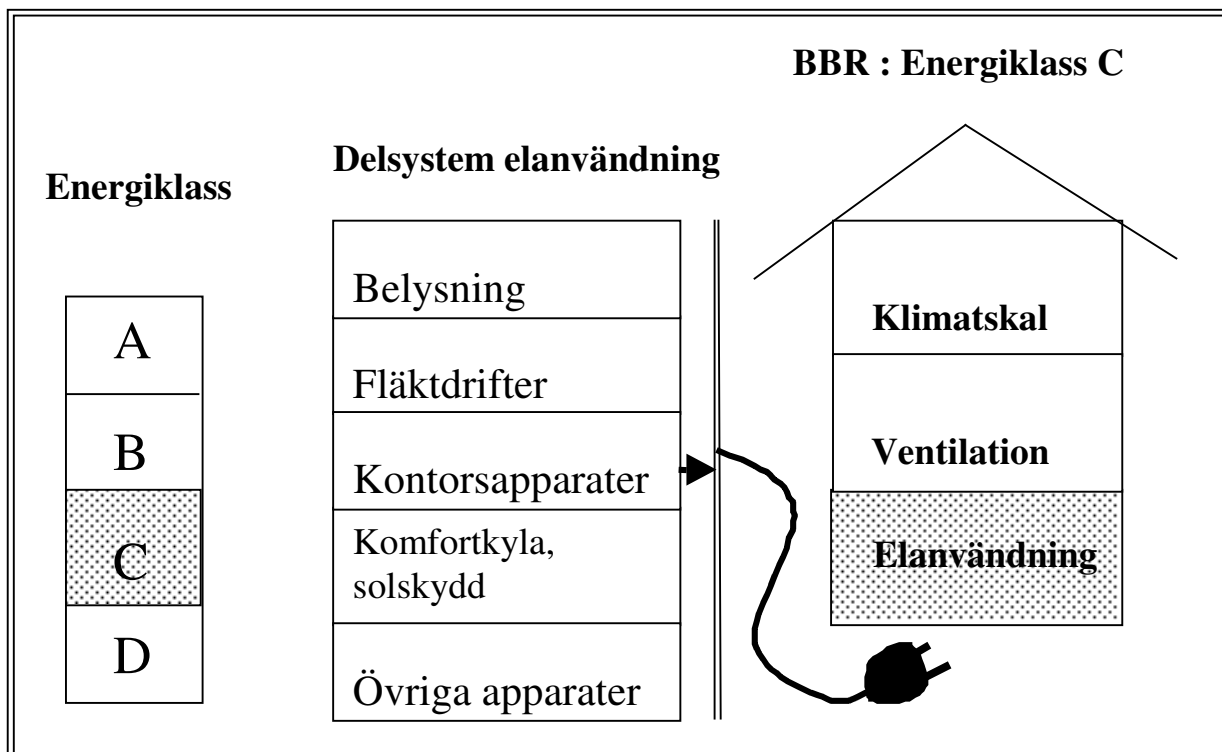
Förslaget enligt ovan är av policykaraktär och bör förankras energipolitiskt.

Detta förslag med ekonomiska kriterier utgör en målsättning. I praktiken finns ofta inte underlag för att definiera in förslagen så precist som här angetts. Det kan också finnas undantag för tillämpningar inom visst område där BBR-kravet istället bör vara klass D eller B.

För områden där inga krav alls ställts tidigare (eller aldrig definierats) kan även ett förslag enligt kriteriet för C bli svårt för marknaden att hantera på kort varsel. Kunskap saknas, inga bra demonstrationsanläggningar eller utvärderingar finns genomförda. Motståndet mot dessa förslag kan förväntas bli kraftfulla. En lösning kan då vara att idag ställa krav på klass D, men på sikt lyfta kravet till klass C inom en från början tydligt kommunicerad tidplan. En annan lösning är att på sikt skärpa siffrorna inom varje klass.

Denna fråga kommer också gälla alla övriga områden men med kanske en längre tidshorisont, hur ska kraven revideras i nästa steg? Ska skärpningen ske med nya värden eller genom att BBR-kravet lyfts till klass B för de områden där en skärpning kan motiveras?

I ett dynamiskt perspektiv är det viktigaste nu att hos marknaden förankra en ny struktur för energifrågorna genom hela processen. Att exakt hamna på den effektivitetsnivå som svarar mot förslaget på energiklassdefinitionerna är en senare fråga, även om det gynnar saken att från början komma så nära som möjligt.



Energiklasser för olika delsystem inom byggnadens systemdel elanvändning

Metodtillämpning för belysning, ventilation och komfortkyla

Förutsättningarna skiljer sig påtagligt åt mellan bostadsbyggnader och lokalbyggnader. Möjligheten att kunna utforma beskrivningar och kravnivåer på ett sätt så att de passar både bostadsbyggnader och lokalbyggnader bör studeras. Det kan förenkla regelverksskrivningen och möjligen även för byggmarknadens aktörer. Men utgångspunkten har varit att i första hand hitta relevanta beskrivningsmetoder och pedagogiska omarbetningar få ske i kommande arbete. Även inom lokalsektorn finns verksamheter med så avvikande förutsättningar att de svårligen kan beläggas med samma minimikrav. Undantag för dessa bör då ges i avvaktan på bättre kunskapsunderlag och senare revideringar av byggreglerna.

