

INNEHÅLL

Förord	9
1. Inledning	13
2. Motiv	17
2.1 Säkerställa god inomhusmiljö.....	17
2.2 Nationell energi- och effektförsörjning	19
2.3 Begränsa inverkan på yttre miljön	20
3. Systemgränser	21
3.1 Byggnadstekniska komponenter	21
3.2 Byggnadens energianvändning.....	21
3.3 Levererad energi.....	23
3.4 Energiproduktion, primärenergi.....	23
3.5 Byggnadens totala miljöpåverkan	24
3.6 Verksamhetens miljöpåverkan	24
4. Kravmetoder	25
4.1 Komponentkrav.....	25
4.1.1. U-värde.....	25
4.1.2. Transmission per golvarea	31
4.1.3. Lufttäthet.....	31
4.1.4. Fönster	35
4.1.5. Dörrar.....	35
4.1.6. Ventilation och värmeväxling.....	35
4.1.7. Elanvändning till ventilation.....	36

4.1.8. Värmepumpar	37
4.1.9. Kylmaskiner	38
4.1.10. Solceller	38
4.2. Reglerförluster	38
4.3. Funktionskrav	40
4.3.1. Inomhusmiljö	41
4.3.2. Energianvändning	48
5. Areadefinitioner	61
5.1. Horisontell area	61
5.2. Omslutningsarea	62
6. Standardvärden eller modifierade krav	65
7. Kontrollmetoder	67
7.1 Beräkningar	67
7.1.1. Krav på beräkningsprogram	67
7.1.2. Kompetenskrav	68
7.1.3. Krav på utförande	69
7.2. Mätningar	71
7.2.1. U-värden	71
7.2.2. Energianvändning	71
7.2.3. Otäthetsfaktor	72
7.2.4. Komponentprestanda i installationssystem	74
7.2.5. Rumstemperatur	74
7.2.6. Luftkvalitet	74
7.2.7. Dagsljus	76
7.2.8. Buller	76

8. Energikrav på befintliga byggnader	77
8.1. Väggar	77
8.2. Vindsbjälklag och tak	77
8.3. Golvbjälklag	78
8.4. Byte av ventilationssystem	78
9. Inomhusmiljö och Energiförsörjning under 250 år	79
9.1. Teknikutveckling	79
9.1.1. Kachelugn	79
9.1.2. Vedspis	80
9.1.3. Värmepannor och centralvärme	80
9.1.4. Isoleringsmaterial	80
9.1.5. Fönster	81
9.1.6. Värmepumpar	81
9.1.7. Beräkningshjälpmedel	81
9.2. Stadgar, normer och regler	82
9.2.1. 1874 års byggnadsstadga	83
9.2.2. 1919 års hälsovårdsstadga	84
9.2.3. 1931 års byggnadsstadga	84
9.2.4. 1946 års byggnadsstadga och BABS 46	85
9.2.5. BABS 50	87
9.2.6. 1959 års byggnadsstadga	87
9.2.7. BABS 1960	87
9.2.8. BABS 67 SBN 67	88
9.2.9. SBN 75	88
9.2.10. SBN 80	90

9.2.11. NRI	91
9.2.12. Boverkets byggregler 1994 BBR94-BBR9	93
9.2.13. Europaparlamentet ett direktiv om byggnaders energiprestanda 2002.....	94
9.2.14. Boverkets byggregler 2006 BBR 12	95
9.2.15. Boverkets byggregler 2009 BBR16 och senare.....	96
9.2.16. Europaparlamentet ett direktiv om byggnaders energiprestanda 2024.....	96
10. Fallbeskrivningar	99
10.1. Inomhusmiljö.....	100
10.1.1. Cancerogena byggmaterial.....	100
10.1.2. Fuktskador	100
10.2. Energihushållning.....	115
10.2.1. Felaktiga beräkningar	115
10.2.2. Bristande teknisk funktion.....	116
11. Tillämpning av krav i byggprocessen	123
11.1. Förstudie.....	123
11.2. Programskede	124
11.3. Systemskede	124
11.4. Projekteringsskede	125
11.5. Byggskede	125
11.6. Upphandling av entreprenader	126
11.6.1. Entreprenören har ansvaret	126
11.6.2. Byggherren har ansvaret	126
Bilaga I	129
Litteraturförteckning	133

FÖRORD

I mitten av 1980-talet deltog jag i ett projekt med syfte att ta fram underlag för omarbetning av Svensk Byggnorm. Arbetet leddes av Statens Planverk och engagerade ett brett spektrum av experter. Energifrågan hade några år tidigare kommit att stå i fokus och det fanns en allmän uppfattning att den då aktuella SBN 80 lade hinder i vägen för optimering av energisparåtgärder. Den innehöll specifika krav på varje enskild komponent, till exempel U-värden för fönster, och tillät inte någon flexibilitet i omfördelning av energiprestanda mellan olika komponenter. Arbetet mynnade 1988 ut i mer flexibla energikrav som öppnade för vissa möjligheter att optimera energisparåtgärder.

