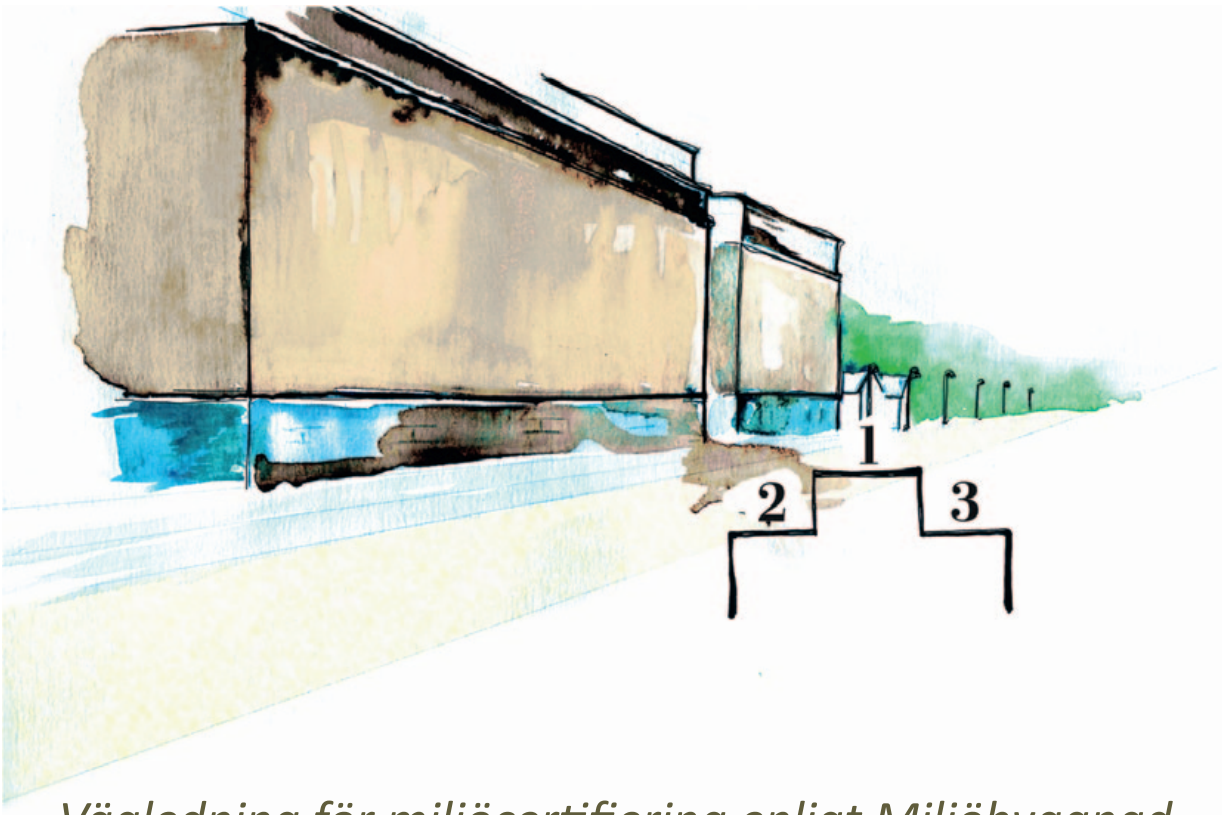
Hållbart byggande med betong

DEL 1. Utgåva 2013-11-15



Vägledning för miljöcertifiering enligt Miljöbyggnad

version 2.1, utgåva 120101

Swedish Concrete Association
Betongföreningen

“Visa mig hur du bygger och jag ska säga dig vem du är.”

Christian Morgenstern
Tysk diktare, 1871 - 1914

Förord

Miljöcertifiering av byggnader i Sverige blir allt vanligare som ett hjälpmedel för att styra mot ett mera hållbart byggande. De system som framförallt är aktuella i Sverige är Miljöbyggnad, BREEAM, LEED och Green Building. För att dessa certifieringssystem ska resultera i val av hållbara lösningar och material är det viktigt att det finns kunskap om hur olika lösningar och material bidrar till att uppfylla de krav som ligger till grund för certifiering enligt de olika systemen.

Betong är ett av våra viktigaste byggmaterial och är det vanligaste konstruktionsmaterialet i våra byggnader idag. Betongens styrka och beständighet gör det till ett utmärkt material att använda i så väl grund-, stom-, och fasadkonstruktion. Det är få (om inget) material vars egenskaper är så väldokumenterade som betong, både genom erfarenheter från lång tids användning och genom grundläggande och systematisk forskning. Det saknas dock en samlad skrift om hur dessa egenskaper bidrar till att uppfylla de krav som anges i miljöcertifieringssystemen. Med denna vägledning hoppas vi att öka kunskapen om hur betong bidrar till att uppfylla de kriterier som ligger till grund för certifieringssystemet Miljöbyggnad.

Ladda ner

Det finns även motsvarande vägledningar för systemen BREEAM, LEED och GreenBuilding. Dessa finns att ladda ner från www.betongforeningen.se.

Målgruppen för denna skrift är alla yrkeskategorier - byggherrar, arkitekter, tekniska konsulter, entreprenörer, materialtillverkare och miljösakkunniga, experter på miljöcertifieringssystem etc. - som aktivt arbetar i nybyggnadsprojekt och som ska certifieras med Miljöbyggnad.

Skriften har utarbetats inom ramen för Svenska Betongföreningens Hållbarhetsråd i samarbete med Peab's Miljöstab, Cementa och Hållbarhetsutskottet inom Svensk Betong. Projektet har finansierats av Cementa, Svensk Betong och SBUF.

I projektgruppen har följande personer deltagit: Pia Öhrling (PIACON), Lisa Engqvist och Sabina Jonestrand (Projektengagemang AB), Anders Rönneblad och Robert Larsson (Cementa AB), Kajsa Byfors (Svensk Betong), Markus Peterson (Betongforum) samt Otto During (CBI). Projektgruppen har även tagit hjälp av Christian Simmons (Simmons Akustik och Utveckling) och Håkan Nilsson (WSP Environmental) för underlag till kapitlen om ljudmiljö respektive termiskt klimat.

Denna vägledning har så långt det varit möjligt baserat innehållet på senaste tillgänglig kunskap från både betongforskningen och betongbranschen samt även från projektgruppens erfarenheter av att aktivt delta i miljöcertifieringsprojekt. Vår ambition är att detta material ska fortsätta utvecklas och förbättras. Om ni som läsare har synpunkter på innehållet i denna vägledning vore vi glada om ni framförde dessa till: hallbarhetsradet@betongforeningen.se.

Swedish Concrete Association
Betongföreningen

Swedish Concrete Association
Betongföreningen

Innehållsförteckning

Förord	1
Innehållsförteckning	3
Betong och miljöcertifiering	4
Inledning	6
Miljöbyggnad	7
Energi	11
Energianvändning	11
Energi-Värmeeffektbehov	23
Innemiljö	34
Ljudmiljö	34
Radon	43
Kvävedioxid	47
Fuktsäkerhet	52
Termiskt klimat vinter	58
Termiskt klimat sommar	65
Material	66
Utfasning av farliga ämnen	66

Betong och miljöcertifiering

Att välja system

Vilket certifieringssystem som passar bäst för en viss typ av byggnad beror på flera faktorer, ofta är det hur certifieringen ska användas som spelar störst roll vid val av system. Miljöbyggnad är ett svenskt system. GreenBuilding är europeiskt. För en internationell marknad är brittiska BREEAM och Amerikanska LEED mest intressanta. För att välja system är det bra att förtydliga vad fastighetsägaren har för nytta av en miljöcertifiering och vilken energi- och miljöambition man vill ska genomsyra byggnaden och projektet.

Generellt är GreenBuilding-certifieringen enklare att hantera än Miljöbyggnad, som ställer krav på och bedömer fler indikatorer. Flest krav finns i BREEAM och LEED som därmed också ger tillfälle att väga in fler av byggnadens goda kvalitéer. BREEAM är delvis anpassat till svenska regler. LEED baseras på amerikanska regler men anpassas mer och mer till internationella standarder.

Greenbuilding hanterar endast energi. BREEAM, LEED och Miljöbyggnad hanterar även innemiljö och material. BREEAM och LEED hanterar fler parametrar som rör byggnaden och tomtens utformning samt hur den samverkar med sin omgivning. Det kan gälla frågor som dagvattenhantering, värmeöar och transporter till och från byggnaden.

Betong och miljö

Betong kan betraktas som ett naturmaterial och är återvinningsbart. Det kommer av kalksten, berg och sten och återgår oftast i form av fyllnadsmaterial när livslängden är slut. Jordens kalkstensreserver är globalt sett i praktiken outtömliga och gråberg finns det mycket av. Betong i en husstomme innehåller varken utfasningsämnen eller andra ämnen som är farliga för hälsa eller miljö.

Betong möjliggör byggnader med lågt energibehov. Anledningen är att betong är ett tungt material med hög kapacitet att lagra överskottsvärme som sedan kan användas vid underskott. Samtidigt får man ett stabilt och behagligt inomhusklimat.

Byggnader och byggdelar av betong har normalt en mycket lång livslängd, minst 100 år, samtidigt som det kräver ett minimum av underhåll. Det som begränsar en betongstommes livslängd är egentligen inte materialets livslängd utan snarare byggnadens utformning utifrån brukarens behov. Och även där har betongen goda egenskaper eftersom den möjliggör byggnader med stora spännvidder och därmed stor flexibilitet vad gäller disponering av lokalerna.

Cementtillverkning ger upphov till koldioxidutsläpp varav en stor del kommer från kalcineringsprocessen och som svårligen kan undvikas. Å andra sidan tar betong upp koldioxid från atmosfären under hela sin livslängd vilket begränsar det totala koldioxidutsläppet betydligt sett över ett längre tidsperspektiv. Utöver detta bidrar betongens värmelagrande egenskaper till att minska husens energiförbrukning för uppvärmning under hela bruksskedet vilket också bidrar till minskade koldioxidutsläpp.

Men utsläppen av koldioxid och andra växthusgaser i Sverige och övriga världen måste minskas och ett intensivt utvecklingsarbete pågår i betongbranschen för att på många olika sätt bidra till lägre koldioxidpåverkan. T ex ersätts en viss del av cementen med olika restmaterial från annan industri och de fossila bränslen som används vid cementtillverkningen ersätts med andra bränslen, t ex biomassa. Utveckling av ny teknik för att omhänderta koldioxiden i tillverkningsprocessen pågår också. Koldioxidpåverkan behandlas inte specifikt i detta miljöcertifieringssystem, för mer information hänvisas till vägledningen för BREEAM, avsnitt Material.

Betong isolerar effektivt mot ljud och är också fuktsäkert – egenskaper som består genom byggnadens hela livslängd. Risken för mögelbildning i en betongstomme på grund av fukt är obetydlig, dels för att betongen har en hög alkalitet, dels för att organiska material förekommer i liten omfattning. Andra fuktkänsliga material kan däremot ta skada om de kommer i kontakt med betong som inte hunnit torka ut tillräckligt.

Inledning

Beskrivning av vägledningen

Denna skrift beskriver hur betong som material kan påverka betyget i en Miljöbyggnad-certifiering och utgångspunkten är manualerna för Miljöbyggnad 2.1 med fokus på de kriterier som gäller för nybyggnad av bostadshus och lokalbyggnader.

Vägledningen beskriver miljöaspekter och underordnade kriterier där betong kan påverka certifieringen, antingen direkt via dess materialegenskaper eller indirekt genom att betong förser byggnaden med en viss prestanda som är av betydelse för utfallet på certifieringen. Ambitionen har varit att så långt som möjligt basera beskrivningar på senaste aktuell kunskap och fakta.

Om enskilda kriterier endast är tillämpbara för särskilda byggnadstyper, projekttyper eller skeden så påpekas detta. De kriterier som beskrivs är sammanfattningar och vid en certifiering måste en för projektet giltig manual för Miljöbyggnad användas för en fullständig beskrivning av kriterierna.

Med miljöcertifiering främjas användningen av material och lösningar med låg miljöpåverkan.

Miljöbyggnad

Miljöbyggnad baseras på svenska bygg- och myndighetsregler samt svensk byggpraxis. Systemet hette tidigare Miljöklassad byggnad och togs fram inom ramen för Bygga-Bo-dialogen som startades av Boverket 2003. Bygga-bo-dialogen var ett samarbete mellan företag, kommuner och regeringen för att få en utveckling mot en hållbar bygg- och fastighetssektor i Sverige. Sedan 2011 drivs Miljöbyggnad av Swedish Green Building Council (SGBC). SGBC grundades 2009 och är en ideell förening som ägs av medlemmar inom den svenska bygg- och fastighetssektorn.

Miljöbyggnad kan användas för certifiering av alla typer av byggnader. I första hand är systemet utvecklat för nya och befintliga småhus, flerbostadshus och lokaler. De allra flesta lokaler går att certifiera med manualerna för Miljöbyggnad 2.1 men handelslokaler har fått en egen anpassad manual. Ansökan bedöms under sekretess av oberoende granskare. SGBCs certifieringsråd granskar och utfärdar betyget Klassad, Brons, Silver eller Guld.

Intresset för Miljöbyggnad har ökat kraftigt från några få påbörjade projekt 2009/2010 till mer är 400 påbörjade och drygt 40 certifierade projekt 2012.

Att använda Miljöbyggnad

Miljöbyggnad baserar sin bedömning för nyproducerade byggnader på tre områden, Energi, Innemiljö och Material. Dessa består i sin tur av totalt tolv aspekter:

- Energianvändning
- Effektbehov
- Energislag
- Ljudmiljö
- Luftkvalitet
- Fukt
- Termiskt klimat
- Dagsljus
- Legionella
- Dokumentation av byggvaror
- Utfasning av farliga ämnen
- Sanering av farliga ämnen (Endast ombyggnad)

Varje aspekt är i sin tur representerade av en eller flera indikatorer, totalt 16 stycken. För varje indikator finns detaljerade krav för betygsnivåerna Klassad, Brons, Silver och Guld. Kraven är förankrade i svenska bygg- och myndighetsregler. Byggnaden får alltså ett betyg för varje indikator.

Miljöbyggnad

Dessa vägs samman till ett betyg för respektive aspekt. Betygen för de 12 aspekterna vägs samman till tre betyg, ett för varje område Energi, Innemiljö och Material. Dessa tre ger sedan byggnadens slutbetyg. Byggnaden bedöms för alla indikatorer. På SGBC´s hemsida, www.sgbc.se, finns betygsverktyg där man ser hur betygen för de olika indikatorerna påverkar slutbetyget. Brons motsvarar myndighetskrav. Klassad ges om grundkraven enligt Brons inte uppfylls. Silver och Guld överträffar myndighetskrav och är fullt möjliga att nå för enskilda indikatorer men svårare som slutbetyg. En byggnad certifierad som Miljöbyggnad Guld kan inte ha någon indikator på nivån Klassad eller Brons. För att få slutbetyg Guld krävs alltid en brukarenkät med godkänt resultat.

Miljöbyggnad är ett verktyg för att bygga med både bra miljöprestanda och god inomhusmiljö. Det är klokt att börja med en förstudie. En snabb genomgång av alla indikatorer ger en uppfattning om vilka krav som är önskvärda och möjliga att uppfylla och vilket slutbetyg det resulterar i. Blir betyget inte det önskade har genomgången visat status på tänkt lösning och ger även förslag på vilka förbättringar som leder till en byggnad med högre miljöprestanda och bättre inomhusmiljö. Därefter arbetar man in de utvalda kraven i projektet med stöd av en miljöbyggsamordnare, helst certifierad, och följer de specifikationer på redovisning och dokumentation som krävs för att sammanställa en ansökan. För nyproduktion är en certifiering som baseras på bygghandlingar preliminär och ska verifieras i inflyttad byggnad inom två år. Mätbara värden som till exempel energianvändning och radon mäts. För andra faktorer kan verifieringen innebära att bygghandlingens giltighet intygas. Därefter är certifieringen giltig i 10 år.