5. Elanvändning i lokalbyggnader

Mellan 1983 – 1993 ökade användningen av el till annat än uppvärmning i lokaler. Efter 1993 minskade denna elanvändning per lokalyta. År 2000 var elanvändningen ca 171 kWh/kvm,år (STEM, Energiindikatorer 2002). Denna statistik visar bara på den totala elanvändningen. Uppdelning på olika elanvändare (belysning, ventilation mm) finns inte att tillgå idag.

Senast genomförda studie över lokalernas elanvändning genomfördes 1990/91 (den s.k. STIL-undersökningen⁴). Som genomsnitt användes då i hela lokalsektorn ca 100 kWh el/m² för drift, mm men exklusive el till värme/varmvatten. Data i tabell 1 är hämtade från STIL-studien, men dataurvalet har gjorts så att el för fläktenergi är hämtad från den lokaldel som har värmeåtervinning. Även åtgångstalen för klimatkyla gäller endast de byggnader som har klimatkyla installerat. I STIL-studien anges att kontorsbyggnadernas elanvändning är ganska representativ för hela lokalsektorn i stort.

Även om data enligt denna tabell, ”bara” är ca 14 år gamla, så kan vi förmoda att följande förändringar har skett för nyproducerade byggnader:

- Åtgångstalen för ventilationen är lägre, dels beroende på att SFP-begreppet är allmänt känt och dels beroende på att vattenburen klimatkyla blivit vanligare och därmed dimensioneras luftflödet lägre.
- Åtgångstalen för belysning har sjunkit som resultat av modern belysningsteknologi (HF-don, T5 rör och kompaktlysrör)
- Åtgångstalen för klimatkyla kan vara representativa för byggnader med egna kylaggregat, men inte om de har fjärrkyla.
- Elåtgången för kontorsapparater har säkerligen ökat (lägre användning per apparat men fler apparater)
- Fler byggnader installeras idag med komfortkyla (redovisade värden i tabellen avser byggnader som har dessa system)

Bättre kunskap om detta kommer erhållas i samband med nu planerad studie inom STEM.

kWh/m ²	Kontor	livsm.butik	Daghem	skola	rest/hotell	Saml.lokal
Fläkt-vvx	15	37	-	11	35	23
Klimatkyla	28	41	12	3	27	13
Livsm.kyla	0	115	0	1	10	0
Övr.kyla	5	8	5	2	9	2
Innebelysn	31	69	24	24	26	28
Kontorsutr	8	1	0	1	0	1
Utebelysn	3	7	3	3	3	3
Övr. el ute	2	5	0	1	7	2
Köksutr.	2	8	11	5	53	5
Pumpar	3	2	1	3	3	4
Summa	97	293	82	54	173	81

Tabell 1. Elanvändning i lokaler. Data från STILstudien, men för ventilation och klimatkyla utgör redovisade värden genomsnitt för dem som har dessa system.

Slutsatsen av denna tabell är att de tre områdena ventilation, komfortkyla och belysning är dominerande elanvändningsområden. Med kommentarerna ovan som tillägg kan vi anta att komfortkyla kan ge en större elanvändning än belysningen i de fall de försörjs med egna

⁴ Vattenfall UPPDRAG 2000. Lokalerna och energihushållning. U 1991/70

kylmaskiner. Eftersom behovet av komfortkyla påverkas av apparatanvändningen måste även denna uppmärksammas.

Dessa slutsatser har legat till grund för hur ingående de olika avsnitten bör behandlas.

6. Elanvändning i flerbostadshus

Användningen av el i bostäder till annat än uppvärmning räknat per bostadsyta har ökat under perioden 1980 - 2000. Ökningstakten är lika stor i småhus som i flerbostadshus (källa energiindikatorer 2002, STEM).

Elanvändningen i flerbostadshus har i vår analys begränsats till de områden som direkt är påverkbara av byggherren, dvs fastighetsdrift och kyl/frys. Även fast installerade belysningsarmaturer kan övervägas, men har av tidsskäl inte medtagits.

I BFR-rapporten "Energieffektivisering" baserade på åtgångstal från början av 90-talet fördelar sig el för fastighetsdrift på:

Ventilation: 313 kWh/lgh

Belysning: 315 kWh/lgh

Tvättstuga: 624 kWh/lgh

I MEBY-projektet som analyserade elanvändning i nyproducerade flerbostadshus erhöles schablonvärden och erfarenhetsunderlag med följande exempel:

Ventilation: 2-300 kWh/lgh (enbart frånluftsventilation)

Belysning: 360 kWh/lgh (medelvärde fyra fastigheter)

Tvättstuga: 150 - 400 kWh/lgh

Utslaget på hela fastighetens yta motsvarar detta ca 9 kWh/m². Totalt uppgår fastighetsel till ca 12 - 17 kWh/m² BRA men kan också vara dubbla för fastigheter med yttre elvärme inkopplade (avfrostning, mm) eller i fastigheter med värmeåtervinning.

7. Omfördelningsberäkningar

Det finns ett stort värde i att tillåta omfördelningsberäkning. Därmed blir man inte låst till olyckliga detaljkrav som kanske inte är anpassad för den aktuella byggnaden och man kan optimera sina ansträngningar så att kostnaderna kan hållas nere.

I EU direktivet finns ett krav på att en nationell beräkningsmetodik för byggnaders energiprestanda ska finnas och (möjligen) tillämpas. Då kan byggherren passa på att göra optimeringskalkyler.