Vi som arbetade med underlag och formulering av kravtexter insåg att detta var en komplicerad uppgift men trots ett omfattande utredningsarbete blev resultatet inte det förväntade. I kapitel 9 beskrivs hur tillämpningen resulterade i ökad energianvändning i nyproducerade byggnader.

Prioriteringen av energieffektivisering under 1980- och 1990-talet skedde tyvärr även på bekostnad av andra kvaliteter vilket resulterade i en ökning av fuktskador och hälsoproblem.

Systemet ersattes 2006 med ett kravsystem som eliminerade de mest akuta bristerna.

I början av 2000-talet följde jag processen när norska myndigheter reformerade sitt kravsystem och kompletterade tidigare komponentkrav med mer flexibla funktionskrav. Jag har även tillämpat dessa norska krav i byggprojekt.

Olika typer av uppdrag har gett en inblick även i andra länders sätt att utforma krav på energi och miljö.

Erfarenheter från arbetet med att utforma och tillämpa krav har gett en insikt att samverkan mellan rumsklimat och energihushållning

är en komplex fråga. Det förekommer en stor spännvidd i kravformuleringarnas omfattning och inriktning i myndighetskrav för olika länder. Dessutom tillämpas ett antal certifieringssystem för inomhusmiljö och energiförsörjning som kommit fram till skilda slutsatser hur den typen av frågor bör hanteras.

En övergripande erfarenhet är dock att system med omfattande dokumentation och krav på kontroller verkar fungera bättre än mer sparsamt formulerade. En omfattande dokumentation kräver större arbetsinsatser men kan till en del ersätta krav på kompetens vid tillämpningen. I vissa fall har kravformuleringar utökats till detaljerade handböcker för projektering.

Boken vänder sig till personer som har till uppgift att formulera och tillämpa krav i samband med byggprojekt. Krav på rumsklimat och dess miljöpåverkan kan inverka på så väl arkitektur som tekniska systemval. I avsnittet med en tillbakablick över hur myndighetskrav har utvecklats i Sverige under 1900-talet framgår att kravmodellerna tenderar att bli alltmer komplexa. För att nå en optimal funktion ökar därmed kraven på samordning och ansvaret för detta ligger hos projektledning som bör ha kännedom om hur krav är uppbyggda och dess brister. En annan kategori är hyresvärdar som skriver in krav på rumsklimat och byggnadens miljöpåverkan i hyresavtal.

Konsulter som ska anpassa systemval och prestanda för enskilda komponenter behöver en förståelse för hur en viss kravmodell påverkar projekteringsarbetet. Om systemgränser utvidgas berörs allt fler konsultkategorier.

Ambitionen med boken är att redovisa olika sätt att formulera krav och vad som krävs för att en kravmodell ska vara praktiskt genomförbar. Det måste finnas tekniska och ekonomiska möjligheter att uppnå krav för både energianvändning och inomhusmiljö. Det får inte finnas flera oförenliga krav. Ska krav kontrolleras genom mätning måste det finnas mätmetoder som är tekniskt och ekonomiskt genomförbara. Blir byggkostnaden för hög i förhållande till vad marknaden är villig att betala, eller om det inte finns tekniska möjligheter att uppfylla ställda krav kommer byggprojekt inte att initieras. Boken innehåller inte några perfekta kravmodeller och det är inte heller möjligt, det blir alltid kompromisser.

Boken belyser frågan om konsten att ställa krav från olika infallsvinklar.

I den första delen som omfattar kapitel 4–8 beskrivs olika metoder för formulering av krav. Det kan krävas vissa förutsättningar för att kravet ska fungera i den praktiska tillämpningen och krav får också konsekvenser genom att det styr byggande i en viss riktning. Om krav inte är tillräckligt underbyggda med relevanta konsekvensutredningar kan det i värsta fall leda till att de får motsatt verkan mot den önskade.