Arbetsmetodik

- Ta kontakt med Miljöbyggnadssamordnare, gärna certifierad, som kan hjälpa till att genomföra certifieringen.
- Genomför en förstudie hur Miljöbyggnad påverkar projektet och vilket betyg som kan vara lämpligt att sikta på med de förutsättningar som gäller för projektet.
- Anmäl projektet till SGBC.
- Sätt ett mål om vilket slutbetyg byggnaden ska nå och kommunicera detta till projektgruppen, konsulter, entreprenörer och leverantörer.
- Arbeta in kraven i projekteringen och byggstyrningen.
- Beakta kraven på redovisning och arbeta in i projektdokumentationen.
- Sammanställ ansökan och skicka in för bedömning. Ansökan kan behöva kompletteras.
- Minst ett år och max två år efter att byggnaden tagits i bruk verifieras att utförandet och funktionerna i den färdiga byggnaden stämmer med bedömningsunderlaget för den preliminära certifieringen.

Varför ska man använda Miljöbyggnad?

Eftersom kraven i Miljöbyggnad bygger på svensk branschstandard och svenska byggregler är systemet relativt enkelt att förstå och använda. En stor del av den dokumentation som ska redovisas för att styrka att kraven uppfylls finns redan i de flesta byggprojekten. Detta gör att Miljöbyggnad blir lätt att använda för de flesta byggnader från enskilda småhus till stora arenakomplex. Det ger systemet stor nationell genomslagskraft. Den lokala förankringen innebär dock att en certifiering i Miljöbyggnad kan vara svår att använda för marknadsföring på en internationell marknad.

I miljöbyggnad är slutbetyget beroende av betyget för varje enskild indikator. Ingen indikator kan väljas bort som i de internationella systemen LEED och BREEAM. Det innebär att en byggnad måste förbättra sina sämsta egenskaper för att nå ett högre slutbetyg. Ribban höjs! Samtidigt kan det innebära att en byggnad måste nöja sig med ett lägre slutbetyg eftersom de får ett dåligt betyg i en kategori som de inte kan påverka. Miljöbyggnad är främst anpassat för kontorsbyggnader och bostadshus. Andra byggnadstyper kan få sämre betyg på indikatorer där resultatet påverkas av verksamheten och de krav den ställer på byggnaden.

Miljöbyggnad omfattar endast byggnaden och skiljer sig från de internationella systemen LEED och BREEAM som även omfattar yttre miljöaspekter som ekologi, dagvatten och möjligheten att resa miljövänligt till byggnaden.

I Miljöbyggnad är det endast byggnadens verkliga funktioner som bedöms, det ges inga poäng för att undersöka och jämföra olika lösningar som i BREEAM. I och med en certifiering enligt Miljöbyggnad så kontrolleras att krav och information inte faller bort vid överlämning mellan projektering, byggprocess, idrifttagning eller förvaltning.

Att tänka på då du väljer Miljöbyggnad

SGBC rekommenderar att fastighetsägare anlitar en certifierad miljöbyggsamordnare, eftersom de har utbildning i hur Miljöbyggnad fungerar och vet hur indikatorer analyseras, redovisas och bedöms. Totalt finns närmare 100 certifierade experter. Om ansökan sammanställs och lämnas in av en expert ges 20 % rabatt på certifieringsavgifterna.

Många fastighetsägare vill att deras byggnadsbestånd ska vara certifierat enligt Miljöbyggnad. Det kan vara en god ide att genomföra några certifieringar för att på så sätt få en bedömning om hur ev typhus eller egna bygganvisningar behöver anpassas för att nå önskat betyg i Miljöbyggnad. Certifieringssystem är under ständig förbättring och förändring. När ett projekt anmäls till Miljöbyggnad fastställs vilken version av manual samt vilka eventuella förtydliganden som gäller för just den certifieringen. Kontrollera om kraven har förändrats inför varje certifiering. På SGBCs hemsida offentliggörs alla förtydliganden.

Miljöbyggnad

Betongens påverkan på klassning i Miljöbyggnad

Betongens egenskaper påverkar en byggnad på många sätt. Ur ett Miljöbyggnads-perspektiv innebär detta att betong kan bidra till att uppfylla de krav som ställs. Betong har stor påverkan inom samtliga områden Energi, Innemiljö och Material. I tabell 1 nedan ges en översiktlig bild av de indikatorer som ligger till grund för certifiering enligt Miljöbyggnad och vilka av dessa som påverkas av betong.

Tabell 1. Översikt av de indikatorer som ligger till grund för certifiering enligt Miljöbyggnad och vilka av dessa som påverkas av betong.

Område	Aspekt	Indikator	Påverkas av betong
Energi	Energianvändning	Energianvändning	x
	Effektbehov	Värmeffektbehov	x
		Solvärmelast	Se kommentar nedan[1]
	Energislag	Energislag	–
Innemiljö	Ljudmiljö	Ljudmiljö	x
	Luftkvalitet	Radon	x
		Ventilationsstandard	–
		Kvävedioxid	x
	Fukt	Fuktsäkerhet	x
	Termiskt klimat	Termiskt klimat vinter	x
		Termiskt klimat sommar	x
	Dagsljus	Dagsljus	–
	Legionella	Legionella	–
Material	Dokumentation av byggvaror	Dokumentation av byggvaror	(x)
	Utfasning av farliga ämnen	Utfasning av farliga ämnen	x
	Sanering av farliga ämnen (gäller endast ombyggnad)	Sanering av farliga ämnen	Se kommentar nedan[2]

[1] Solvärmelast beräknas med en förenklad metod som enbart beaktar förmågan hos byggnadens fönster att begränsa soltillskottet i ett rum. En tung byggnads förmåga att ta hand om den överskottsvärme som infallande sol ger upphov till, utnyttjas alltså inte.

[2] I hus byggda (eller renoverade) mellan 1956-1973 kan PCB förekomma i exempelvis fogmassor i betongfasader. Användningen av PCB förbjöds 1973.

Energi – Energianvändning

Syfte

Att premiera byggnader med låg energianvändning.

Krav

Byggnadens energiprestanda beräknas eller mäts enligt BBR. Indikatorn värderas i förhållande till BBR:s energikrav enligt nedan. Absoluta värden beror på vilken BBR-version som gäller för byggnaden.

- *Brons tilldelas byggnader, både eluppvärmda och övriga, som har en energiprestanda upp till BBR-kravet.*
- *Silver tilldelas byggnader med annat uppvärmningssätt än el, som har en energiprestanda upp till 75 % av BBR-kravet. För eluppvärmda byggnader är kravnivån 95 % av BBR-kravet.*
- *Guld tilldelas byggnader med annat uppvärmningssätt än el, som har en energiprestanda upp till 65 % av BBR-kravet. För eluppvärmda byggnader gäller 90 % av BBR-kravet.*

Trög betongstomme minskar energianvändningen

Att betong är tungt och värmetrögt innebär att materialet har hög inbyggd kapacitet att lagra överskottsvärme (eller kyla), vilken sedan kan användas när det finns ett underskott. Genom att utnyttja den egenskapen kan man uppnå betydande besparingar när det gäller energi. I kombination med ett tätt klimatskal kan luftläckage minimeras vilket gör att byggnader i betong kan göras mycket energieffektiva. Värmetrögheten bidrar också till att minska antalet övergradstimmar och ger ett stabilt inomhusklimat. Många av de positiva egenskaperna kan förstärkas ytterligare om man använder aktiv värmelagring och/eller en optimerad värmedynamisk styrstrategi.

Energieffektiviteten styrs av flera egenskaper

Hur energieffektiv en byggnad är beror på en kombination av transmissionsförluster (isoleringsgrad och köldbryggor), värmeförluster på grund av luftläckage genom klimatskalet, ventilationsförluster (där återvinning även ingår), förmåga att släppa in och stänga ute solinstrålning

och värmelagringskapacitet (termisk massa). Ingen av egenskaperna är viktigare än någon annan. Eftersom de samspelar har den svagaste länken störst betydelse i ett specifikt fall. Tillgången av gratisenergi (solinstrålning och personlaster) och värmeförluster vid användning av hushålls- och fastighetsel påverkar också energiprestandan, men det är inga byggfysikaliska egenskaper som kan tilldelas själva byggnaden.

Transmissionsförluster genom klimatskalet

I dag byggs de flesta byggnader med hög isoleringsgrad och högvärdiga fönster och dörrar. Ytterväggar och vindsbjälklag blir normalt väldigt tjocka, vilket bl.a. innebär djupa fönsternischer och mindre uthyrbar boyta. Till följd av detta har isoleringsindustrin utvecklat nya effektiva isoleringsmaterial, t.ex. vakuumisolering, aerogeler, polyuretan- (PUR) och polyisocyanurat- (PIR) isolering och grafitcellplast (expanderad polystyren som innehåller grafit). Materialen beskrivs i FoU-Västs Rapport [1].

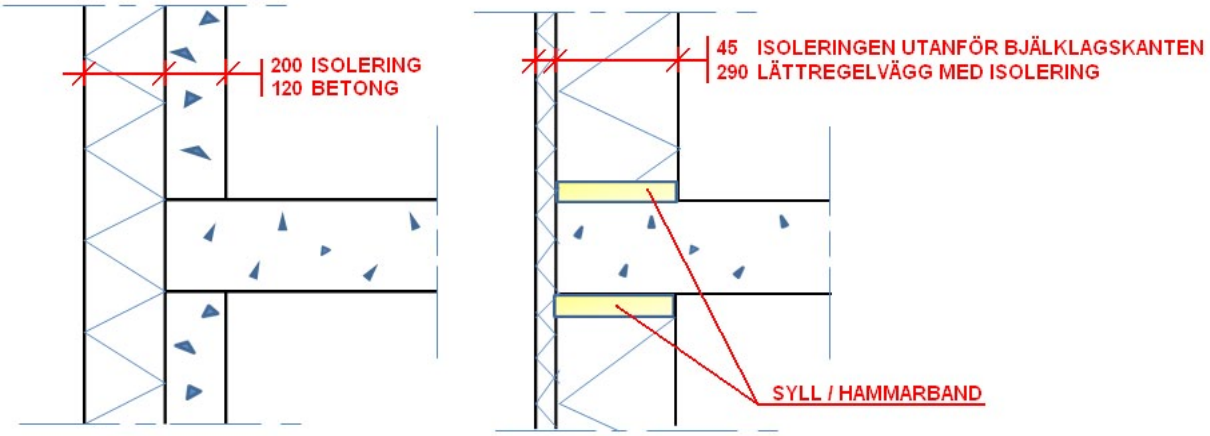
Eftersom betong har en hög värmeledande förmåga ökar risken för köldbryggor. Problemen löses enkelt, under förutsättning att projektören noggrant planerar utformningen av detaljlösningarna, och att entreprenören utför sitt arbete med omsorg. Tidigare var infästningar av balkonger problematiska, i dag finns bra balkonglösningar med mycket små köldbryggor. I betongbyggnader finns numera de största köldbryggorna i grundkonstruktionen och vid anslutningar mellan väggkonstruktion och fönster/dörrar.

Särskild uppmärksamhet krävs för att begränsa köldbrygga vid anslutning mot lätta utfackningsväggar. I en artikel i Bygg & Teknik nr 2/12 påvisar Björn Berggren och Maria Wall vid Lunds Tekniska Högskola att köldbryggor ofta underskattas, vilket delvis beroende på BBR:s förenklade beräkningsmodeller. I artikeln visas ett exempel där en lätt utfackningsvägg behöver en drygt 50 % tjockare värmeisolering än en motsvarande yttervägg av betong med 200 mm isolering för att uppnå likvärdighet avseende värmegenomgång, när korrekt hänsyn till köldbryggor tas [2]. Med ytterväggar av betong, såväl prefabricerade som platsgjutna, är det enkelt att minimera dessa köldbryggor.

Anledningen till skillnaden är att utfackningsväggen, av bland annat ljud- och brandskäl, måste ställas på bjälklagskanten av betong. När värmeisoleringen utanför bjälklagskanten utförs med 45 mm tjocklek, se figur 1, bildas en betydande köldbrygga. Vid en vanlig isolertjocklek för flerbostadshus av 200 mm i betongfallet krävs 335 mm isolering för att få motsvarande begränsning av värmegenomgång i den lätta konstruktionen, se figur 1. Vid korrekt beräkning av värmegenomgång inklusive köldbryggorna, uppvisar betongytterväggen avsevärt ökad konkurrenskraft jämfört med utfackningsväggen, bland annat eftersom nackdelen av väggtjocklekens betydelse för uthyrningsbar yta utjämnas. Artikelförfattarna

tar inte med bärande mellanväggars anslutning mot ytterväggen, vilket annars skulle ha påvisat ännu större skillnad i isolertjocklek mellan de två konstruktionerna.

Korrekta värmegångskoefficienter för konkurrerande byggdelar är betydelsefulla för utvecklingen mot låg energianvändning i nya byggnader. Gällande regler från Boverket bör därför ses över och behovet av att utveckla eller slopa den förenklade beräkningsmodellen av köldbryggor övervägas. Samtidigt behöver projektörernas kunskaper förbättras.



Figur 1. Om 200 mm isolering används i en betongvägg, krävs 45 + 290 mm isolering i den lätta utfackningsväggen för motsvarande begränsning av värmegenomgång, när korrekt hänsyn till köldbryggor tas [2].

För information om köldbryggor rekommenderas Isolerguiden Bygg 06 [3].

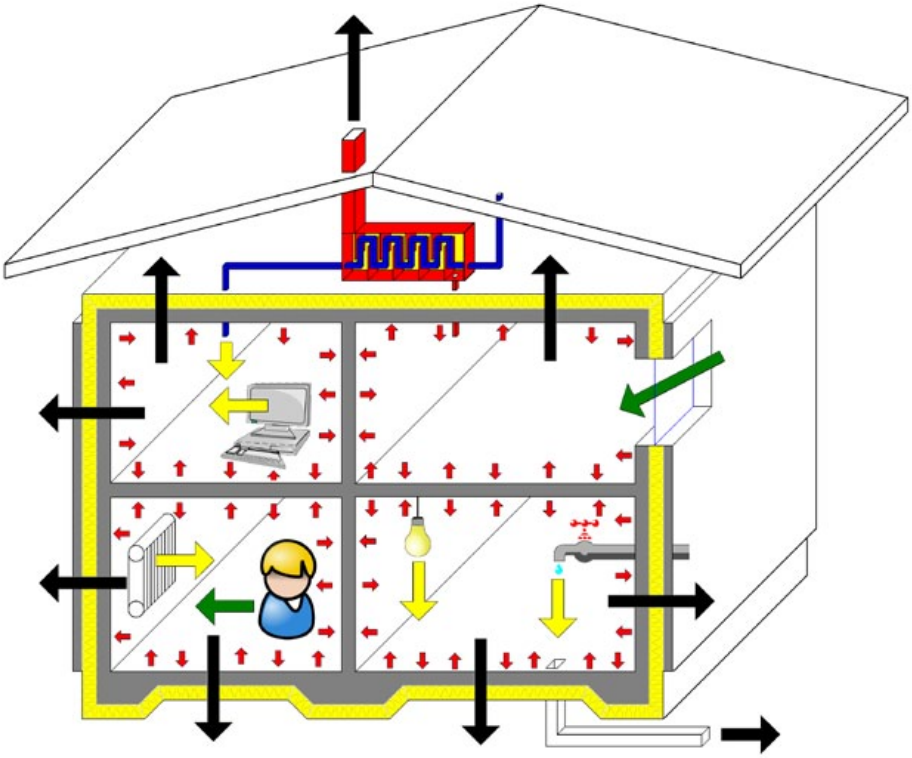
Luftläckage genom klimatskalet

Eftersom betong är lufttätt och beständigt finns det stora möjligheter att minimera luftläckaget till mycket låga nivåer, som står sig under hela byggnadens livslängd. Extra noggrannhet krävs vid anslutningar mellan betongkonstruktion och fasadpartier av lätta konstruktionselement (utfackningsväggar eller liknande). Samt vid anslutningsdetaljer såsom genomföringar och anslutningar mot fönster och dörrar. Exempel på lufttäta konstruktionslösningar ges i SP rapporten 2010:09 [4]. Allmän information finns på ByggaL:s webbplats [5].