De uppföljningar som gjorts för nyproducerade flerbostadshus i Stockholm visade oacceptabelt stora avvikelser från beräknade värden och dessutom att beräkningar och indata i många fall var bristfälliga. Erfarenheterna säger alltså att dessa beräkningar måste styras upp betydligt bättre, speciellt vad avser indata. I metodprojektet MEBY visades att det för flerbostadshus är möjligt att åstadkomma väsentligt mer definierade beräkningsförutsättningar för de relevanta delarna i energibalansen. I rapportens del 2. redovisas ett tidigt utkast till hur en sådan metod kan tillämpas även för lokalfastigheter, men här begränsat till delsystemet elinstallationer.

Innehåll i lokalbyggnadens funktionsbeskrivningar

Beskrivning av funktionella behov och drifttider på rumsnivå/zon och omfattar:

- Antal personer och tider
- Ventilationsflöden och dess reglering
- Solinstrålningsförhållanden och dess avskärmning
- Apparatförhållanden och dess reglersystem
- Belysning och dess reglering (närvaro- och dagsljus)
- Komfortkrav och dess reglering (samtidig kyla, värme etc)

På byggnadsnivå beskrivs:

- Ventilationssystem och drifttider
- Kylsystemets funktioner inklusive kylbärarsystem
- Pumpar och annan elanvändning

Eftersom komfortkylsystemet kan vara en stor elanvändare, måste funktionsbeskrivning för solinstrålning och belysning ske både för sommarfallet och vinterfallet eftersom dessa inte är konstanta under året.

Beskrivningarna blir av nödvändighet ganska detaljerade, men kan med hjälp av pedagogiskt utformade beräknings- och indatahanteringsprogram ändå bli ganska enkla att göra. Detta förutsatt att man kan få hjälp med relevanta schablonvärden. Det är inte meningsfullt att varje projektör själv ska sitta och fundera över hur ofta kontorsanställda normalt är på sin arbetsplats, vilken effektreduktion som dagsljusstyrning normalt ger givet vissa förutsättningar, etc. Idag löses detta genom att projektören väljer värsta driftfallet och dimensionerar systemet efter det. Men dimensionering är något annat än energiberäkningar där genomsnittliga driftsituationer ska hanteras. Energiberäkningar görs därför högst sällan.

För en del av dessa data går det att hitta rimliga uppskattningvärden genom diskussioner med praktiker inom olika teknikområden. I andra fall krävs empiriska studier och fältmätningar. Vilka schablonvärden som ansätts har betydelse som vägledning för byggherrens val och

systemoptimering. Men oavsett dessa ansträngningar, kommer verkligheten ändå att något skilja sig från modellerna. Därför måste dessa kompletteras genom att slutresultatet för systemet kan verifieras på lämpligt sätt. Detta så att man vet hur det i verkligheten fungerar. Först då kan vi dra lärdomar och bli bättre, samt erhålla underlag för att revidera ansatta schablonvärden.

Verifiering av hela delsystemet elinstallationer, sker genom mätning av tillförd elenergi. Hur denna mätning kan gå till på enklast och tillförlitligaste sättet blir en senare fråga att utveckla, men bör vara en relativt enkel uppgift.

Sammanfattningsvis föreslås att byggherren för varje delsystem (belysning, ventilation, etc) kan välja energiklass C, men detta utgör inte minimikrav i egentlig mening. En verifiering på denna nivå klaras i många fall med ett besiktningsförfarande. Man kan välja delsystem som är mindre effektiva, men då ska man i en energibalans visa (inte minst för sig själv) att man ändå inte använder mer el än referensbyggnaden. Dessutom, ska resultatet då verifieras, genom att verklig elenergi mätes.

Oacceptabla avvikelser mellan uppmätt elenergi och referensbyggnadens beräknade elenergi bör sedan bli föremål för någon form av vite. I annat fall är det svårt att motivera detta förfarande och skulle ställa större krav på ”bevisföring” baserade på beräkningsresultat. Detta kanske på sikt kan visa sig ge tillförlitliga resultat, men kan knappast förväntas redan nu.

Storleken på ”acceptabel avvikelse” kan inledningsvis vara mer generöst tilltagen, för att senare stramas upp vartefter kunskap om metodiken och erfarenheter finns. Ansvarsfrågan avgränsas till fastighetens driftel, men verksamhetsel ingår i verifieringsdelen om klimatkyla ingår.

Motsvarande beräkningsförfarande görs också för flerbostadshus, men med delvis annat innehåll.

Beskrivning för flerbostadshus: antal lägenheter och dess storlek, samt

- ventilationsflöden och dess reglering
- Kyl-och frysapparater i lägenheten
- Eventuella elvärmare installerade i bostaden
- Övrig hushållsel

På byggnadsnivå beskrivs:

- Ventilationssystem med reglering
- Tvättstugans apparater
- Belysning och dess reglering (tidsstyrning, närvaro- och dagsljus)
- Eventuella elvärmare installerade i fastigheten (ute eller inne)
- Övriga apparater

Metoden för energiberäkning av fastighetens elinstallationer utförs så att relevanta indata även ges till en energibalansberäkning för hela byggnaden, dvs som även omfattar värme, mm.

Möjligheterna att ”balansera” sämre eller bättre resultat för systemdelen elanvändning mot andra systemdelar i byggnaden är en öppen fråga som ligger utanför ramen på detta uppdrag. Då bör även värderingsgrunden för olika energislag ha en tydlig lösning.

8. Slutsatser av modelltest enligt Del 2.

I del 2 har modellen testats på området effektiv elanvändning, med en utformning enligt tabell 4.