Kapitel 9 innehåller en historisk tillbakablick över svenska myndighetskrav och hur dessa påverkat byggandet. Det är tydligt hur utformning av krav styrts av aktuella samhällsfrågor och att det kan vara svårt att hålla en optimal balans mellan energihushållning och inomhusmiljö som ofta står i motsattsförhållande till varandra.

Kapitel 10 innehåller ett antal specifika fall där det brustit i inomhusmiljö eller energihushållning. Dessa fall hade eventuellt kunnat undvikas om det ställts relevanta krav på byggande och drift.

I kapitel 11 beskrivs hur krav i detta avseende påverkar byggprocessen med projektering och upphandling av entreprenader.

Olika typer av teknisk funktion som berörs översiktligt i denna bok finns utförligt beskriven i boken med titeln *Rumsklimatet Miljön mellan väggarna*.

Norrtälje i augusti 2025
Sune Häggbom

1. INLEDNING

Samhället ställer krav på byggnader för att säkerställa brukarnas hälsa och välbefinnande. Detta gäller konstruktion och hållfasthet men även inomhusmiljö. Ett annat syfte är att reducera byggnadens negativa inverkan på den globala miljön genom energianvändning och materialtillverkning.

Denna bok innehåller beskrivningar av metoder för att ställa krav inom dessa områden.

Oavsett syfte gäller det att hitta verkningsfulla formuleringar med väl avvägda kompromisser till exempel mellan inomhusmiljö, energianvändning och gestaltning.

Det bör också finnas möjligheter att, med rimlig insats, kontrollera att kraven uppfylls. Kravformuleringar liknande "Bygg bra" uppfyller sällan kravställarens förhoppning då de är relativa och att det inte finns något kriterium att kontrollera mot.

Utvecklingen under 1900-talet har gått från relativt enkla krav till mer komplexa. Fokus har också breddats från att handla om basala krav på inomhusmiljö till att gälla fler aspekter av inomhusmiljö och energianvändningens inverkan på yttre miljön.

Den tekniska utvecklingen av komponenter, mätmetoder och beräkningsmetoder ställer allt högre krav på både de personer som ska formulera krav och de som ska tolka dem och kontrollera att de uppfylls.

Oavsett hur krav formuleras måste de i samband med tillämpningen översättas till detaljerade komponentkrav som isoleringstjocklek och verkningsgrader i teknisk utrustning eller fönsterarea. Mer övergripande krav ger en större frihet för byggherren att kombinera komponentkrav men det ställer också större kunskapskrav på projektledningen som ska samordna en växande skara av kompetenser.

Är krav för komplicerade med hänsyn till den kompetens som

generellt finns tillgänglig i byggprojekt finns en risk att de inte kommer att tillämpas på det sätt som kravställaren tänkt sig. Det finns skillnader beträffande tillgång på specialistkompetens mellan olika typer av projekt, till exempel styckebyggda småhus och sjukhus.

Förutom faktiska förutsättningar och konsekvenser som redovisas i denna bok finns ett antal frågor att ta ställning till. Dessa faktorer finns beskrivna i olika avsnitt. Punkterna nedan är en sammanfattning.

- Ska energikrav styra arkitektfrågor som gestaltning och lägenhetsindelning?
- Ska samma typ av krav gälla för alla typer av byggprojekt oberoende av omfattning och tillgång till kompetens? Frågan har anknytning till kapitlet "Systemgränser" och att stora byggherrar kan ha större möjligheter att uppfylla alla krav i ett allt mer komplicerat kravsystem än en egnahemsbyggare.
- Vilka omfördelningar av energi kan tillåtas mellan installationsteknik och byggteknik?
- Ska det vara tillåtet att tillgodoräkna verksamhetens värmetillskott vid beräkning av byggnadens energianvändning för uppvärmning? I vilken utsträckning ska det i så fall vara tillåtet att fördela värmetillskott mellan olika verksamheter?
- Ska energikraven styra mot vissa energislag, till exempel med hänsyn till nationell energiförsörjning?
- Är det önskvärt att vissa byggnadstekniska eller installationstekniska system slås ut från marknaden på grund av att de inte uppfyller vissa krav?
- Vad är rimlig komfort och övrig standard. Det är något som varierat i tid där det funnits ett visst samband med allmän levnadsstandard.
- Vilka metoder kan användas för att verifiera att byggnaden uppfyller ställda funktionskrav? Räcker det med beräknade värden eller krävs det mätningar? Ska det ställas krav på beräknings- och mätmetoder för att kvalitetssäkra även dessa.
- Ska publikationer med krav vara allmänt tillgängliga utan kostnad? När krav bara kunde publiceras via bokhandeln var det nödvändigt att ta ut en ersättning för tryckning och

distribution. Det är inte längre nödvändigt då nedladdning av en PDF-fil inte medför någon extrakostnad. Fritt tillgänglig kravtext underlättar tillämpningen och ökar sannolikheten att alla berörda aktörer arbetar med samma version.