Byggnadens värmedynamiska funktion

En värmetrög byggnad kan lagra överskottsvärme vid övertemperaturer, och avge värmen när temperaturen sjunker. Figur 2 illustrerar de vanligaste värmeflödena i en byggnad. Vi har värmeförluster genom klimatskalet, ventilation, otätheter och via bortspolat varmvatten. För

att hålla en behaglig temperatur behöver byggnaden värmas med ett uppvärmningssystem under den kalla årstiden, och eventuellt kylas sommartid. Varmvatten och elektriska apparater tillför också värme. Samtliga dessa källor definierar vi som köpt energi och de är gulmarkerade i figuren. Utöver den köpta energin tillförs också värme från solen och brukarna bidrar med sin kroppsvärme. Dessa källor är grönmarkerade i figuren och definierade som gratisvärme. Gratisvärmen och delar av den köpta energin, framför allt den som går åt för att driva elektrisk utrustning, är ofta svår att styra över och orsakar oönskade övertemperaturer under soliga delar av året. Gratisvärmen utnyttjas på bästa sätt med hjälp av husets värmetröghet. Vid ett överskott av gratisvärme kan huset lagra energi, som sedan används vid underskott. För att lyckas krävs att inomhustemperaturen får variera något. Värmelagring (återgivning) illustreras av de röda pilarna i figuren.



Figur 2. Värmeflöden i en byggnad. Svarta pilar markerar värmeförluster, gula markerar köpt energi, gröna avser gratisvärme (som ibland är överskottsvärme) medan röda pilar visar inverkan av värmelagring/återgivning.

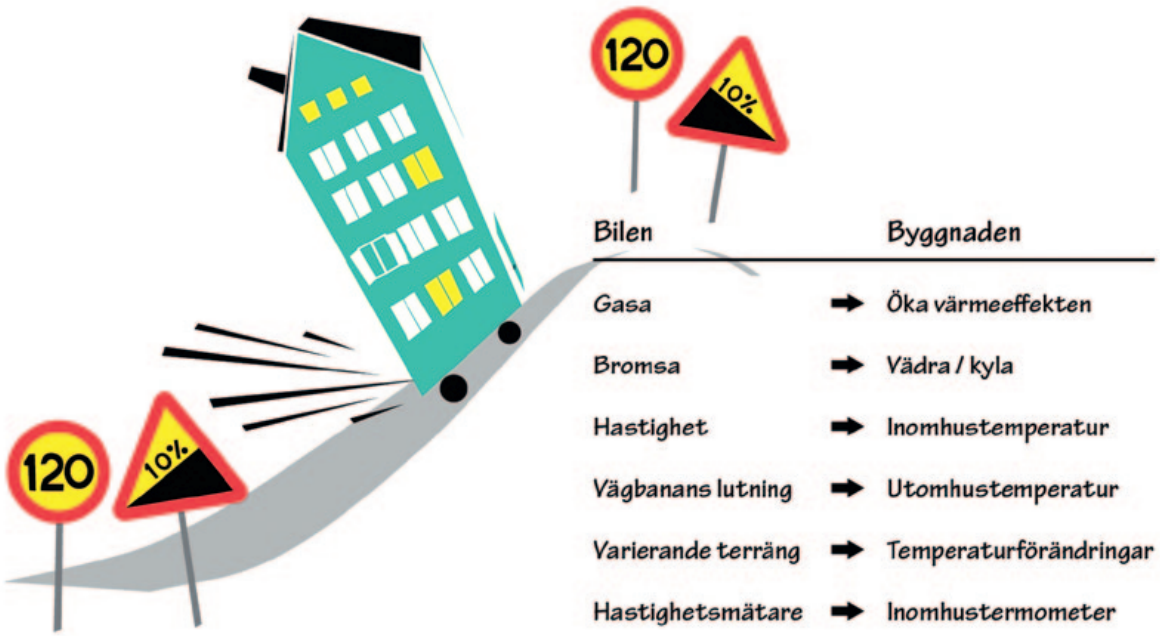
Passiv och aktiv värmelagring

Med passiv värmelagring avses den egenskap som alltid finns, även utan åtgärder för att utnyttja egenskapen fullt ut. Aktiv värmelagring är benämningen när stommen utnyttjas och blir en del av värmesystemet, t.ex. genom att låta tilluft passera genom hålrummen i bjälklagselement eller att gjuta in värmesystemets rör i konstruktionen.

Styr- och reglerstrategi

Idag är i princip alla nya betongbyggnader värmetröga till sin natur, under förutsättning att stora delar av den invändiga betongen exponerats mot inomhusmiljön. Stommen har då en självreglerande förmåga att hålla rätt temperatur. Det utnyttjas alltför sällan på ett optimalt sätt.

Att styra byggnaden dynamiskt kan jämföras med eco-driving i bilsammanhang: att inte slösa bränsle i onödan genom att gasa och bromsa mer än nödvändigt. Man undviker t.ex. onödigt snabb acceleration och gaspådrag för att behålla hastighet i uppförsbackar. En sparsam körteknik kan ge 10–20 % lägre bränsleförbrukning än det körsätt som de flesta använder. Slöseriet skulle bli ännu större om man alltid tryckte ned gaspedalen proportionellt mot vägbanans lutning, oavsett hur lång en uppförs- eller nedförsbacke är. Det vill säga att man struntar i vad hastighetsmätaren visar. Dessvärre är det precis så man oftast ”kör” en byggnad idag, med ett traditionellt styrsystem.



Figur 3. Energieffektiv styrning av uppvärmning och kylning av en byggnad kan liknas vid energisnål bilkörning genom att undvika att bromsa och gasa i onödan.

I trafiken kan en ”trög” bil påverka andra bilar negativt så att köbildning uppstår, vilket i sin tur ger upphov till ryckig körning för bakomliggande bilar. Detta är dock inte ett problem för byggnader eftersom dessa i regel fungerar helt fristående från varandra. Liknelse med bilkörning illustreras av figur 3.

De flesta byggnader styrs idag för att genast kompensera för minsta lilla avvikelse. Transmissions- och ventilationsförlusterna är proportionella mot utomhustemperaturen, vilket ingenjörer i VVS-branschen har utvecklat styr- och reglerstrategier utifrån. Resultatet är system som söker en konstant inomhustemperatur baserad på utomhustemperaturen. Byggnadens värmetröghet gör dock att installationssystemet ofta ligger ur fas. Inställning med hänsyn till byggnadens dynamiska beteende sker endast hjälpligt via värmeregleringskurvor. I praktiken är det svårt att få till på ett bra sätt. Dessutom är många befintliga temperaturregleringssystem onödigt komplicerade, vilket kan leda till att de motverkar de värmedynamiska förloppen. Att en byggnad värms och kyls samtidigt är en alltför vanlig konsekvens av en felaktig eller komplicerad styrstrategi. I artiklarna [6] och [7] finns mer information.

Utnyttja stommens värmedynamiska egenskaper

Engelbrekt Isfält (1935–2004), forskare och docent på KTH, visade redan på 70-talet hur viktigt det är att se helheten och utnyttja byggnadsstommens värmedynamiska egenskaper. Grundidén är att utnyttja den värme från t.ex. maskiner och människor som lagras i stommen. Styr- och reglertekniken behöver egentligen bara beakta temperaturförloppen, och ingripa vid behov. Systemet styrs i huvudsak via inomhustemperaturen, efter ett givet komfortkrav. Engelbrekt fick Stora Energipriset 1990 för sin forskning som visade att man kan spara 25 % energi vid renovering av flerbostadshus, även då vanliga besparingsåtgärder redan utförts. För lokaler är siffran ännu högre.

Undersökningar i traditionella hus visar stora temperaturvariationer, både över dygnet och mellan olika delar i fastigheten, även i hus med hög inomhuskomfort. Intentionen om att kyl- och värmesystemet ska ge en konstant inomhustemperatur misslyckas i praktiken. Det är alltså en myt att värmesystem måste konstrueras för att hålla en konstant inomhustemperatur och därmed undvika komfortproblem och genom detta resonemang diskvalificera egenskapen värmetröghet av komfortskäl. Ett alternativ är att låta inomhusklimatet styras dynamiskt, med hjälp av aktuella inomhustemperaturer. På så sätt får man automatiskt med byggnadens värmedynamik i styrningen. Det viktiga är att variationerna i inomhustemperatur sker under kontrollerade förhållanden. Detta bekräftas av fastighetsägare som vittnar om ett förbättrat inomhusklimat vid övergång från traditionell till dynamiskt kontrollerad styrstrategi. Med små tillåtna temperaturvariationer, såsom en halv grad, kommer man riktigt långt.

Dessutom öppnas möjligheten att sänka medeltemperaturen någon grad, eftersom inomhusklimatet styrs under kontrollerade former. Det bör ses som naturligt att temperaturen varierar något i en byggnad.

Vid övergång till en dynamisk styr- och reglerstrategi måste man beakta att människors upplevelser av inneklimat påverkas av många fler faktorer än den mätbara innetemperaturen. Därför måste även fel i klimatskalet åtgärdas, såsom kallras vid fönster.

En värmedynamisk styrstrategi kräver sin styrutrustning. Man kan antingen välja en paketlösning med detta som en av grundbultarna, eller en mer öppen lösning.

Det finns ett antal nya paketlösningar på marknaden. De flesta är utvecklade i Sverige. T.ex. Ecopilot som utvecklas av Kabona [10] och Enreduce produkter [11]. Ecopilot hanterar både värmesystem, ventilation och kyla. Sedan starten 2001 har företaget cirka 1 400 installationer i drift i Sverige och ytterligare cirka 300 i Europa. Enligt Kabona är medelbesparingen med Ecopilot 25 % för värme, 15 % för el och 30 % för kyla, sedan 2008 (normalårskorrigerade värden). Vid drifttagande tecknas normalt ett tvåårsavtal för injustering och utbildning. Uppföljningsarbetet av energi och komfort underlättas av ett integrerat analysverktyg. Utöver energibesparingar kan systemet även ge ett jämnare inomhusklimat.

Enreduce har tagit Isfälts teorier vidare och styr bara via inomhustemperaturen. Enligt Enreduce minskar energianvändningen med 15–25 % (normalårskorrigerat) med deras system. Besparingar genom åtgärder såsom ventilation och injustering är då inte inräknade. Med dessa i beräkningen är besparingen 30–40 %. Utöver energibesparingen sägs systemet även ge ett jämnare inomhusklimat. I dag är systemet installerat i cirka 50 000 lägenheter.

Fem svenska paketlösningar har analyserats i ett examensarbete på avdelningen för Installationsteknik på LTH [2]. Bl.a. för att kontrollera riktigheten i de besparingar som företagen presenterar. Eftersom endast ett husprojekt per system har utvärderats kan siffrorna inte analyseras fullt ut, men företagens marknadsföring förefaller lite för optimistisk i jämförelse med studierna. Trots att företagen inte riktigt lever upp till sin marknadsföring visar flera en tydlig nedgång i energianvändningen för uppvärmning, och en kraftigt minskad toppeffekt. Det gör systemen intressanta både för nyproduktion och för ombyggnad.

Siemens och Schneider Electric står för exempel på mer öppna lösningar, som är betydligt mer anpassningsbara än paketlösningarna. Att de är programmerbara gör att stora delar av ansvaret skjuts över till de som anpassar systemet för en specifik byggnad. Hur väl den värmedynamiska egenskapen utnyttjas kan därför skilja kraftigt från fall till fall. Om man gör rätt finns det mycket att tjäna, om man gör fel kan huset i värsta fall värmas och kylas samtidigt.

Hur mycket kan man spara?

Många utredningar om nyttan med värmetröghet har gjorts genom åren. Sammanfattningsvis brukar en tung byggnad använda mellan 2–15 % mindre energi än en lätt, om övriga värmefysikaliska egenskaper är de samma. Om siffran verkar låg ska man ha i åtanke att den nästan uteslutande bygger på att endast passiv värmelagring utnyttjas, och att värmesystemet förutsätts hålla en exakt och konstant inomhustemperatur under höst, vinter och vår.

Exempel på energieffektiva betonghus

Kuggen, Göteborg

Projektet Kuggen i Göteborg är en 5 300 kvadratmeter kontorsbyggnad som byggts med en platsgjuten betongstomme (figur 4). Enligt byggherren utgjorde själva betongstommen en viktig förutsättning för att lyckas uppnå de höga ambitioner som fanns för bygganden avseende energieffektivitet och bra inneklimat: “Från början ville arkitekten uppföra byggnaden i trä och glas, men då påpekade VVS-konsulten att huset inte skulle klara Green Buildingkraven, vilket gjorde att man gick över till platsgjuten betong, säger Anna Eckerstig, verksamhetsansvarig byggprojekt hos Chalmersfastigheter. Den beräknade energianvändningen hamnade på 55 kWh/kvm, år, med hjälp av närvarostyrd värme, ventilation och belysning. Efter omkring ett års drift visar mätningar att energianvändningen faktiskt understiger det projekterade värdet med en halv kilowattimme per kvadratmeter. Förutom Green Building har huset även certifierats enligt Miljöbyggnad nivå Guld.” Citat från tidningen Energi & Miljö [13].

Fakta Kuggen

Typ: Kontorsbyggnad
Byggherre: Chalmersfastigheter AB
Arkitekt: Wingårdh Arkitektkontor
Byggentreprenör: Peab
VVS- och styrkonsult: Bengt Dahlgren
Styr och regler: Kabona
Inflyttning: Etappvis från april till augusti 2011

Figur 4. Kuggen är certifierat enligt Miljöbyggnad nivå Guld och har en platsgjuten betongstomme. Foto: Tord-Rikard Söderström (Wingårdh Arkitektkontor).

Kv. Uarda 5

Uuarda 5 är en del i Arenastaden i Solna som består av fyra huskroppar mellan 10 och 15 våningsplan, vilka är sammanbundna med ett centralt atrium. Det finns ett garage i bottenplan, samt entré och restaurang i gatuplan. Stommen är av prefabricerad betong med en glasfasad. Bruttototalyta är cirka 55000 m2, varav kontorsyta 43000 m2. Huset stod klart hösten 2012 och inrymmer bl.a. Vattenfalls nya huvudkontor.

Fastighetens energibehov är mindre än hälften av Boverkets byggregler. Fastigheten är certifierad enligt GreenBuilding men eftersom energianvändningen ligger under 50 kilowattimmar per kvm och år är detta betydligt lägre än vad GreenBuilding kräver och strax över kravet för passivhus. Fastigheten har även certifierats enligt Miljöbyggnad Guld. Fastigheten har även tilldelats priset European Green Building Award 2012, i kategorin ”nybyggnationer”, av European Commission’s Joint Research Center.

Fakta kv. Uarda 5

Typ: Övervägande kontor
Byggherre: Fabege
Arkitekt: Archus Arkitekter
Byggentreprenör: Peab
Inflyttning: Hösten 2012

Figur 5. Vattenfalls nya huvudkontor (Uarda 5) har certifierats med betyget Guld enligt Miljöbyggnad. Källa: Fabege.