Delsystem	E-klass	Kompletterande krav
Belysning, inne	Ja	Tidsstyrd (not 1), dagsljusanpassning, närvarostyrning
Belysning, ute	nej	Funktionskrav på ljuskällan (Lm/Watt)
Ventilationssystem	Ja (2)	Behovsstyrning, värmeåtervinning
Kontorsapparater	(Ja) (3)	Styrning av eluttag för arbetsplatserna, (info-insatser)
Komfortkyla	Ja	Beräkningsanvisningar om ej E-klass C för övriga
Pumpsystem	Ja	
Kyl/frys	Ja (4)	
Tvättstugor	Ja	
Elvärmare i flbh.	Nej	Funktionskrav på styrning
Motordrifter	Nej	Nej (ingår i övriga delsystem)
Övrig elanvändn.	Nej	Fasta schablonvärden som beräkningsunderlag

Tabell 4. Tillämpning av energiklassmodell för elanvändningsområdet.

Not 1. Krav på styrsystem som släcker under icke arbetstid

Not 2. Vissa avvikelser från C, t.ex. tillfälligt även energiklass E för små bostadsaggregat

Not 3. Ingen stringent energiklass, men energivärden som underlag för beräkningar.

Not 4. Energitklass A som energikrav och A+ och A++ som bättre. Detta som konsekvens av EU-klassningen på dessa apparater.

Förslag på minimikrav (absoluta värden som inte får underskridas) har inte formulerats, förutom de kompletterande kraven enligt tabell 4.

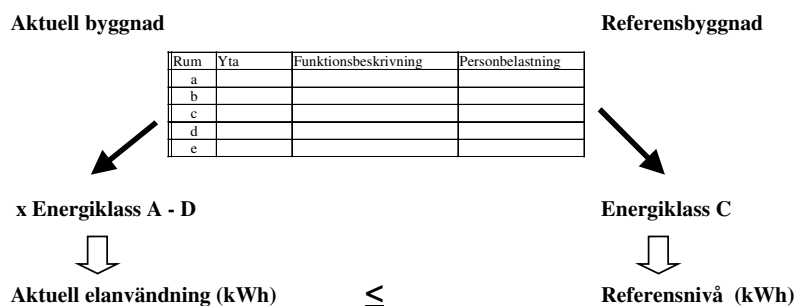
Enkla kravbeskrivningar formulerade som energi per ytenhet (kWh/m²) tar inte hänsyn till olika byggnaders förutsättningar och verksamheter. Olika verksamheter har olika krav. En stor del av de effektiviseringsmöjligheter som finns är bättre anpassning till varierande behov. Att belysningen släcks vid bra dags. Att belysning och ventilationsflöden, dimensionerade för en maximal personbelastning styrs ner när rummet är tomt, etc. Därför har kompletterande funktionskrav formulerats för dessa egenskaper.

Tre delsystem är i hög grad beroende av brukarnas beteende/behov och av solenergi. Dessa varierar påtagligt under dygnet och året. För byggnader med större ytor krävs därför inledningsvis en funktionell beskrivning av byggnadens olika rum/delzoner.

- Beskrivningsbehovet för ventilationen är yta, antal personer och personbelastningens variation under dygnet och antal timmar per dygn/år.
- För belysning tillkommer beskrivning av dagsljuszoner och ljusbehov.
- För klimatkyla tillkommer solenergibelysta klimatzoner och tillkommande apparatbelastning utöver referensnivån.

Beskrivningen görs redan i projektens tidiga skeden, så att arkitekten ska kunna få en snabb återkoppling på olika skissalternativ. Enklast för byggherren är att denna rums/funktionsbeskrivning sker med en gemensam mall. Inledningsvis, i del 2, görs dock enkel principskiss för respektive delområde och som senare kan arbetas ihop till en gemensam rumsbeskrivning. Även behov för andra delsystem som värme kan då också inarbetas.

Utifrån rum/zon-beskrivningen ska sedan energibehovet för att klara energiklass C kunna beräknas, liksom referensvärden till ett referensbyggnad.



En rums-/zonbeskrivning upprättas som underlag för att bedöma vilka reduktionstal som kan erhållas med tänkbara reglermetoder. I beskrivningen ska anges normala drifttider för byggnaden och dess verksamheter, personbelastning som systemen ska dimensioneras efter, etc. Nyckeltal baserade på erfarenhetsvärden behöver tas fram för dessa beräkningar eftersom underlag saknas idag.

Såväl belysning som ventilationsflöden, apparatanvändning och komfortkyla är i kontorslokaler en konsekvens av personbelastningen. I del 2 skissas på alternativet att beskriva dessa behov utifrån personbelastning. Detta alternativ är dock inte färdigutvecklat och bör konsekvensanalyseras.

En invändning mot detta upplägg som utgår från personbelastning och verksamhetsbeskrivning, är att vissa byggnader uppförs utan att man vet vilka verksamheter som ska inrymmas. Nu avser modellen att kunna användas även vid ombyggnationer och bör alltså även kunna täcka in denna situation. Antingen vet man inte verksamhet/personbelastning och dimensionerar för tänkbara maxlaster. Då bör man rimligen också bygga in en hög flexibilitet från början. Eller också förutser man senare ”kundanpassningar” och bygger in ventilation, belysning, kyla vartefter kundbehoven klarlagts. Byggreglerna måste alltså kunna hantera även dessa senare kompletteringsinstallationer.