2. MOTIV

God och hälsosam inomhusmiljö har alltid varit ett viktigt motiv för att ställa krav på byggnader. Det har länge varit väl känt att mikrobiell tillväxt på grund av fuktig miljö kan leda till ohälsa och åtgärder för att förhindra fuktskador har varit ett prioriterat område.

Dagsljus och visuell kontakt med yttre miljön är också viktigt ur hälsosynpunkt.

Trafikbuller och ljudalstring från installationssystem har succesivt ökat under senare delen av 1900-talet och motiverar numera krav på maximala bullernivåer.

2.1 Säkerställa god inomhusmiljö

Det finns inga absoluta värden på vad som kan anses vara rimliga krav på inomhusmiljön som rumstemperatur, dagsljus eller luftkvalitet. Avsnittet med tillbakablick över utvecklingen i Sverige visar att detta är något som är starkt knutet till levnadsstandard och tekniska möjligheter. Det som är normalt krav idag var inte möjligt att uppnå för de mest välbeställda i början av 1900-talet.

Utöver basala kravet att inomhusmiljön inte ska orsaka hälsoproblem finns en kravnivå när rumstemperaturer och luftkvalitet börjar påverka prestationsförmågan. I ytterligare en nivå handlar det som att försöka undvika alla individuella klagomål. Krav på rumstemperatur är beroende av vad som anses vara normal klädsel.

Merparten av kunskapen kring inomhusmiljö har tillkommit genom observationer och erfarenheter i det dagliga livet. Det har gjorts försök till vetenskapliga utredningar kring enskilda frågeställningar. Ett exempel är undersökningar hur vi påverkas av halten koldioxid i rumsluften genom att tillföra koldioxid. Men försökspersonernas uppfattning påverkas av för många okända faktorer för att resultaten

ska kunna användas som underlag för krav. Tillförsel av ren koldioxid är inte samma sak som att halten koldioxid ökar på grund av minskad luftomsättning. Förutom koldioxid tillför personer fukt och andra emissioner i varierande grad.

Tillkomsten av nya byggnadsmaterial och nya tillverkningsmetoder har i flera fall genererat nya typer av emissioner. Generellt gäller att deras fysiologiska inverkan har upptäckts genom ökad ohälsa. Även när hälsoproblemen är kända har det tagit tid att spåra orsaken och att vidta aktiva åtgärder.

Ökat luftflöde ger lägre koncentrationer av föroreningar och sommartid är extremt hög luftomsättning inte något problem. Vid kall väderlek är fuktinnehållet i uteluften lågt och i kombination med hög luftomsättning kan relativa fuktigheten inomhus bli så låg att även detta orsakar hälsorisker.

Vårt behov av dagsljus är väl belagt i en rad studier. Dagsljuset påverkar direkt ett antal biologiska funktioner. Men stora fönsterareor kan sommartid leda till alltför höga rumstemperaturer.

Inverkan av buller är också väl utrett både i fråga om höga ljudnivåer som direkt kan orsaka hörselskador och mer normala nivåer som påverkar oss biologiskt mer långsiktigt. Buller är ett mer komplext problem än dagsljus då ljudets frekvens, grad av kontinuitet och ursprung påverkar oss på olika sätt.