Sju tips för ett energieffektivt betonghus

Välj lämplig värmeisolering i byggnadens klimatskal

Ta reda på vilken isoleringsgrad och vilket isoleringsmaterial som är optimalt i ditt fall. Lösningar beskrivs i Isolerguiden [3]. Information om de nya högpresterande isoleringsmaterialen finns i FoU-Västs Rapport [1].

Var noggrann med utformning och utförande

Även om betonghus är förhållandevis förlåtande för konstruktions- och utförandefel bör höga krav på noggrannhet ställas. Inte minst vid utformning av anslutningsdetaljer och genomföringar, så att luftläckage och köldbryggor minimeras. Exempel på lufttäta konstruktionslösningar ges i SP rapporten 2010:09 [4]. Allmän information om lufttäthet finns på ByggaL:s webbplats [5]. Köldbryggor beskrivs i Isolerguiden Bygg 06 [3].

Använd nattventilation

Ökad ventilation är ett bra sätt att kyla byggnaden när det är varmt utomhus. Med hjälp av nattventilation som kyler med kall utomhusluft nattetid, kan man slippa höga temperaturer dagtid. Den termiska komforten blir bättre och minimal energi går åt för att kyla byggnaden [9].

Välj en värmedynamisk styrstrategi

Tillämpa en styr- och reglerstrategi som tar hänsyn till värmedynamiken, och som i huvudsak styrs via inomhustemperaturen.

Använd simuleringsverktyg

Använd alltid simuleringsprogram som använder klimatdata med timvärden. T.ex. VIP Energy eller IDA ICE. Det senare ger möjlighet att simulera en värmedynamisk styr- och reglerstrategi. Tidigare nämnda paketlösningar är sällan transparenta. Vid användning av dessa kan det därför vara svårt att hitta tillräckligt med data för en fullständig simulering av värme- och kylsystemet. Kontakta i så fall leverantören för en bättre uppfattning om hur effektivt det fungerar i ett specifikt fall.

Exponera betongytorna

Dra större nytta av den värmelagrande egenskapen genom att exponera betongytorna. Undvik att klä den invändiga stommen med värmeisoleringsmaterial som t.ex. träull, glasfiber och cellplast. En målad betongyta räknas som exponerad. Trägolv på betongen försämrar värmetrögheten, men värmeledningen genom trämaterialet är tillräckligt stor för att få betongen verksam för dygnstemperatursvängningar. Alla vanliga ljudabsorbenter är mer eller mindre värmeisolerande. Därför bör

heltäckande undertak undvikas. Det finns bra lösningar för undertak och effektiv ljudabsorption, ur såväl estetisk som akustisk synpunkt. De hittas under Ljud/Rumsakustik på ”Bygga med Prefab” [13].

Använd aktiv värmelagring

Ett exempel på aktiv värmelagring är TermoDeck – ett klimatsystem som tar vara på byggnadens värmekapacitet samt minskar behovet av installationsutrustning. Tilluften passerar ett labyrintsystem i betongbjälklaget innan den når rummet. Styrning sker via återkoppling till inomhustemperaturen. Beroende på utomhustemperatur och intern värmelast används kyld eller värmd tilluft, som anpassar temperaturen i tak och golvytor för en stabil och behaglig inomhustemperatur. Efter att ha passerat bjälklaget ligger tilluftens temperatur nära rumsluftens, vilket ger en dragfri inblåsning. Labyrintsystemet dämpar ventilationsljudet och inblåsningen är ljudlös.

Referenser

1. Clase M, Lindén E (2010). Inventering och Utvärdering av Högpresterande Isolering. FoU-Väst Rapport, 1402-7410 ; 1002.
2. Berggren B och Wall M, LTH (2012). Se byggsystemet – inte byggdelen – vid beräkning av energiförluster, Bygg & teknik, #2-2012.
3. Swedisol (2006). Isolerguiden Bygg 06.
4. Wahlgren P (2010). Goda exempel på lufttäta konstruktionslösningar. SP Rapport 2010:09
5. ByggaL (2012). Internet: http://www.lufttathet.se/sv/ByggaL/
6. Rönneblad A et.al. (2011) Byt styrstrategi i miljonprogrammets fastigheter
7. Wiman U (2011). Värmedynamiska vinster att hämta - Intelligent betong. Tidskriften Cementa #2-2011.
8. Persson D och Vogel J(2011). Utnyttjande av byggnaders värmetröghet - Utvärdering av kommersiella systemlösningar. Internet: http://www.hvac.lth.se/fileadmin/hvac/files/TVIT-5000/TVIT-5030JPDVweb.pdf.
9. Betongforum (2008). Betong för energieffektiva byggnader - Fördelarna med termisk massa.
10. Kabona (2012). Internet: http://www.kabona.se/.
11. Enreduce (2012). Internet: http://www.enreduce.se/
12. Svensk Betong (2012). Bygga med Prefab, Ljud/Rumsakustik, Internet: http://www.svenskbetong.se/ljud/rumsakustik.html.
13. Energi & Miljö (2012). Viktiga kuggar för att nå energimålet. Artikel i tidningen Energi & Miljö nr 6-7 juni-juli 2012, sid 18-21.

Energi – Värmeeffektbehov

Syfte

Att premiera byggnader med lågt energi- och värmeeffektbehov vintertid. Byggnader med lågt värmeeffektbehov minskar toppeffekten i energinätet vintertid.

Krav

Värmeeffektbehovet i W/m2 (Atemp) vid dimensionerande utomhustemperatur beräknas förenklat, med hänsyn till värmeförluster genom transmission, luftläckage och ventilation vid dimensionerande utomhustemperatur (DVUT). Inga internlaster får tillgodoräknas. DVUT beror på tidskonstanten, som är ett mått på byggnadens värmetröghet. Värden för DVUT anges i "Energihushållning enligt Boverkets Byggregler", som finns på Boverkets webbplats.

Betygsgränser för värmeeffektbehovet i byggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme är:

- *max 25 W/m2 (Atemp) för Guld*
- *max 40 W/m2 (Atemp) för Silver*
- *max 60 W/m2 (Atemp) för Brons*

Betygsgränser för värmeeffektbehovet i byggnader med elvärme är:

- *max 20 W/m2 (Atemp) för Guld*
- *max 30 W/m2 (Atemp) för Silver*
- *max 40 W/m2 (Atemp) för Brons*

Betong minskar byggnadens effektbehov

Vi har tidigare gått igenom betongens styrkor när det gäller energianvändning: minimalt luftläckage, förlåtande för mindre avvikelser, beständiga byggfysikaliska egenskaper, lagring av överskottsvärme och minskning av antalet övergradstimmar. Eftersom energianvändning och effektbehov hänger ihop, minskar effektbehovet efter samma parametrar. Dessutom rundar den värmelagrande egenskapen av effekttopparna, och ger fastighetsägare frihet att själva flytta effektuttaget i tid. Minskat antal övergradstimmar innebär ett mindre effektbehov om kylning installeras.

På senare tid har betydelsen av att minska en byggnads värme- och kyleffekt börjat diskuteras allt mer. Energileverantörerna använder ofta en mix av olika energislag. Vid låga effektuttag levereras främst energi som är framställt av bio- eller spillvärme, medan under perioder av höga effektuttag framställs oftast energin av fossila bränslen som blir både dyrare och sämre ur miljösynpunkt. Perioderna med högt effektuttag är inte bara årstidsberoende utan även stora dygnsvariationer förekommer. Effektbehov är alltså starkt kopplat till energislag. Den 1 oktober 2012 trädde en ny lag i kraft som möjliggör för timmätning av el. Detta öppnar upp för möjligheten för fastigheter som värms med värmepumpar och direktverkande el att flytta sitt effektuttag i tiden, beroende på den totala ”efterfrågan”. På sikt kommer möjligheten till timmätning av el att finnas tillgänglig för alla. Det finns mycket som talar för en liknade utveckling för fjärrvärmeanslutna fastigheter. Då blir värmetrögheten i stommen ännu mer intressant både fastighetsekonomiskt och i miljöhänseende. Idag använder dock Miljöbyggnad en förenklad metod för att bedöma byggnaden ur ett effektperspektiv där en optimerad trög byggnad förvisso bidrar till ett lägre effektbehov men den kommer ännu så länge inte till sin fulla rätt.

Minskat effektbehov

Grundläggande begrepp, transmissionsförluster, luftläckage genom klimatskalet och byggnadens värmedynamiska funktion beskrivs i kapitlet om energianvändning, sid 12. Dessa texter gäller också för att minska byggnadens effektbehov.

Värmetröghet

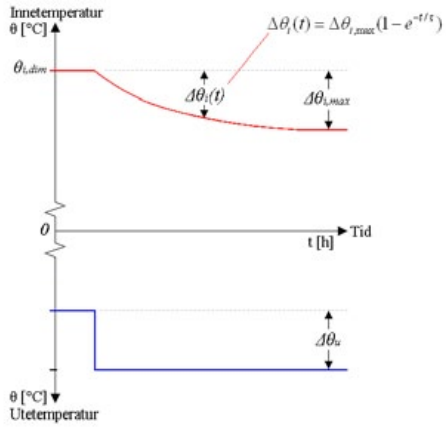
Förutom att energianvändningen (kWh/m2, år) minskar genom värmetrögheten, påverkas även effekten (W/m2) i allra högsta grad. Utmärkande för värmetrögheten är förmågan att minska effekttopparna, och möjligheten att flytta effektuttagen i tiden. Ett värmetrögt hus ger fastighetsägaren eller energileverantören möjlighet att låna energi av stommen, som t.ex. kan användas när behovet är stort i andra delar av fastigheten eller energinätet.

Styr- och reglerstrategi

Även detta beskrivs i kapitlet om energianvändning. Nyttan med värmelagrande material, i kombination med en värmedynamisk styrstrategi, är dock större än den minskade energianvändningen. Exempelvis har Enreduce och E.ON tillsammans visat att maxeffekten kan sänkas med 60 % [1]. Potentialen är säkerligen ännu större om man flyttar fokus från att minska energianvändningen till att minimera effekttopparna. Kabona har nyligen utvecklat Effektpilot – en variant av Ecopilot som bygger på de incitament som leverantörer av fjärrvärme erbjuder, där en del av energikostnaden avgörs av fastighetens maximala dygnsmedeleffekt [2].

Dimensionering av värmesystem med DVUT

Miljöbyggnad har valt att använda standarden DVUT (dimensionerande vinterutetemperatur) för att klassa en byggnads värmeeffektbehov. DVUT och dess föregångare DUT, är framtaget för att användas vid dimensionering av värmesystem. Def finns inget krav att använda denna standard vid dimensionering, men den används dock flitigt av installationsprojektörer, fast då oftast tillsammans med en egendefinierad säkerhetsmarginal. Detta leder till överdimensionerade värmesystem och framledningstemperaturen (temperaturen på vattnet som leds fram till radiatorerna) styrs genom värmeregleringskurvor. I kurvorna är effekten proportionerlig mot temperaturskillnaden inomhus och utomhus. Viss anpassning beträffande värmetröghet kan göras med värmeregleringskurvor, men det är svårt att få till det optimalt.

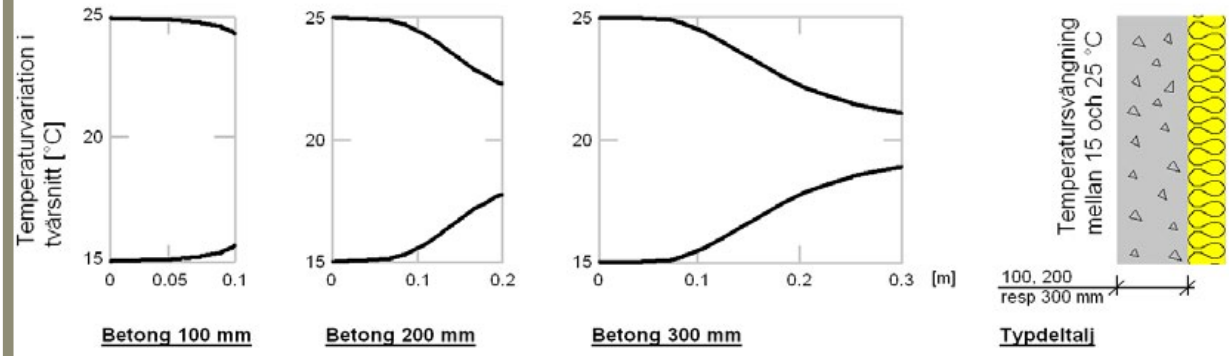


Figur 6. Figuren visar hur temperaturen minskar enligt en avsvalningskurva när en hastig temperaturförändring sker.

Principen med DVUT bygger på att brukare accepterar en tillfällig temperatursänkning på 3 grader, dock max 30 gånger under 30 år. Värdet kommer från socialstyrelsens riktlinjer om temperatur inomhus. För att beskriva hur snabbt en byggnad reagerar på väderleksförändringar använder DVUT tidskonstanten τ, som är kvoten av byggnadens värmekapacitet och specifik effektförlust. Effektförlusten består av transmissionsförluster genom klimatskalet samt frivilliga och ofrivilliga ventilationsförluster. Ventilationsförlusterna beror på luftens flöde, densitet, specifik värmekapacitet och verkningsgrad på eventuell värmeåtervinning. Byggnadens värmekapacitet beror på specifik värmekapacitet och konstruktionens massa innanför isolerskiktet. Vid beräkning av byggnadens tidskonstant ska endast massan innanför isoleringen tas med. Normalt högst 100 mm (se kapitlet om aktivt inträngningsdjup nedan), mätt från den varma insidan av väggen, golvet eller taket. Tidskonstanten anger tiden som gått innan 63 % av sluttemperaturen uppnåtts, se figur 6. Värden för DVUT anges i ”Energihushållning enligt Boverkets Byggregler”, som finns på Boverkets webbplats. Att en betongbyggnad är värmelagrande och lufttät medför en högre dimensionerande temperatur än hos en lättare byggnad. En positiv egenskap i sammanhanget.

Aktivt inträngningsdjup

För att beräkna tidskonstanten med en handberäkningsmetod krävs information om vilket aktivt inträngningsdjup som ska användas. Effekten av byggnadsmaterialets tjocklek illustreras genom en beräkning av temperaturfördelningen i ett homogent betongbjälklag. Temperaturen på ytorna fick variera sinusformat från 15 till 25°C i perioder om 24 timmar. Efter tillräckligt många temperatursvängningar på ytan varierar temperaturen i konstruktionen enligt Figur 7. Ju tjockare konstruktionen är, desto mindre ändras temperaturen i mitten. Dvs. värmelagringsmöjligheten där kan inte utnyttjas [3].



Figur 7. Temperaturens variation i en 100, 200 och 300 mm tjock betongvägg, om omgivningens temperatur svänger sinusformat [2]. Graferna visar hur temperaturen varierar beroende på mätdjup, där det högre värdet är cykelns maxtemperatur medan det lägre värdet är cykelns mintemperatur. Den vänstra delen i respektive graf visar temperaturvariationen i ytan. Den högra delen i respektive graf visar temperaturvariationen långt från temperaturvariationen i ytan. Den första grafen, t = 100 mm, visar att i princip hela tvärsnittet är verksamt. Den tredje grafen, t = 300 mm, visar att endast delar av tvärsnittet är aktivt verksam. Det aktiva inträngningsdjupet ligger alltså någonstans däremellan.

Under dygnet hinner inte värmen tränga in mer än någon decimeter, så det lönar sig inte att för den sakens skull satsa på väldigt kraftiga konstruktioner. Det aktiva lagringsdjupet för ett antal homogena byggnadsmaterial visas nedan.