Behovet av komfortkyla påverkas delvis av vilka energiklasser som valts för övriga delsystem. Låg effektivitet för dessa ger stora kylbehov. Men även byggnadens utformning och klimatkravens utformning påverkar. Ska exakt en viss temperatur krävas (+/- 0,5 grader) så måste en lokalbyggnad värmas på natten, men kylas på dagen. Är byggnaden utformad för täta arbetsplatser, storrum där varje person har liten yta med många kontorsapparater, ökar kylbehovet. Därför borde kravnivån för energiklass C vara ett resultat av en energibalanskalkyl och inte ett fixt värde på det sätt som tillämpats i del 2. Det bör dock gå att utveckla beskrivningsunderlaget utifrån personbelastning som en korrigeringsfaktor för komfortkylbehovet. Men, de fördjupande analyser som ändå föreslås, kanske visar att kylbehovet ligger på tillräckligt låg nivå så att en mer komplicerad beräkningsmodell kan undvikas. Detta förutsatt att övriga spillvärmekällor är låga.

Beskrivningarna i del 2 är långt ifrån färdiga och en stor del av föreslagna värden är preliminära och kräver ett fortsatt utredningsarbete, vissa enkla och vissa mycket tids- och kostnadskrävande. Vi ser i detta skede ändå inga egentliga hinder för att detta skulle vara genomförbart, annat än tid och kostnader. Förslag på hur ett sådant arbete kan bedrivas lämnas i senare avsnitt.

Hindren ligger snarare i implementeringen, möjligheterna att på ett smidigt sätt föra in modellen i tillgängliga lagrum, eller att få dessa förändrade, få fram pedagogiska hjälpmedel för marknads aktörer (byggherrar, arkitekter, projektörer, inspektörer, m.fl.) i form av handböcker, goda exempel på bra lösningar, databeräkningsverktyg med pedagogiska indatastöd, samt utbildningsinsatser.

Detta kommer att kosta pengar, ta tid och behöver ske samplanerat. Samordningen underlättas inte av att frågorna berör flera myndigheter och flera departement.

9. Tillämpningskostnad - nytta

Kostnader för energiberäkningar

Kostnaden för att upprätta genomarbetade energibalanser ligger på nivån några timmar till några dagar för de enskilda objekten beroende på hur komplicerad byggnaden är och om underlag i form av mängdbeskrivningar för ytor, konstruktionsuppgifter, etc finns framme eller inte. Tiden påverkas också av vilka hjälpmedel i form av indata- och beräkningsprogram som finns anpassade för uppgiften.

Ska mer omfattande känslighetsanalyser med olika konstruktionsutförningar eller kostnadsminimeringar för olika systemdelar utföras tar detta ytterligare tid, men kan då också förväntas resultera i kostnadsbesparingar.

Kostnader för mer avancerade energiberäkningsprogram kan bli besvärande för små konsultföretag, som mer sällan gör energiberäkningar. För enkla byggnader och enkla tillämpningar borde ett gratisprogram finnas tillgängligt via internet. (utvecklas som förslag).

Administrativa kostnader

Administrativa kostnader för utökade uppgifter i byggbesiktningen eller i samråds- och uppföljningsförfarande kan komma att ligga på någon dag per objekt, men kan egentligen inte uppskattas innan ett sådant system konkretiserats.

Centrala kostnader för att utforma ett regelverk enligt den metodik som här skissas och utvecklat även för övriga systemdelar i byggnaden kan uppskattas till nivån 10 Mkr utöver myndigheternas interna administrativa kostnader.

Därtill kommer kostnaderna för att utveckla ett pedagogiskt beräknings- och indatahjälpmedel som kan användas för byggnader som inte är allt för komplexa. Ett sådant bör finnas tillgängligt för alla via internet och kan också kopplad till en databas blir en del av ett uppföljnings- och utvärderingsinstrument för de nya byggreglerna. Även de täta uppdateringar som kommer krävas av metoden och angivna data och schablonvärden motiverar en internetbaserad ”publikation” av såväl uppdaterade byggregler och programvara. Detta med tanke på att den måste sjösättas inom kort, men skulle behövt ett mångårigt utvecklingsarbete, samt EU-direktivets krav på återkommande uppdateringar. Programutvecklingskostnader kan komma att ligga på några miljoner oavsett hur detta sedan ska organiseras och finansieras.

Vidare bör sjösättningen av ett sådant regelverk stödjas med utbildningsinsatser och förslagsvis med en central expertsupport. Denna har till uppgift att ge råd och dåd, hjälpa till med tolkningar och oklarheter, samt inte minst fånga upp problem och oklarheter som föranleder uppdateringar, förbättringar och kompletterande informationsinsatser. Även en sådan support kan kosta några miljoner.

Nyttokalkyl

I tabell 2 framgår uppskattade åtgångstal för en kontorsbyggnad med 12 kvadratmeter per person, när åtgångstal enligt del 2 för olika energiklasser tillämpas på en typbyggnad.

kWh/m2	Belysn	Apparater	Ventilation	Pump	Kyla	Övrigt	Summa	Exkl app.
A	5,5	8	0,6	0,1	0	5	20	11
B	9	13	1,6	0,2	3	5	31	19
C	11	17	3,0	0,2	6	5	42	25
D	27	50	5,4	0,4	20	5	108	58

Tabell 2. Konsekvensanalys av de beräkningsdata som använts i del 2, tillämpningsdelen för lokalbyggnader

I tabellen redovisas åtgång för samma byggnad med tillämpning av de olika energiklasserna. För energiklass A - C har de krav på behovsstyrning som föreslås i Del 2 för såväl belysning som ventilation ingått och utgör en del av förklaringen till den högre användningsnivån för energiklass D.