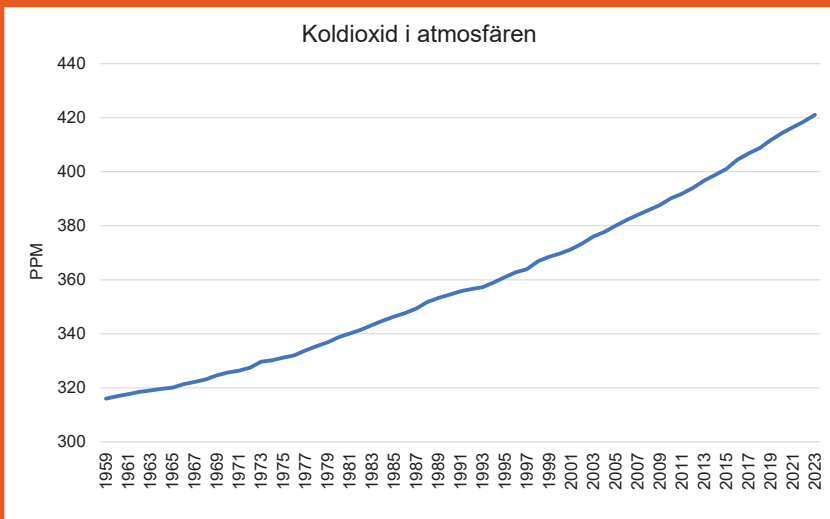
2.2 Nationell energi- och effektförsörjning

Den första dokumenterade energikrisen uppstod i Sverige på 1700-talet. Det uppstod en akut brist på ved som en följd av den begynnande industrialiseringen.

Oljekris i början av 1970-talet motiverade skärpta krav på byggnaders energianvändning. Kraftiga prishöjningar på olja ledde, i Sverige, till en förskjutning från oljebaserad uppvärmning till el-uppvärmning.

Kärnkraftshaveri i USA i slutet av 70-talet ledde till krav på begränsning av uppvärmning med el. Alternativet var då att ytterligare skärpa krav på energianvändning och att försöka styra om mot fjärrvärme och förbränning av inhemska bränslen som pellets och flis.

Erfarenheterna från 1970-talets arbete med energikrav visar att lösningen snarare kan vara att begränsa energianvändningen än att styra över den mellan olika energikällor eller distributionssystem.



Figur 1. Halten koldioxid i atmosfären uppmätt på Manua Loa. Källa: NOAA.

En ökad användning av el kan leda till tillfällen med otillräcklig produktion och överföringskapacitet vilket kan motivera krav på maximalt installerad eleffekt. I Sverige är det störst risk för effektbrist vid låg utetemperatur. I andra varmare länder kan det i stället vara luftkonditionering som överbelastar elförsörjningen.

2.3 Begränsa inverkan på yttre miljön

Krav på lägsta och högsta tillåten temperatur kräver installations-system för tillförsel av värme och kyla. Den energiproduktion som erfordras för att uppfylla dessa krav inverkar på den globala miljön. Under de senaste decennierna har byggnaders påverkan på yttre miljön varit ett av motiven för begränsning av energianvändningen. Den mest akuta åtgärden har varit att minska användningen av fossila energikällor. Förbränning av kol, olja och gas orsakar utsläpp av växthus-gaser (se figur 1) som höjer temperaturen globalt med konsekvenser som är svåra att överblicka.

Användning av kärnkraft har ifrågasatts på grund av risken för spridning av radioaktiva ämnen från kärnkraftsanläggningar och långtidslagring av radioaktivt avfall.

En minskning av produktion från ett energislag måste antingen mötas upp med minskad energianvändning eller ökning av annan produktion och det saknas alternativ som är helt befriade från miljö-påverkan.

3. SYSTEMGRÄNSER

Under de senaste decennierna har det skett en successiv utvidgning av systemgränser. Fram till slutet av 1900-talet gällde krav på prestanda för byggnadstekniska komponenter. Nu pekar utvecklingen mot att krav ska omfatta byggnadens totala miljöpåverkan under dess livstid.

Utvidgning av systemgränser kräver ett bredare samarbete mellan fler kompetenser.

Väldefinierade systemgränser tydliggör vad energikravet omfattar och minskar risken för att det ska uppstå olika tolkningar vid tillämpningen.

Oavsett hur energikravet formuleras måste de översättas till komponentkrav för att det ska vara möjligt att avgöra om byggnaden uppfyller kravet.

3.1 Byggnadstekniska komponenter

Byggnadstekniska komponentkrav kan hanteras av byggnadskonstruktör.

De basala byggnadstekniska kraven omfattar U-värden och otätetsfaktor för enskilda komponenter som väggar, tak, golv, fönster, dörrar.

3.2 Byggnadens energianvändning

Gäller kravet byggnadens energianvändning eller inomhusmiljö krävs ett samarbete mellan konstruktör och arkitekt.

Krav angående energianvändning öppnar för omfördelning av komponentegenskaper och optimering av byggnadens funktion. Det ger också incitament till utveckling av enskilda komponenter.