Tabell 2. Inträngningsdjupet under ett dygn, om rumstemperaturen tillåts variera. Längre än så hinner inte värmen in i materialet under ett dygn [3].

Material	Aktivt inträngningsdjup (cm)
Granit	21
Mineralull	16
Betong	13
Glas	14
Tegel	11
Gips	9.5
Lättbetong	9
Trä	7

Varje material som har kontakt med rumsluften har en effektiv tjocklek där värmelagringsförmågan kan utnyttjas. För betong är den ca 130 mm, för trä är den 70 mm och för granit 210 mm enligt tabell 2. Om konstruktionen är tunnare än så kan hela skiktet delta i energibalansen under ett dygn. Konstruktioner med tunga material har normalt minst den effektiva tjockleken vilket betyder att här finns en outnyttjad resurs att ta tillvara, vilket låter sig göras via aktiv värmelagring.

Beräkna tidskonstanten med handberäkningsmetoden

Handberäkningsmetoden beskrivs i ”Energihushållning enligt Boverkets Byggregler”, som finns på Boverkets webbplats.

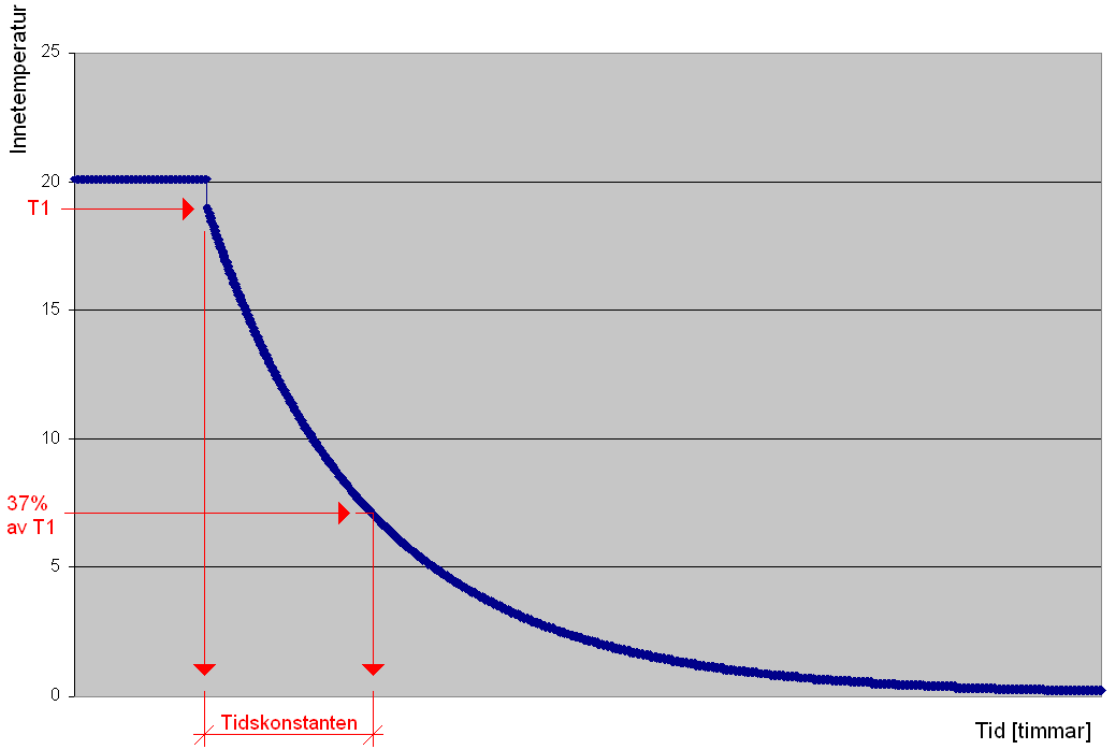
Beräkna tidskonstanten med simuleringsprogram

Ett annat sätt att beräkna tidskonstanten är att använda ett simuleringsprogram. Det rekommenderas om en beräkningsmodell av byggnaden finns sedan tidigare. Denna metod är mer exakt eftersom:

- Även massan som ligger utanför isoleringen ingår.
- Inget schablonvärde behövs för att vara på den säkra sidan gällande inträngningsdjup.
- Även övergångsmotstånd ingår.

Var noga med att beräkningsmodellen ska innehålla stommens inklädnad, dvs. där betongen inte är fullt exponerad. Att använda en simuleringsmodell för att beräkna tidskonstanten ger oftast ett högre värde än vad motsvarande handberäkning ger.

Om du använder simuleringsprogrammen VIP Energy finns det beskrivningar, exempel och datafiler som du kan använda som stöd. Dessa finner du under övrigt på Betongföreningens webbplats om Miljöcertifiering.



Figur 8. Exempel på uträkning av tidskonstanten med hjälp av VIP Energy. Tidskonstanten anger den tid som gått innan 63 % av differensen till simulerad sluttemperatur uppnåtts.

Om du använder simuleringsprogrammen IDA ICE kan du automatiskt få byggandens tidskonstant beräknad genom att använda programmets tilläggsmodul med BBR stöd.

Mätning av tidskonstanten

För att bestämma tidskonstanten för ett befintligt hus kan mätvärdena användas som i grafen ovan (simuleringsexemplet). I detta fall stängs värmetillförseln av tillfälligt och inomhustemperaturen loggas. Odefinierbara och variabla intern- och externlaster skapar stora problem. Mätningen görs bäst i en tom fastighet under vindstilla förhållanden. Bl.a. har Göteborg Energi mätt tidskonstanter på detta vis och konstaterat att nästan alla tunga hus har en underskattad tidskonstant.

Avsnittet om värmeeffekt i Miljöbyggnad är en förenkling

DVUT tar hänsyn till byggnadens värmetröghet, men värdena är statiska och påverkas inte av optimeringar med en värmedynamisk styrstrategi.

Om handberäkningsmetoden används för tidskonstanten försvinner nyttan med aktiv värmelagring. Den stora potentialen att minska effekttoppar med dessa enkla principer premieras inte med denna förenklade metod. Betongbyggnadens möjlighet att låta fastighetsägare flytta effektuttaget i tid premieras inte heller i miljöbyggnad. Dessa fördelar får ses som positiva miljömässiga mervärden, som förhoppningsvis får större betydelse i framtiden. I den tidigare versionen av Miljöbyggnad fanns alternativet att använda simuleringsverktyg för att direkt få fram det dimensionerande effektbehovet. Att det är borttaget missgynnar betongkonstruktioner, eftersom möjligheten att minska effektuttaget är större i verkligheten än vad schablonmetoder såsom DVUT ger.

Jämförelse med effektklassning i andra system

Att använda effekt som bedömningsgrund är relativt nytt och inte särskilt vanligt utanför norra Europa. En låg maximal effekt är ett huvudkrav i kravspecifikationen för passivhus (både i den tyska och den svenska varianten). Det är ett bra komplement till energikravet för bedömning av klimatskalet. Kravet har sin förklaring i en av grundidéerna med passivhusen: att lägga mer resurser på klimatskalet, som sedan delvis betalas av att fastigheten slipper investera i vattenburen värme. Istället används ett enklare system med luftburen värme. Systemet gör dock att installerad effekt måste begränsas så att inte luften bränns vid och blir skadlig ur hälsosynpunkt. I SS 24300 (SIS) används en effektklassning som ett bra mått på byggnadens energieffektivitet, och som komplement till klassning av energianvändningen. SIS effektklassning skiljer sig något från övriga. Den är främst tänkt att användas med uppmätta värden i driftfasen. Eftersom maximal effekt inte låter sig mätas vid enstaka mättillfällen, används istället effektsignaturen där mätvärdena bildar en linjär funktion som extrapoleras upp till temperaturen DVUT.

Hur mycket kan man spara?

Som tillägg till avsnittet ” Hur mycket kan man spara?” i kapitlet Energianvändning, kan de utredningar som behandlar klimatpåverkan genom beräkning med primärenergifaktorer belysas. I dessa glömmer man ofta betydelsen av effekttopparnas storlek och tid på dygnet. Istället används schablonvärden som förvandlar köpt energi (kWh/m2, år) av ett visst slag till primärenergi.

Exempel på betonghus med lågt effektuttag

Generellt har alla tunga byggnader med låga värmeförluster också en mycket hög tidskonstant. Här ges två exempel på betonghus som har ett lågt effektbehov.

Passivhus kv. Lärkträdet, Vara

Byggnaden är belägen i kv. Lärkträdet i Vara 10 mil nordöst om Göteborg. Byggnaden projekterades som ett Passivhus enligt FEBY:s regler och såsom ett äldreboende för personer över 75 år. Byggnaden togs i drift i juni 2010. Arean (Atemp)1 är 1242 m^2 av vilken 830 m^2 är bostadsyta. En källarvåning innehåller förrådsutrymmen, en gemensamhetslokal och ett rum med installationer för uppvärmning och el. Huset har fyra bostadsvåningar. Varje våning har fyra lägenheter, två om 50 m^2 och två om 54 m^2. På taket finns en terrass, solfångare och ett fläktrum.

I denna byggnad används TermoDeck som aktivt utnyttjar den termiska massan för att ge behagligt inomhusklimat och en låg energianvändning. Energianvändningen den första 12-månadersperioden juli 2010 – juni 2011 uppmättes till 37,9 kWh/m^2,år. Under perioden juli 2011 till och med februari 2012 minskade energianvändningen månadsvis med mellan 25–40% jämfört med samma period 2010/2011. Normalårskorrigering har ännu inte gjorts. Energianvändningen, efter det att byggnaden har torkat ut, förväntas bli ca 28 kWh/m^2 under ett normalår [4].

Fakta kv. Lärkträdet

Typ: Flerbostadshus (äldreboende)
Byggherre: Vara Bostäder
Arkitekt: Vara Byggkonsult
Byggentreprenörer: Tommy Byggare och
Strängbetong (stomme, klimatskal och TermoDeck).
Inflyttning: Etappvis, första inflyttning oktober 2010.
Uppvärmningssystem: Bergvärmepump (8.4 kW el med en uppskattad värmefaktor (COP) på 2,7).

Figur 9. Kvarteret Lärkträdet i Vara är ett betonghus byggt som ett passivhus.

Kv Blå Jungfrun, Stockholm

Blå Jungfrun består av fyra flerbostadshus med totalt 97 lägenheter. Husen har byggts med en stomme och ytterväggar av platsgjuten betong. Kvarteret Blå Jungfrun var de första hyreslägenheterna i Stockholm som byggts med passivhusteknik. Ytterväggarna har 250 mm isolering och stor vikt har lagts vid täthet mellan betongväggen och fönsteröppningar etc. Resultatet är en energieffektiv och mycket lufttät konstruktion med en provad lufttäthet på 0,11 liter per sekund och kvadratmeter, vilket är klart lägre än maxgränsen på 0,3 för passivhus. Beräknad energianvändning är mindre än 55 kWh per kvadratmeter.

Figur 10. Blå Jungfrun i Stockholm är ett annat exempel på betonghus som byggts med passivhusteknik.

Fakta Blå Jungfrun

Typ: Flerbostadshus

Byggherre: Svenska Bostäder

Arkitekt: Reflex Arkitekter

Byggentreprenör: Skanska

Inflyttning: Januari 2011
(sista etappen)

Fem tips för lägre effektuttag

Här följer tips för ett lågt effektbehov. Tipsen i kapitlet om energianvändning ger också ett lägre effektbehov.

Var noggrann vid beräkning av tidskonstant med handberäkningsmetoden

Med hjälp av indata från energiberäkningen som görs i alla projekt, blir beräkning av tidskonstanten mindre omfattande. Exempel på uträkningar ges i ”Energihushållning enligt Boverkets Byggregler”, som finns på Boverkets webbplats. Undvik schablonvärden på tidskonstanter. De är oftast i underkant i jämförelse med nyproducerade byggnaders tröghet.

Ett större inträngningsdjup kan ibland användas om handberäkningsmetoden används

Boverkets handbok säger att endast byggnadens massa innanför isoleringen ska tas med vid beräkning av tidskonstanten. Normalt högst 100 mm, mätt från den varma insidan av väggen, golvet eller taket. 100 mm är inget fixerat tal. Andra värden kan användas, under förutsättning att man kan visa att det fungerar.

Använd gärna simuleringsverktyg för att ta fram tidskonstanten

Simuleringsmetoden är att föredra jämfört med handberäkningsmetoden, eftersom den nästan alltid ger bättre överensstämmelse med byggnadens faktiska värmetröghet. Aktiv värmelagring har ingen påverkan i handberäkningsmetoden, i så fall bör simulering eller mätmetoden definitivt användas.

Mät tidskonstanten om det är möjligt

I befintliga hus kan mätvärden också användas, om mätningar kan utföras i tom byggnad.

Välj en värmedynamisk styrstrategi

Även om betyget i Miljöbyggnad inte påverkas, bör man välja en värmedynamisk styrstrategi. Om fastigheten är ansluten till ett energinät där effektbegränsande åtgärder ger lägre kostnad, kan system som Effektpilot användas [2].

Referenser

1. Persson D och Vogel J (2011). Utnyttjande av byggnaders värmetröghet - Utvärdering av kommersiella systemlösningar. Internet: www.hvac.lth.se/fileadmin/hvac/files/TVIT-5000/TVIT-5030JPDVweb.pdf.
2. Kabona (2012). Internet: www.kabona.se.
3. Energilotsen (2012). Handledning för byggherre, Internet: www.energilotsen.nu.
4. Andersson L. m.fl. (2012). Energy-Efficient Passive House using thermal mass to achieve high thermal comfort, REHVA 44 Journal, January 2012.

Innemiljö – Ljudmiljö

Syfte

Premiera byggnader med god ljudmiljö.

Krav

Här följer en sammanfattning av kraven. För fullständig information, läs manualen för Miljöbyggnad.

Betyget för ljudmiljö beror på vilken ljudklass, enligt svensk standard, som byggnaden uppfyller. För bostäder gäller standarden SS 25267. Lokaler, skolor och liknande faller under SS 25268.

- *För att uppnå brons krävs minst ljudklass C i alla indikatorerna: stegljud, luftljud, installationsljud och trafikbuller.*
- *För silver krävs minst ljudklass C samt att mer än hälften av indikatorerna: stegljud, luftljud, installationsljud och trafikbuller uppfyller klass B.*
- *För guld krävs att alla indikatorerna: stegljud, luftljud, installationsljud och trafikbuller uppfyller ljudklass B. Och en enkät som visar att minst 80 % av brukarna är nöjda med ljudmiljön.*

Vid betygsättning utgår man från de mest bullerexponerade rummen, vars yta ska motsvara minst 20 % av ett typiskt våningsplan. I bostadshus ska sovrum bedömas. En bedömning görs av respektive ljudindikator, tills 20 % av ett våningsplan har bedömts. Indikatorerna vägs sedan samman till ett totalbetyg för byggnaden. Verifiering görs enligt aktuell ljudstandard.

Betong bidrar till god ljudmiljö

Väggar och bjälklag i betong isolerar effektivt mot störande ljud, även vid låga frekvenser. Att uppnå ljudklass B (som alltmer efterfrågas) är normalt inga problem.

Ljudisoleringar och ljudnivåer i hus med betongstomme kan dimensioneras med god noggrannhet, med hjälp av moderna beräkningsprogram. Mätningar bekräftar att betonghus normalt uppfyller den ljudklass man har dimensionerat för. Betongstommar är också robusta och inte känsliga för mindre avvikelser i utförandet. Att materialet och byggmetoderna ger förutsägbara ljudegenskaper gör betongstommen till ett tryggt val.

Buller är ett växande problem

I takt med att vi tillbringar mer och mer tid inomhus, blir kvaliteten på inomhusmiljön i bostäder, skolor, vård- och yrkesbyggnader allt viktigare. Ljud har stor påverkan på hur vi upplever inomhusmiljön. Och även inverkan på vår hälsa [1].