Den elbesparing som kan förväntas med de energiåtgångstal för olika energiklasser som redovisas för en lokalbyggnad i del 2 kan uppskattas till minst 30 kWh/m2 om man går från energiklass D till energiklass C. Den stora posten för (kontors-) apparater är bara delvis relaterat till energikrav för byggnader, men de förslag angående styrda apparatuttag som föreslås utredas, kan ge besparingar på kanske ytterligare 8 kWh/m2.

Antag att 2 miljoner kvadratmeter lokaler byggs årligen, med genomsnittlig storlek på 4000 kvadratmeter styck (detta är inte statistiska data utan bara ett räkneexempel). För den enskilda byggnaden erhålles en elbesparing på ca 100.000 kronor per år (exkl moms) och på en 10 års period blir besparingen ca 1 miljon kronor.

Merkostnaden måste närmre studeras men kan grovt uppskattas till:

	för objektet	nationellt
Mätning och kontroll:	25 kkr	12,5 mkr
Projektering, etc:	100 kkr	50 mkr
Dyrare installationer:	4-600 kkr	250 mkr

Kostnaderna för merarbete vid projektering kommer sjunka vart efter arkitekter och konsulter vant sig vid att utföra mer genomtänkta lösningar. Även installations- och materialkostnaderna kommer sjunka vartefter en marknad skapas för effektivare utrustning och dessa ökar i volym.

För nyproduktion förefaller alltså kostnaderna med god marginal understiga kostnaderna, men kompletterande kostnadsanalyser på systemdelsnivå i samband med genomarbetning av rapportens förslag i del 2 rekommenderas. Observera dock att det finns en betydande kvarvarande potential när man går från energiklass C till B, respektive A. Väl nere på nivå för energiklass A har uppställda mål för långsiktigt hållbar elanvändningsnivå uppnåtts.

För små objekt, kan kontrollkostnaden bli besvärande om den inte kan förenklas.

För ombyggnationer, där kanske bara en mindre del av byggnaden rustas upp eller kundanpassas, kan också kontrollkostnadens andel bli stor.

Alla dessa siffror måste givetvis ses över innan klara slutsatser kan dras.

Motsvarande besparingar i ett flerbostadshus med energiklass C istället för energiklass D är ca 10 kWh/m², men redan nu kommer energiklass B i många fall att vara motiverat val och då ökar besparingen ytterligare.

kWh/m ²	Belysn	Ventilation	Pump	Tvättstuga	Övrigt	Kyl/frys	Summa
A	0,8	5,6	0,1	0,9	5	1,7	14
B	1,4	11,2	0,2	0,9	5	2,4	21
C	1,6	14,0	0,2	1,4	5	3,1	25
D	3,8	17,5	0,4	3,3	5	4,5	35

Tabell 3. Konsekvensanalys av de beräkningsdata som använts i del 2, tillämpningsdelen för flerbostadshus

Att åtgångstalen enligt tabell vida överstiger de som anges för fastighetsdrift i dagens nyproduktion beror på att hushållen elanvändning för kyl/frys också medtagits i sammanställningen, men framför allt att ventilation med värmeåtervinningssystem antagits.

I flerbostadshusen blir besparingen lägre, men också kostnaderna för projektering (inga egentliga merkostnader, eftersom åtgärderna här baseras på enkel och tillgänglig teknik) och för själva åtgärderna.

Enbart för nyproduktion bör ett genomsnittligt lyft från nivå D till B under en 30 – årsperiod leda till energibesparingar jämfört med dagens åtgångstal för byggnaders eldrifter på ca 25 Mdr per år 2030. Detta förutsatt att 30% av dagens byggnadsstock då uppförts och med en elkostnad på 1 kr/kWh. Detta kan vara en överskattning av verklig effekt eftersom en spontan utveckling ändå kan vara möjlig, men nuvarande trend är snarare mot ökade åtgångstal. Vidare tillkommer ombyggnationsprojekten.

Slutsatser

Slutsatserna av denna tidiga analys är att en tillämpning av föreslagen modell inte bara leder till långsiktiga energimål, utan också kan ge lägre driftkostnader och vara samhällsekonomiskt motiverat.

10. Diskussion

Det finns ett antal frågor som bäst besvaras på en politisk nivå och som därefter får en direkt återkoppling på framtida arbete.

1. Denna rapportdel beskriver mål och utgångspunkter för en revidering av byggreglerna och att grunden för föreslagen modell ska vara:

- förenliga med krav enligt EU-direktivet
- långsiktigt syftande, dvs leda mot de långsiktiga målen formulerade bl.a. i Boverkets rapport Byggsektorns Miljömål
- motiverade utifrån en långsiktig kostnadseffektivitet
- underlätta frivilliga åtaganden (välja bättre energiklasser)
- underlätta återkommande revideringar av kraven (byte av energiklass alternativt revidering av formulerade krav för respektive klass)
- att den generella kravnivån motsvarar energiklass C, dvs en lägre nivå än vad som svarar mot LCC. Detta motiverat av att marknaden frivilligt ska kunna välja bättre lösningar.

Är dessa utgångspunkter relevanta? Finns andra utgångspunkter som på ett avgörande sätt bör påverka modellen?

2. Modellen för energiklassning, A-D har inte helt kunnat uppfyllas, t.ex vitvaror där en etablerad klassning med A+ och A++ redan existerar. Är smärre avvikelser från körschemat, dvs att energiklass C är lika med den generella kravnivån acceptabelt?