I Sverige är trafikbuller den miljöstörning som berör flest människor. Närmare tre miljoner svenskar utsätts för trafikbuller över de gällande riktvärdena [1]. Och trenden pekar mot att fler kommer att besväras i framtiden, då fler förväntas bo och arbeta i områden med ökande trafikbelastningar. Förutom buller från trafik utsätts vi för buller från grannar och installationer i våra byggnader. Speciellt störande är lågfrekvent buller. Det kan handla om ventilationsanläggningar, fläktar eller musik från grannar. Sömnsvårigheter, obehag och irritation är några av hälsoeffekterna.

Samhällets minimikrav på ljudisolering är att byggnader ska uppfylla ljudklass C. Men i takt med ökande buller i vår inomhusmiljö har högre krav (klass B) blivit allt vanligare.

Ett material med goda ljudegenskaper

Betong är både tungt och styvt – en kombination som ger goda ljudegenskaper. Inte minst vid lågfrekvent buller. En betongstomme med lämplig golvbeläggning skapar goda förutsättningar till bra ljudisolering, både vertikalt och horisontellt. Normalt kan ljudklass B uppfyllas utan komplicerade och utrymmeskrävande tilläggskonstruktioner.

Betongstommen är en viktig del i ljudisoleringen. Men för att uppnå förväntad ljudklass måste man beakta följande, vid projektering och utförande:

- Planlösning.
- Rummens storlek.
- Fasadens utformning och utförande.
- Uppbyggnad av mellanväggar och bjälklag.
- Typ av golvbeläggning.
- Överhörning via installationer.

Ljudprojektering av betongstommar

Kunskap kring projektering och byggnation av betonghus med god ljudisolering är väl etablerad i byggsektorn. Boverkets handbok Bullerskydd av bostäder och lokaler ger allmänna beskrivningar kring ljudisolering [2]. På betongbranschens webbplatser finns praktiska råd om ljudprojektering av betonghus [3-5].

Vid projektering bör man beräkna ljudisolering mot angränsande utrymmen, mot utsidan och mot ljud från installationer. Beräkningsmetoderna beskrivs detaljerat i svenska och internationella standarder [6]. Beräkningar väger samman ett antal faktorer, t.ex. typ av bjälklag, golvbeläggning, mellanväggar, ytterväggar, planlösning och tekniska installationer.

Med de vanligaste programvarorna [7, 8] kan arkitekter och konstruktörer i projekteringsstadiet prova olika kombinationer (exempelvis av bjälklag och golvbeläggningar) och kontrollera att de uppfyller ljudkraven. Beräkningar förutsätter att alla fogar tätas, så att inte ljud läcker igenom. Vid beräkning av efterklangstid har betongen påverkan om den används som ytskikt.

Det är relativt enkelt att nå ljudklass B eller högre med betong. Investeringsökningen för att uppnå bättre ljudkomfort än minimikravet är bara några procent. Ofta handlar det om detaljer som kan lösas enkelt i planeringsstadiet.

Åtgärder för god ljudisolering

Tät betongkonstruktion

Ljuddimensionering förutsätter täta fogar. Små sprickor och springor försämrar också ljudisoleringen.

En platsgjuten stomme är gjuten i en sammanhängande enhet vilket gör att konstruktionen inte har några öppna fogar. En stomme av prefabricerade betongelement görs tät genom igjutning av elementfogarna, så att hela skiljekonstruktionen blir lufttät. För att undvika stomljudsbryggor i flytande golv, undertak och väggisoleringar måste montaget utföras noggrant. Fler exempel på åtgärder hittas i handboken om rörsystem [11].

Vid ombyggnad och renovering är det viktigt att tänka på att otätheter kan uppstå. Exempelvis kan håltagning för installationer eller rörelser i byggnader försämra ljudisoleringen avsevärt.

Dämpning av steg- och trumljud

Kraven på stegljudsnivå medför att betongbjälklag behöver förses med golvbeläggning som dämpar steg- och slagljud. T.ex. flytt av möbler, fallande leksaker och dammsugning [9]. Vägledning vid val av golvbeläggning hittas i

SS 25267 (bilaga B). För ljudklass B krävs normalt produkter i stegljudsklass 7 (enligt SS 25267) ovanpå bjälklag med en egenvikt motsvarande ca 600 kg/m2. Ett exempel på sådan beläggning är parkett på stegljudsdämpande underlag (foam). Ett annat är mattor av plast eller linoleum.

Flytande golv brukar ge bra stegljudsdämpning, men påverkar luftljudsisoleringen negativt (genom den s.k. parkettresonansen). Vid beräkning bör man därför utgå från produkter som redovisar hur luftljudsisoleringen i bjälklaget förändras. I trapphus kan klinker läggas på stegljudsdämpande underlag. Förtillverkade trapplan kan läggas upp på elastiska lister.

I kontor kan stegljud inom utrymmena (trumljud) begränsa valet av golvbeläggning. Om stegljud till andra utrymmen kan dämpas på annat sätt, t.ex. med undertak, är det bättre att använda golvbeläggningar som limmas mot bjälklaget. Då utnyttjas tyngden i betongbjälklaget för att begränsa trumljudet.

Dämpning av stomljud från installationer

Det är mycket effektivare att dämpa stomljud från installationer redan vid källan, än att tilläggsisolera väggar och bjälklag. Ljuddämpande lösningar hittas bland annat i branschrapporter [10, 11]. I öppna planlösningar bör tysta installationer väljas.

Tilläggsisolering

Tilläggsisoleringar med tunna skivor mot väggar, golv och tak förbättrar ljudisoleringen främst vid högre frekvenser. För att undvika försämringar vid låga frekvenser bör väggen sättas helt fritt från betongkonstruktionen. Material och luftspalt ska väljas så att resonansen inte når in i frekvensområdet 50-5000 Hz. Det medför att 12-15 cm tas upp av tilläggsisoleringen – som bör väga minst 18 kg/m2. Mer information hittas i referenserna [2, 3]. Tänk på att invändig isolering av betongskikt påverkar värmeutbytet mellan betong och inneluft. Läs mer om detta i kapitlet om energianvändning.

Trafikbuller

Fasadens isolering mot buller ska beräknas utifrån de dimensionerade ljudnivåerna utomhus och ljudklassens krav inomhus. Läs mer i Boverkets handbok Bullerskydd av bostäder och lokaler [1] och Boverkets allmänna råd 2008:1.

Figur 11. Trafikbuller är den miljöstörning som berör flest människor i Sverige.

Ytterväggar av betong har normalt god ljudisolering. Ljudnivån inomhus bestäms därför av andra byggnadsdelar, exempelvis fönsterdörrar, fönster och uteluftsintag. Det är mycket viktigt hur dessa placeras i väggen och hur god lufttäthet säkerställs. Redovisade mätvärden är baserade på mätningar i laboratoriemiljö, under ideala förhållanden. Därför bör tillverkaren av produkten rådfrågas om vad som gäller för placering i olika typer av väggar.

Beräkning av fasadens ljudisolering kan göras översiktligt [2]. Eller dimensioneras med hjälp av datorprogram [7, 8].

Rumsakustik i lokaler

Betongkonstruktioner ger bra förutsättningar för talkommunikation i lokaler, genom att dämpa bakgrundsljud från angränsande utrymmen, tekniska installationer och trafik. I lokaler med flera begränsningsytor av betong bör ljudabsorbenter med god absorption vid låga frekvenser väljas. Se SS 25268 avsnitt 5 [12] och Boverkets handbok [2]. Ljudabsorbenter kan dock försämra betongstommens värmelagrande förmåga varför det är viktigt att ljudabsorbenter placeras så att dessa inte isolerar betongytan från inomhusluften. Bra lösningar för detta redovisas i kunskapsbanken ”bygga med prefab” [5].

Erfarenheter från nya och gamla hus

Att det är relativt enkelt att projektera och bygga betonghus som motsvarar förväntningarna på ljudmiljön bekräftas i ny studie [13]. Resultatet visar att de flesta som bor i betonghus är ”mycket nöjda” eller ”nöjda” med ljudisoleringen. Endast ett fåtal störs av luft- och stegljud från grannar.

Omfattande jämförelser mellan fältmätningar och beräkningar bekräftar också att betonghus normalt uppfyller den ljudklass de har dimensionerat för [13].

I samband med renovering och ombyggnad av äldre hus, bör byggnadens luft- och stegljudsisolering kontrolleras, och olika renoveringsalternativs påverkan beräknas. I miljonprogrammets betonghus förekommer lätta betongkonstruktioner, dåliga golvbeläggningar och installationer som inte ljudisolerats tillräckligt. Skador såsom sprickbildning kan också försämra ljudisoleringen. Bristerna kan åtgärdas relativt enkelt vid renoveringar [2, 10]. Betongens ljudisolerande egenskaper försämras inte med tiden, men vissa äldre golvbeläggningar kan förlora en del av sin elasticitet och förmåga att dämpa stegljud. De kan därför behöva bytas ut och då bör renoveringsprodukternas ljudegenskaper beaktas. Vissa produkter kan till och med försämra ljudmiljön.

Tips och exempel

Tumregler

En bra tumregel är att luftljudsisoleringen genom väggar och bjälklag förbättras med knappt 1 dB för varje centimeter betong som tjockleken ökar. Stegljudsnivåerna förbättras på motsvarande sätt.

Tänk på att planlösning och konstruktiv utformning också påverkar ljudisoleringen. Det är mest effektivt att använda betongväggar som skiljekonstruktion mellan bostäder eller lokaler. Och lätta väggar som avgränsare inom samma bostad eller verksamhet. På så vis leds ljudenergi bort från skiljekonstruktionen och ljudisoleringen ökar, utan att kostnader, vikt eller utrymmesbehov ökar[5]. Fördelningseffekten ökar med ökad spännvidd. Ju mindre del av den fria bjälklagsplattan som de enskilda rummen utgör, desto bättre ljudisolering. Av samma skäl försämras ljudisoleringen vertikalt när rummen görs större och avgränsas av flera tunga bärande väggar. Mer information om ljudisolering i betonghus finns i referenserna [3-6].

Figur 12. En stomme och fasad av betong ger ett bra skydd mot buller både utifrån men även mellan angränsande lägenheter och trapphus.

Typexempel för ljudklass B

I tabell 3 redovisas två exempel på betonglösningar som ger goda förutsättningar att uppnå ljudklass B. Den ena är platsgjuten, den andra förtillverkad. Notera att det endast är exempel som bör ses som riktvärden. Andra faktorer kan påverka den slutliga ljudklassen. Därför bör alltid vald lösning utredas utifrån faktiska förutsättningar. Det finns även hybrider av nedanstående två exempel som också uppfyller ljudklass B. Exempelvis kan utfackningsväggar med stålreglar och tegelmur användas då vikten behöver reduceras av grundläggningsmässiga skäl. Fler typlösningar för olika ljudklasser hittas i referenserna [3-5].

Tabell 3. Exempel på betonglösningar som uppfyller ljudklass B.

Platsgjuten betongstomme*	Prefabricerad betongstomme*
Bjälklag: *26 cm betong med parkett på 2-6 mm underlag (stegljudsklass 7 enligt SS 25267 bil. B).*	*Bjälklag:* *27 cm HD/F-bjälklag med 7-8 cm pågjutning. Total ytvikt minst 590 kg/m2.* *Parkett på 2-6 mm underlag (stegljudsklass 7).*
Lägenhetsskiljande väggar: *22 cm betong*	*Lägenhetsskiljande väggar:* *22 cm betong*
Yttervägg: *18 cm betong med mineralullsisolering och utvändig beklädnad.*	*Yttervägg:* *Sandwichelement av 15+7 cm betong med mellanliggande mineralullsisolering.*

** Exemplen bygger på beräkning av rum med öppen planlösning (36 m2).*

Referenser

1. Socialstyrelsen (2009). Miljöhälsorapport 2009. Rapport Socialstyrelsen nr: 2009-126-70.
2. Boverket (2008). Bullerskydd av bostäder och lokaler. Handbok Boverket med råd och lästips.
3. Cementa (2001) Sunt byggande med betong ger god ljudmiljö. Cementa-broschyr, 2001
4. Betongbanken (2011). Råd och exempel, platsgjuten betong, Internet: www.svenskbetong.se.
5. Bygga med prefab (2011). Råd och exempel, betongelement. Internet: www.svenskbetong.se.
6. SIS (2011). Beräkningsmetoder SS-EN 12354 del 1-6. Internet: www.sis.se.
7. BASTIAN (2011). Beräkningsprogram som följer SS-EN 12354 / ISO 15712. Internet: www.datakustik.de.
8. SONarchitect (2011). Beräkningsprogram som följer SS-EN 12354 / ISO 15712. Internet: www.soundofnumbers.net.
9. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (ny utgåva våren 2012). Marknadsöversikt - Stegljudstestade golvbeläggningar.
10. SBUF rapporter om ljud: www.sbuf.se, sök via ”projektregistret”
11. Simmons, C. (2011). Ljud från rörinstallationer – en handbok, VVS Företagen.
12. Svensk Standard. Ljudklassning av bostäder resp. lokaler: SS 25267, SS 25268 Internet: www.sis.se.
13. Simmons, C. m.fl. (2011). Acoustical Performance of Apartment Buildings- Resident’s Survey and Field Measurements, SBUF project 12311. Internet: www.sbuf.se, SP Report 2011: 58 ISBN 978-91-86622-88-6, ISSN 0284-5172, Internet: www.sp.se.

Innemiljö – Radon

Syfte

Att premiera byggnader som utformas, projekteras och byggs för låg radonhalt i inomhusluften.

Krav

Obs! Här följer en sammanfattning av kraven. För fullständig information, läs manualen för Miljöbyggnad.

Betygsättningen utgår från halten av radon i inomhusluften.

- *För betyget brons vid nybyggnation är kravet 200-101 Bq/m3.*
- *Silver kräver att halten ligger mellan 100 och 51 Bq/m3.*
- *Guld uppnås om halten inte överstiger 50 Bq/m3.*

För nybyggnation ska markens radonhalt bedömas. Antingen genom mätning, eller genom bedömning av sakkunnig utifrån kommunens kartläggningar. Därefter sker en klassificering av marken, som styr vilka åtgärder som krävs, exempelvis krav på grundkonstruktionens utförande och ventilationssystem.

I den färdiga byggnaden ska mätning ske under minst 2 månader under uppvärmningssäsongen. Beskrivningar hur mätningar ska göras för olika typer av byggnader finns i manualen.

Betong och radon

Vid projektering och byggnation av nya byggnader är det oftast markradonet man måste ta hänsyn till. Radon i mark och grundvatten kan nå inomhusluften främst genom otätheter i grundkonstruktionen. En rätt utförd betongplatta ger ett bra grundskydd.

Radon kan förekomma i äldre hus där stenbaserade byggmaterial med högt radoninnehåll har använts. Användningen av sådant material har sedan länge upphört. Mätningar i nya betongbyggnader visar att radonhalten ligger långt under Boverkets gällande gränsvärden.

Radon

Alla naturliga stenbaserade material i Sverige innehåller en liten mängd av isotopen radium 226. Vid sönderfall bildar den gasen radon, som i sin tur sönderfaller till s.k. radondöttrar. De kan fastna på små partiklar och föras ner i lungorna vid inandning. Radon i byggnader kan komma från tre källor: stenbaserade byggmaterial, marken eller hushållsvattnet. Normalt är mängden liten och saknar praktisk betydelse (1-4).

Gränsvärden för radon finns bl.a. i Boverkets byggregler och Livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter. Enligt Boverkets byggregler är gränsvärdet i nya byggnader 200 Bq/m3. Regeringens miljömål säger att radonhalten ska vara lägre än 200 Bq/m3 i skolor och förskolor, senast år 2010. Och i alla bostäder senast 2020.

Betong skyddar mot markradon

Radon i mark eller fyllnadsmassor kan, med hjälp av undertrycket i ventilerade byggnader, sugas in genom sprickor och otätheter. Eftersom ca 80 % av Sveriges yta är mark med risk för radonproblem, är det viktigt att grundkonstruktionen utförs radonsäkert.

Bland Boverkets råd om förebyggande åtgärder vid nybyggnation [4] hittas information kring byggnadskonstruktioner, t.ex. platta på mark och källargolv, för radonsäkert utförande (på högradonmark), radonskyddande (på normalradonmark) och traditionellt (på lågradonmark). Man rekommenderar lösningar med betong för att göra byggnaden tät mot inläckande jordluft. T.ex. ”Kantförstyvad betongplatta utförd så att den blir så tät att jordluft inte kan sugas in i huset” och ”Källarytterväggar utförs i betong”.

Att betong är en bra lösning beror på att den är så tät att radonet inte tränger igenom. Tätheten varierar beroende på betongkvalitet (vct), hydratiseringsgrad och härdningssätt. När det gäller betongkonstruktionens täthet är förekomsten av sprickor också en faktor att räkna med. Ju mindre sprickor desto högre lufttäthet – och därmed ett bättre skydd mot radon.

Figur 13. Då man bygger hus är det främst radon från marken och grundvatten som man behöver ta hänsyn till.

Radon från stenbaserade material

De mycket låga radonhalterna som härrör från betong i sig kommer från ballast och cement. Mätningar av radonavgång från obehandlade betongytor studerades av Statens Provningsanstalt i början av 80-talet. Man kom fram till att betong avger låga halter av radon, som dessutom reduceras kraftigt genom sprickfria ytbeläggningar och ytbehandling, t.ex. målning [5, 6].

Radonavgången från betong kan också uppskattas genom beräkningar utifrån radiumhalten hos betongballast och cement [7]. Resultaten visar på mycket låga halter, i nivå med betygen guld eller silver i Miljöbyggnad.

Ballast som idag används för betongtillverkning ska vara testad och bestyrkt enligt gällande regler i Sverige (och EU). Kraven regleras i betongstandaren SS EN 206-1 och europastandarden SS-EN 12620 [8].

Radon i äldre hus

Under perioden 1929–1975 (innan riskerna med radon var kända) tillverkades alunskifferbaserad blå lättbetong, s.k. blåbetong. Idag tillverkas inga byggmaterial i Sverige med farliga halter av radium [1].

Tips

Vid nybyggnation bör radonhalten i mark och fyllnadsmassor kontrolleras. Om radon förekommer krävs förebyggande åtgärder – framförallt en tät grundkonstruktion. Betong är en bra lösning.

Utförligare beskrivningar av radonskyddande respektive radonsäkert utförande finns i Radonboken [7].

Referenser

1. SOU (2001). Radon Fakta och lägesrapport om radon, Statens offentliga utredningar, SOU 2001:7 del 2.
2. Socialstyrelsen (2005), Radon i inomhusluft, Internet: www.socialstyrelsen.se.
3. Strålsäkerhetsmyndigheten m.fl. (2009). Vägen till ett radonfritt boende, Samarbete mellan Strålsäkerhetsmyndigheten, Socialstyrelsen och Boverket, Internet: www.stralsakerhetsmyndigheten.se.
4. Boverket (1993). Åtgärder mot radon i bostäder, Internet: www.boverket.se.
5. Svensk Byggtjänst (1994). Betonghandbok Material utgåva 2, avsnitt 18.9 Radon, Svensk Byggtjänst.
6. Pettersson m.fl. (1982). Radonexhalation från byggnadsmaterial, Statens Provningsanstalt, teknisk rapport 1982:32.
7. Clavensjö, B. och Åkerblom G. (1992). Radonboken, Byggforskningsrådet, T5:1992.
8. Europastandard EN 12620: Ballast för betong.

Innemiljö – Kvävedioxid

Syfte

Att minimera kvävedioxid och andra trafikrelaterade luftföroreningar i inomhusluften.

Krav

Observera att här följer endast en sammanfattning av kraven. För fullständig information, läs manualen för Miljöbyggnad.

Betygsättningen utgår från halten av kvävedioxid i inomhusluften.

- *Brons sätts om halten är högre än 40 µg/m3.*
- *Silver erhålls om halten ligger mellan 20 och 40 µg/m3.*
- *Guld kan uppnås om halten är lägre än 20 µg/m3, eller om byggnaden är belägen utanför tätbebyggt område.*

Dokumentation som visar kvävedioxidhalter i närområdet kan räcka. Eller att byggnaden ligger utanför tätbebyggt område. Mätningar utförs av kommunen eller lokala luftvårdsförbund. Om halterna är höga måste åtgärder för att minska dem redovisas.

Mätning krävs endast vid verifiering för silver- och guldnivån. Minst två utsatta utrymmen ska mätas under en sjudagarsperiod i färdig byggnad, efter att ventilationen har satts igång. Större byggnader eller byggnader intill trafikerad väg kräver fler mätpunkter.

Betong med luftrenande egenskaper

Flera av Sveriges städer har idag problem med för höga halter av kväveoxider i luften. Detta är ett problem eftersom det innebär en hälsorisk för de som bor och vistas där. Ny teknik där betongytor förses med ett pigment med fotokatalytiska egenskaper möjliggör att sänka halterna av kväveoxider i luften intill trafikerade områden. Mindre kväveoxider i utomhusluften i utsatta områden kan också vara positivt för halterna inomhus i närbelägna byggnader.

Kväveoxider

Kväveoxider (NOx), som bildas vid alla typer av förbränning, bidrar bl.a. till försurning och övergödning. De största mängderna kommer från trafiken, och kan i tätbebyggda områden öka risken för bl.a. luftvägsinfektioner.

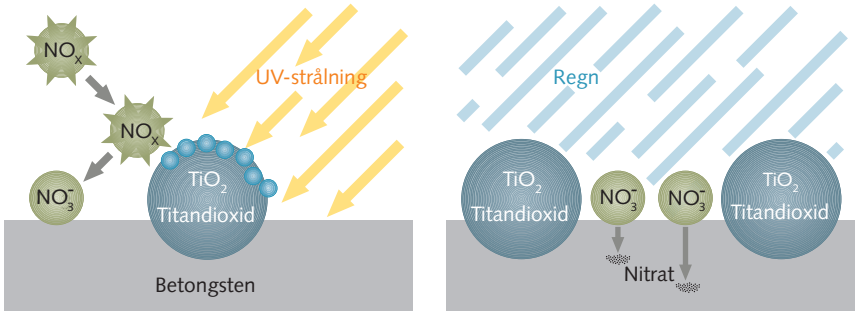
De högsta tillåtna halterna av luftföroreningar anges i miljökvalitetsnormer. För kvävedioxid (NO2) är högsta tillåtna koncentration för närvarande 40 µg/m3 (årsmedelvärde) samt ett timmedelvärde på 90 µg/m3 som får överskridas max 175 timmar per år. I Sverige har flera av våra större städer problem med att gränsvärdena överskrids.

Betong med luftrenande egenskaper – så fungerar det

För att tillverka en betong med luftrengörande egenskaper så blandas ett pigment in i betongens ytskikt. Pigmentet innehåller en speciell typ av titandioxid som har fotokatalytiska egenskaper och som reagerar med luftens kväveoxider i kontakt med ultraviolett ljus (dagsljus eller ljus från vanliga UV-lampor). Resultatet blir att kväveoxider (och organiska partiklar) ombildas till koldioxid och salter som sköljs bort av regnvatten. De salter som bildas är i små koncentrationer och utgör inget problem för mark, vatten eller växtlighet. Eftersom processen förutsätter UV-ljus är den luftrenande effekten störst vid soligt väder, men mätningar har även påvisat en effekt då solen inte skiner. Den fotokatalytiska reaktionen kan upprepas utan att titandioxiden förbrukas. Om betongytan hålls ren kan effekten fortgå under hela dess livslängd.

Internationellt har luftrenande betong använts under många år. Tekniken har t.ex. funnits i Japan i 15 år. I Sverige har man forskat och utvecklat tekniken sedan 2005 och idag finns kommersiella produkter på marknaden [1].

Titandioxid med fotokatalytisk förmåga baseras på nanoteknik som karakteriseras av att man använder partiklar i nanostorlek. Hälsorisken



Figur 14. Pigment med fotokatalytiska egenskaper omvandlar kväveoxider till koldioxid och nitrater.

för människor som utsätts för partiklar i nanostorlek är inte klarlagd vilket har debatterats i olika sammanhang där produkter förekommer och som baseras på nanoteknik. Det är viktigt att poängtera att nanopartiklar inte förekommer i betongen eftersom de titandioxidpartiklar som används fästs på cementkornen och bildar större agglomerat. Försök utförda av Statens väg- och transportforskningsinstitut har också visat att när betong slits (t.ex. en vägbana) och man analyserar partiklarna som bildas, så finns titandioxiden kvar i betongstrukturen.

Mätningar av betongens luftrenande egenskaper

Den NOx-nedbrytande effekten har undersökts både genom mätningar i laboratorieförsök och i fältmiljöer. Resultaten visar på att fotokatalytisk titandioxid applicerade på betongytor, minskar halterna av kväveoxider i luften [2, 3 och 4]. I Malmö utfördes mätningar på betongplattor som innehöll titandioxid med fotokatalytiska egenskaper. Betongplattorna var placerade på en trottoar (ca 250 m2) intill en hårt trafikerad gata [5]. Plattornas luftrenande förmåga mättes mellan september 2009 och april 2010. Trots att provytan var liten visade mätningarna att NOx-haltens minskning motsvarade utsläppen från 2000 bilar per dygn [5].

Försök i Bergamo har visat att halterna av kväveoxider i stadsmiljön har

Figur 15. Försök från Amiralsgatan i Malmö där en del av trottoaren försågs med marksten innehållande TiOmix i ytan visade minskade halter av kväveoxider motvarande 2000 fordon per dygn.

minskat med 50 % i genomsnitt [2]. I Antwerpen utfördes försök där man såg en minskning av NOx-halten med 20–25 % för en yta på 10 000 m2 [6].

Genomförda försök visar på att den luftrengörande effekten finns och att tekniken fungerar i verkliga miljöer. Storleken på NOx-reduktionen har visat sig variera beroende på olika faktorer, t.ex. hur titandioxid appliceras på betongytan, rådande väderleksförhållanden, skötsel av betongytan mm.

Om kväveoxider i utomhusluften kan minskas är detta naturligtvis positivt även för luftkvaliteten i de byggnader som ligger nära trafikerade miljöer. Att utnyttja betong med luftrenande egenskaper för att förbättra luftkvaliteten i stadsmiljöer är en möjlighet som bör utredas och provas ytterligare.

Användningsområden

Betong med luftrenande och självrengörande egenskaper har många användningsområden, t.ex.:

- Plattor och marksten
- Fasadelement
- Puts
- Takpannor
- Parkeringshus
- Tunnlar (element eller sprutbetong)
- Skyddsbarriärer (bullerskydd, insynsskydd)

Figur 16. Biltema har valt betongfasader med fotokatalytiska egenskaper.

Referenser

1. Cementa (2012). TiOmix S/TiOmix N. Produktblad. www.cementa.se.
2. Italcement, TX Active – The Photocatalytic Active Principle. Technical Report, Italcement.
3. Peterson, Ö; Nilsson, Å; Janz, M; Hedlund, H (2009). Fotokatalytisk Betong. SBUF rapport.
4. PICADA-projektets webbplats: www.picada-project.com
5. Malmö Stad (2010) Utvärdering av försöket med plattor med fotokatalytisk titandioxid på Amiralsgatan i Malmö. Rapport Miljöförvaltningen
6. Beeldens, A. An environmental friendly solution for air purification and self-cleaning effect: the application of TIO2 as photocatalyst in concrete. Belgian Road Research Centre, Brussels, Belgium.

Innemiljö – Fuktsäkerhet

Syfte

Att premiera byggnader som projekteras, byggs och förvaltas så att risken för framtida fukt- och vattenskador minskar.

Krav

Obs! Här följer en sammanfattning av kraven. För fullständig information, läs manualen för Miljöbyggnad.

Vid nybyggnation krävs åtgärder som motverkar fuktproblem.

- *För betyget brons krävs att byggnaden fuktsäkerhetsprojekteras enligt BBR [1].*
- *För silver krävs att brons är uppnått, att branschregler för våtrum följs och att fuktsäkerhetsprojektering utförs enligt Bygga F [2] eller motsvarande. Fuktmätningar i betong enligt RBK ska också utföras [3].*
- *guld krävs att silver är uppnått och att man utsett en fuktsäkerhetsansvarig och en diplomerad fuktsakkunnig i projektet. Dessutom krävs en enkät som visar att högst 10% av brukarna upplever hälsobesvär eller mögellukt.*

Befintliga byggnader kan erhålla en bra klassning om fuktskador inte förekommer, samt vid konstruktioner med låg risk för fuktskador.

Mer information hittas i Bygga F och hos RBK: www.fuktcentrum.lth.se och www.rbk.nu.

Fuktsäkert betongbyggande

Betong kan tillverkas i en kvalitet som gör att den i praktiken blir helt vattentät. Detta i kombination med att betong är fukttåligt gör det till ett säkert material ur fuktsynpunkt. Betongens fuktbeständighet gör den dessutom lämplig för användning i t.ex. vattentorn, bassänger och avloppssystem. Problem kan bara uppstå om fuktig betong kommer i kontakt med ett annat byggmaterial som är fuktkänsligt. Idag finns metoder och verktyg för att mäta och påskynda betongens uttorkningsförlopp så att skador kan undvikas.

Fuktskador i byggnader

En byggnad utsätts kontinuerligt för fukt; nederbörd, vätska i kök och badrum och vattenånga i rumsluften. Fukt i sig är inte skadligt, men i för stora mängder och på fel ställen kan den medföra fuktskador och olägenheter. Exempelvis tillväxt av mögel på organiska material, som i sin tur kan leda till hälsorelaterade besvär. Fukt kan också leda till emissioner och försämrad beständighet hos material. Problemet med fuktskador är omfattande. Studier visar att 9 % av lägenheterna och 15 % av småhusen har haft en fukt- eller vattenskada. Boverkets Byggregler säger att ”Byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, elak lukt eller hygieniska olägenheter och mikrobiell tillväxt som kan påverka människors hälsa” [1].

Betong är fuktsäkert

Betongens struktur avgör dess fuktegenskaper. Det fina porsystemet styr förmågan att ta upp och avge vatten. När det gäller fuktegenskaper är det lämpligt att skilja mellan den nygjutna betongens byggfukt och fukt som tillförs från omgivningen, t.ex. genom regn eller läckage från en vattenledning i en byggnad.

Figur 17. Betong är fuktbeständigt och lämpar sig därför väl som material i extremt fuktutsatta konstruktioner såsom broar och vattenkraftsdammar.

Vid tillverkning av betong tillförs vatten, ballast och cement. En del av vattnet binds kemiskt när betongen härdar, och är sedan bundet under hela konstruktionens livslängd. Vattnet som inte binds måste torkas ut till en nivå där andra material inte tar skada vid kontakt (t.ex. parkettgolv). Uttorkningstiden styrs av flera faktorer, t.ex. betongens tjocklek, vct/vbt, cementtyp, metod för efterbehandling och torkklimat. Därför kan uttorkningstiden för normal husbyggnadsbetong variera från tre månader upp till mer än ett år.