3. Är energiklassningsmodellen A – D bra? När kraven förskjuts så måste inarbetade värden förändras. För produktkrav, typ kylskåp där effektivitetsutvecklingen varit extremt snabb, har så täta revideringar av åtgångstalen inte varit möjliga. Istället har man valt att införa nya energiklasser A+ och A++. Kraven utformade enligt del 2 är huvudsakligen funktionskrav formulerade på systemdelsnivå, dvs inte apparater med ett märke på sig som skulle behöva bytas ut vid en revidering. Därför bör återkommande uppdateringar av värden för energiklasserna vara möjliga (minst vart 5:e år enligt direktivet). En senare skärpning av byggreglerna så att de motsvarar definitionen för energiklass B är en potentiell möjlighet som senare kan övervägas om inte marknadens frivilliga åtaganden att gå längre än vad som motsvarar energiklass C hindrar utvecklingen.

4. Är föreslagen definition för A – D bra, dvs de ekonomiska kriterier som utgör utgångspunkt för hur långt kraven ska drivas.

5. Utkastet enligt del 2. indikerar ett omfattande utredningsarbete innan modellen kan sjösättas och kostnader för utveckling av datahjälpmedel för att förenkla handhavandet? Vidare föreslås marknadsstödjande åtgärder för introduktion. Hur omfattande insats kan motiveras med tanke på de besparingseffekter som åtgärderna långsiktigt kan leda till? Hur ska detta finansieras?

6. Modellen möjliggör sämre effektivitetsnivå än för energiklass C för olika delområden, förutsatt att man i en omfördelningsberäkning visar att resultatet blir minst lika bra, samt att verkliga resultat i efterhand verifieras. Det räcker inte med ett samråd före byggnation, kanske inte ens ett besiktningsprotokoll utan verkliga eftermätningar. Utredningen ger inga förslag på hur en sådan uppföljning ska organiseras. Är detta en konsekvens av modellen som kan accepteras?

Först när dessa frågor 1- 6 är positivt besvarade finns det en grund för att processa arbetet med tillämpningen enligt del 2 vidare, liksom motsvarande arbete för övriga systemdelar i byggnaden. Finns principiella invändningar, måste nya utgångspunkter formuleras och modellen omarbetas.

Även modellens förslag, frihet att utbyta energiklasser/åtgärder mellan systemdelen elanvändning och andra systemdelar i byggnaden (klimatskal, ventilationsförluster, varmvattenuppvärmning) förutsätter att det finns relationstal, eller energiindex för att viktiga olika energislag mot varandra, åtminstone som klargör relationen mellan elenergi och uppvärmningsenergi. Ett arbete med att utveckla detta kan ske parallellt med det fortsatta utvecklingsarbetet med tillämpningsdelarna, alternativt att temporära index ansätts om t.ex. en gemensam europeisk koncensus på dessa ska avvaktas.

En fråga som väcks i samband med denna modellbeskrivning och som inte diskuteras mer i denna rapport är hur föreslaget system med energiklassning på delsystemnivå kan aggregeras till byggnadsnivå och utgöra en grund för EU-direktivets energiklassningskrav.

Även för tillämpningsexemplet enligt del 2 väcks ett antal frågor.

EU-direktivets krav på att även minimikrav ska formuleras åtminstone för belysning, ventilation och komfortkyla , samt kravet på att en energiberäkning/energianalys utförs innebär ett antal relativt detaljerade anvisningar måste utarbetas. Skulle det för alla parter vara enklare om kraven enbart formulerades på byggnadsnivå, kWh elenergi per byggnad och sedan verifierades med en elmätning efter något år? Kravet skulle inte behöva många raders text för att formulera, men

- hur ska byggnader med olika verksamheter hanteras?
- olika drifttider?
- olika personbelastningar (stora, respektive små ytor per person)?
- hur verifierar man utfallet om bara halva byggnaden är uthyrd efter det den uppförts?
- ger en sådan utformning ett bra stöd för byggherrens interna projektstyrning och erfarenhetsuppföljning?
- Är det förenligt med direktivets krav?

För vilka delområden kan vi förvänta oss förslag från arbetsgrupper anlitade av EU-kommissionen och blir de anpassade för ”svenska” förhållanden?

Hur kan modellen tillämpas på befintliga byggnader? Ofta görs upprustningar i lokaler i samband med ombyggnationer föranledd av ändrade verksamheter. Byte av belysningsanläggningar och ombyggnation av ventilationssystem är vanligt. Tillämpningen i del 2 avser även att kunna tillämpas i dessa fall på befintliga byggnader. Däremot kan ritningsunderlag för klimatskal, mm vara bristfälliga och ge problem för energibalansberäkningar på byggnadsnivå.

Dessa frågor kan vara väl värda att diskutera i den fortsatta processen.

11. Förslag på fortsatt arbete

1. Ställningstaganden till utgångspunkter och mål enligt avsnitt 10.
2. Tillämpning av metodik enligt denna rapport för byggnadernas övriga delsystem. Därvid bör särskilt beaktas:
 - minimikrav på byggnadernas U-värden (jfr konflikten glasade fasader) och förslagen i del 2 denna rapport
 - att luftflöden föreslås baseras på en dimensionering utifrån hygieniska behov, vilket inte är fallet med nuvarande BBR där referensbyggnadens luftflöden sätts lika med den aktuella byggnadens oavsett luftflödesnivå.
 - passiva solvärmesystem och solskydd
 - hur varierande krav på inomhusklimat påverkar energiåtgång (tillåtna temperaturvariationer sommar, respektive vinter, etc)
3. Utformning av anvisningar för omfördelningsberäkning på byggnadsnivå och hur verifiering på denna nivå ska ske. Här finns vissa erfarenheter inom MEBY-projektet att utgå från.
4. Komplettering av energikraven på byggnadsnivå med ett funktionskrav på genomsnittligt energiåtgångstal som inte får överskridas (absolut minimi-krav) för att eliminera risken för mycket ogynnsam utformning av byggnader.
5. Komplettering med anvisningar för hur byggnadsknutna energianläggningar ska hanteras i omfördelningsberäkning på byggnadsnivå, speciellt avseende anläggningar för solvärmeenergi och solcellslösningar, samt vilka nyckeltal för drifttider, produktionsförmåga som därvid ska ansättas.
6. Framtagning av energiindex för hantering av skilda energislag, med minimum i form av relationstal mellan fjärrkyla och elenergi, samt mellan fjärrvärme och elenergi. Även minimikrav för egna pannanläggningar kan behöva beaktas.
7. Kompletterande arbete enligt del 2.

Kompletterande arbete enligt del 2.

Syftet med det fortsatta arbetet är att komplettera, revidera och förenkla.

En inledande insats- och kostnadsplan bör utvecklas som minst beaktar följande punkter:

- a) Metodiken tillämpad enligt del 2 behöver diskuteras övergripande i en lämplig expertpanel med praktiker som har kompetens och erfarenhet från olika delområden. Då kan också metoder för verifiering på komponent, respektive systemdelsnivå diskuteras, samt tillämpbarhet vid ombyggnationer, kund Anpassningar etc. (se även avsnitt 10).
- b) Är föreslagen metodik tillämpbar även för energideklarering av befintligt bestånd (certifikat). Detta har inte testats eller diskuterats i denna rapport. Hur kan modellen i så fall förenklas och hanteras för att minimera kostnaderna i dessa situationer, som egentligen inte är ”skarpa” dvs. åtgärder kanske inte utförs.

- c) Metodiken för att beskriva olika rumsfunktioner bör utvecklas eller testas för olika byggnadstyper och sedan tillämpas för områdena belysning och ventilation.
- d) Praktiskt möjliga reduktionstal vid behovsstyrning av dels ventilation och dels belysning baserade på erfarenheter och empiriska mätningar behöver arbetas fram för olika tillämpningsområden, så som skolsalar, kontorsarbetsrum, storkontorslösningar, väntrum, mm.
- e) Föreslagna nivåer för energiklasser bör stämmas av mot de ekonomiska kriterierna som anges i del 1 där detta är praktiskt möjligt och i annat fall genom remiss till branschorganisationer. Dessa avstämmningar kan innebära att ett större antal praktiska "cases" analyseras och där man tydligt beaktar skillnaden mellan dagens situation och en situation där kraven införts för områden med låg effektivitetsnivå idag (bristande kunskap, få tillämpningar utförda, liten marknad i brist på intresse, etc). Speciellt gäller detta områden där bättre styr®lerteknik tillämpas och som kanske inte ens finns anpassad för dessa tillämpningar.
- f) Funktionskraven som inte ingår i energiklassningen, t.ex behovsanpassning, etc ska också de vara ekonomiskt försvarbara för normala applikationer och för de tillämpningar där så inte är fallet (rumsstorlek, driftstider), och inte heller bedöms bli det när väl kraven implementeras (tekniken etableras), ska avgränsningar definieras. Dessa funktionskrav bedöms ha en mycket stor betydelse för den fortsatta effektivitetsutvecklingen, men kan också innehålla intressekonflikter som ska hanteras. Området bör därför ges stort utrymme i det fortsatta arbetet och även föranleda initiativ till forskning och utveckling.
- g) För den mest komplexa systemdelen, komfortkyla, kan en inledande förstudie rekommenderas där känslighetsanalyser utförs på en modellbyggnad med de olika energiklasser och belastningsvärden som övriga systemdelar ger och testas mot några alternativa fasadutformningar och alternativa klimatkrav. Därmed bör man kunna erhålla randvillkoren då möjliga förenklingar av beräkning och verifiering är möjliga. Förhoppningsvis innebär detta att flertalet byggnader utifrån givna kriterier (utformning, verksamhet och effektivitet för andra systemdelar) inte kommer kräva komplexa energiberäkningar och att avsnittet kan delas upp i två separata delar varav en blir mycket enkel att förstå och följa.

Som en inledning till detta arbete bör pågående arbeten inom EU närmre studeras och eventuella samarbeten för den fortsatta metodutvecklingen etableras. För att underlätta denna kommunikation bör rapporten, både del 1 och 2, översättas till engelska.

Parallellerna är många med byggnadens övriga systemdelar som också behöver revideras utifrån med samma metodik. Även här finns ett behov av att kostnads- och nyttoberäkna de olika energiklassnivåerna.

Kostnaden för en fullständig revidering enligt denna modell är svår att uppge utan en närmre kostnadsanalys. En sådan är meningsfull att göra när metodupplägget väl är förankrat, se avsnitt 10. Vår preliminära bedömning är att en sådan hamnar på nivån 5 –10 Mkr för det energi- och byggnadstekniska underlaget, men denna uppskattning är mycket osäker. Kostnaderna blir lägre ju mer tid som finns tillgängligt, mer kan läggas på examensarbete etc.

Men tidsperspektivet för en implementering är ca 2 år vilket innebär att ganska kraftfulla insatser nu krävs.

Det fortsatta utvecklingsarbetet bör även resultera i förslag på teknikupphandlingsinsatser eller att eventuella sådana behov identifieras. För marknaden gäller dock att först när man vet att ett krav kommer införas, kan man investera i utveckling av produkter som uppfyller dessa.