Vid mögelbildning i ett nybyggt hus är byggfukt ofta orsaken. I en betongstomme är risken obetydlig. Dels för att betongen inledningsvis har en hög alkalitet (som gör att mögel inte trivs), dels för att organiska material förekommer i liten omfattning. Problem kan uppstå om andra fuktkänsliga material appliceras innan betongen hunnit torka ut tillräckligt. Det är viktigt att först kontrollera betongens fuktnivå. Information om högsta tillåtna relativa fuktighet för fuktkänsliga material ska lämnas av tillverkaren. Information om vanligt förekommande material finns även i AMA Hus 11.

Uttorkning av platsgjutna betongkonstruktioner

Med hjälp av beräkningsprogram, t.ex. TorkaS 3.0, kan uttorkningsförloppet styras så att produktionsprocessen kan optimeras och problem med byggfukt undvikas [4]. Beräkningen ska ses som en prognos och bör alltid kompletteras med en fuktmätning före applicering av ytskikt.

Det finns även vedertagna sätt att minska mängden fukt i betongen och därmed förkorta uttorkningsprocessen, t.ex. genom att välja en betong med lågt vattencementtal. Med ett lågt vct begränsas vattenmängden redan från början och så gott som allt vatten binds kemiskt [5,6]. Betongen blir samtidigt mycket tät, vilket minskar risken för att den tar upp vatten vid nederbörd under lagring, transport och byggskede.

För att säkra den planerade uttorkningen ytterligare bör betongen skyddas mot tillkommande fukt, inte minst när den är nygjuten. Moderna väderskydd håller nederbörd borta och underlättar ett kontrollerat torkklimat. Fukttillståndet ska kontrolleras regelbundet med mätningar av RF på standardiserat mätdjup, enligt RBK:s anvisningar.

Uttorkning av prefabricerade betongelement

Betongelement tillverkas ofta med lågt vattencementtal. Det ger kort uttorkningstid och begränsar benägenheten att ta upp vatten vid nederbörd [7]. Elementmontering innebär också en tät byggnad på kort tid. Tiden för möjlig exponering för nederbörd minskar och skapar ett kontrollerat uttorkningsklimat.

I byggnader med håldäckselement kan vatten tränga in i kanalerna. Det är viktigt att samtliga kanaler i håldäckselementen dräneras med hål underifrån i kanalernas lågpunkter.

Vattencementtal (vct) och vattenbindemedelstal (vbt)

Vct anger viktförhållandet mellan vatten och cement i betongblandningen. När tillsatsmaterial (t.ex. slagg eller flygaska) även förekommer som bindemedel används begreppet vbt.

Ju lägre vbt (eller vct), desto mindre vatten innehåller betongen. Vid ett vbt på ca 0,38 förbrukas i princip allt blandningsvatten vid de kemiska reaktionerna med cementet. Betong med vbt mellan ca 0,32 och 0,38 kallas snabbtorkande betong. Den är mycket tät och påverkas väldigt lite av yttre fukt. Mätningar visar att snabbtorkande betong kan nå 85 % RF efter 4–15 veckor [6].

Betong med vbt lägre än 0,32 kallas självtorkande betong. Den innehåller ännu mindre fukt och är så tät att vatten inte tränger in alls. En uttorkning till 85 % RF kan nås efter 2–10 veckor [6].

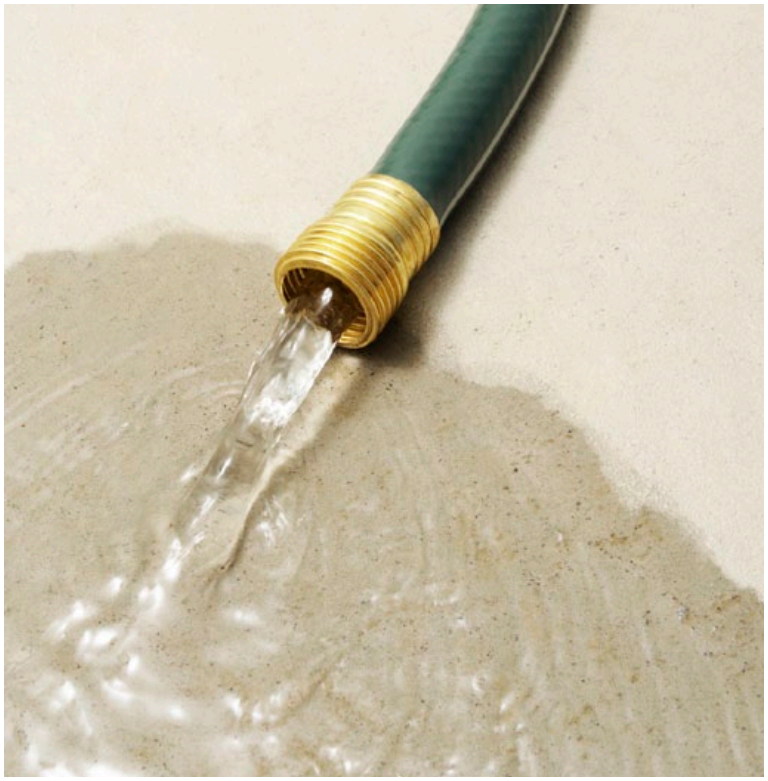
Ett lägre vbt påverkar även andra egenskaper hos betongen. Bl.a. blir hållfastheten högre, vilket kan utnyttjas för att minska armeringsmängden. Däremot krävs ofta ökad mängd sprickarmering. Eftersom tätheten ökar vid lågt vbt blir betongen också beständig och slitstark. Ett lägre vct innebär normalt en ökad cementhalt vilket leder till ökade koldioxidutsläpp.

Betonghusets fuktmotstånd under brukstiden

Följande källor kan orsaka höga fukthalter i betong:

- Vatten tillfört under byggnadens användning, t.ex. vid läckage. Eftersom betong inte möglar skadas den inte – den bibehåller sina egenskaper oavsett hur fuktig den är och behöver inte bytas ut. Uttorkning är det enda som behövs. Problem kan däremot uppstå i fuktkänsliga material i kontakt med fuktig betong.
- Vatten tillfört utifrån av regn och blåst. Risken är liten, både för betongelement och platsgjuten betong. En byggnad med betong i ytterväggg och takbjälklag är robust och tät mot luft och fukt.
- Vatten som tillförs från en permanent källa, t.ex. fukt från mark. Det finns olika principer för dränering och kapillärbrytning med hjälp av fuktskydd [8, 9, 10].

Den hårdnade betongens porsystem gör att fukt lätt sugs upp. Om omgivningens fuktnivå ökar tar betongen upp fukt, och om nivån minskar avger den fukt. Vid utbytet sker en viss rörelse. Den är liten i jämförelse med många andra byggmaterial [11].



Figur 18. Byggdelar av betong är robusta för oönskade händelser, t.ex. vattenläckage.

Tips

Betongens uttorkningstid påverkas av många faktorer. En fuktdimensionering är till stor hjälp när det gäller att kontrollera och påskynda uttorkningen för att undvika fuktproblem. Här är några tips:

- Flera beräkningsprogram för fuktdimensionering finns. Ett exempel är TorkaS 3.0 [4]. Med programmen kan uttorkningstiden beräknas. Betongkvalitet och produktionsmetod kan också väljas baserat på specificerad uttorkningstid.
- Välj en robust lösning där fuktkänsliga material inte kommer i kontakt med betongen.
- Välj en snabbtorkande eller självtorkande betong som har låg vattenhalt från början.
- Skydda från nederbörd och annan fukt under byggtiden.
- Kontrollmät fuktnivån innan ytskikt såsom matta eller parkett appliceras. Det är viktigt att mätningen utförs med en tillförlitlig metod och av kompetent personal. I AMA Hus 11 hänvisas till ”Mätning av fukt i betong YSC.121 Kontroll av relativ fuktig¬het (RF) i undergolv”. För att säkerställa erforderlig kompetens har RBK upprättat ett system för RF-mätning i betong; RBK-auktoriserad fuktkontrollant – betong [3, 12].

Referenser

1. Boverket (2011). Boverkets Byggregler, BBR 18 kapitel 6:5 Fukt. Internet: www.boverket.se.
2. Fuktcentrum (2012). ByggaF-metoden, Fuktcentrum, Lunds Tekniska Högskola. Internet: www.fuktcentrum.lth.se.
3. Rådet för Byggkompetens (2012). Internet: www.rbk.nu.
4. Fuktcentrum (2012). TorkaS 3.0, Datorprogram för fuktdimensionering av betongkonstruktioner, Fuktcentrum, Lunds Tekniska Högskola. Internet: www.fuktcentrum.lth.se.
5. Svensk Betong (2012). Bygga platsgjutet, Internet: www.svenskbetong.se.
6. Svenska Betongföreningen (1997). Betong för sunda golv – fuktdimensionering, materialval, produktion, Betongrapport nr 6.
7. Svensk Betong (2012). Bygga med prefab, Internet: www.svenskbetong.se.
8. SP (2012). Fuktsäkra byggnader, Internet: www.fuktsakerhet.se.
9. Boverket (2003). Skydda ditt hus mot fuktskador - En kunskapsöversikt vid nybyggnad, Handbok Boverket, 2003.
10. Svensk Byggtjänst (2012). Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten AMA Hus 11, Svensk Byggtjänst.
11. Gillberg, B. m.fl. (1999). Betong och miljö – Fakta från Betongforum, Svensk Byggtjänst.
12. Rapp, T. (2011). Fuktmätning i betong, AMA-nytt Hus 2/2011.

Innemiljö – Termiskt klimat vinter

Syfte

Premiera byggnader med liten risk för termiska komfortproblem vintertid.

Krav

Kravet är formulerat på två sätt. Det första innebär en redovisning av transmissionsfaktorn som med en enkel beräkning definieras utifrån förhållandet mellan golvytan och fönsterytan i ett rum samt glasets U-värde. Denna metod är endast rekommenderad för småhus och finns beskriven i Miljöbyggnads manual. Det andra alternativet är att utgå från PPD-index . PPD är ett mått på förväntad andel missnöjda och används för att värdera inneklimatet (metoden beskrivs utförligt nedan). Detta simuleras i datorprogram som TeknoSim, ProClim, IDA Ice eller motsvarande. För Brons ska max 20 % vara missnöjda. För Silver ska max 15 % vara missnöjda och för Guld ska max 10 % vara missnöjda.

För Guld ska det dessutom visas i en enkätundersökning att minst 80 % av brukarna anser det termiska klimatet vintertid vara bra eller acceptabelt.

Inverkan av tunga betongkonstruktioner

Figur 19. Med en betongstomme fås ett jämnt och behaglig inneklimat även vid köldknäppar.

Vilket termiskt klimat det slutligen blir i en byggnad beror av en kombination av egenskaper som värmelagringskapacitet, personer och interna laster, transmissionsförluster, byggnadens täthet, ventilationssystem, solinstrålning och typ av värme- och eventuellt kylsystem. Dessa egenskaper och även byggnadens utformning och placering måste balanseras och bedömas tillsammans.

I dag har byggnader välisolerade väggar, fönster och dörrar vilket gör att ytterväggar och vindsbjälklag får homogena yttemperaturer. Inverkan av köldbryggor hanteras och minimeras i moderna beräkningsprogram. Genom täthetsprovning i tidiga stadier finns det stora möjligheter att minimera luftläckaget till mycket låga nivåer innan byggnaden är färdig. Man bör vara extra noggrann vid anslutningsdetaljer som exempelvis genomföringar och anslutningar mot fönster och dörrar. Även luftläckaget hanteras i beräkningsprogrammet.

För att få ett behagligt inneklimat behöver äldre byggnader värmas och ibland kylas. I modernare byggnader försöker man minimera energianvändningen till detta, vilket faktiskt ofta ger ett bättre inneklimat. En förutsättning för att detta ska gå att genomföra är att innetemperaturen får variera något i samspel med utetemperaturen. Detta innebär en energibesparing och bygger delvis på det faktum att vi har mer kläder på oss vintertid och anpassar oss till värmen sommartid.

Hur man bygger för god komfort

Samma bedömningsmetod i certifieringssystemen

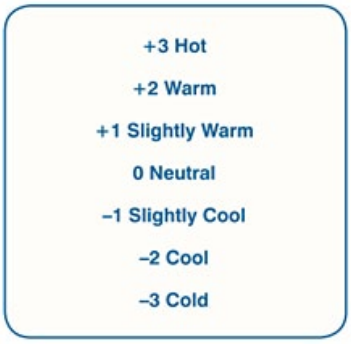
Certifieringssystemen Miljöbyggnad, LEED och BREEAM använder sig av samma bedömningsmetoder för termiskt klimat framtagna av den danske professorn Ole Fanger på 70-talet.

När man mäter och bedömer inomhusklimat är det därför viktigt att komma ihåg att vi inte bara upplever olika ”lufttemperaturer”, utan framförallt förändringar i värmeflödet till och från kroppen. Det är därför som det är extra viktigt att lägga stor vikt på klimatskärmens utförande för att minska behovet av energikrävande installationer både sommar och vinter. Klimatupplevelsen påverkas därför huvudsakligen av följande sex faktorer:

- Lufttemperaturer
- Strålningstemperaturer
- Luftrörelser
- Luftfuktighet
- Aktivitetsnivå
- Isolering från kläder

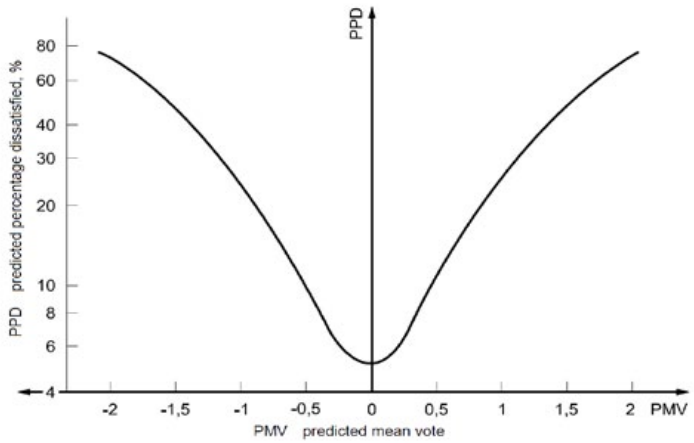
Påverkan av dessa faktorer är inte lika och det är inte tillräckligt att bara mäta en av dem för att göra en bedömning, man måste känna till samtliga. Många personer blandar till exempel ihop upplevelser av drag med strålningsförluster till kalla ytor som exempelvis fönster vintertid. De flesta känner också till att om man har vissa sjukdomar kan de utgöra en ytterligare faktor som gör att man upplever omgivningen annorlunda.

För att fastställa sambandet mellan dessa sex faktorer har forskare genomfört tusentals försök där man varierat en eller flera av faktorerna och samtidigt frågat personerna om de upplever komfort eller inte. Försöken har utförts över hela världen och ingen skillnad i upplevelse har noterats beroende på kön, ålder, ursprung eller geografisk placering på jordklotet. Däremot har skillnader märkts mellan människor med samma förutsättningar. Genom dessa försök har man kunna ta fram ett viktigt samband, den så kallade komfortekvationen. Den danske professorn Ole Fanger kopplade 1970 komfortekvationen till ett lättbegripligt så kallat index som han kallade ”Bedömt medelutlåtande” (Predicted Mean Vote) eller kort och gott PMV.



Figur 20. ”Medelupplevelsen” PMV (ASHRAE 55 och ISO 7730).

PMV ger ett medelvärde på hur en stor grupp människor skulle svara att de upplever ett visst klimat. PMV skalan består av 7 olika nivåer som går från – 3 som är kallt till + 3 som är varmt via 0 som betecknar ett neutralt komfortabelt klimat (figur 20). För att kunna bedöma hur många som är missnöjda med ett visst klimat tog professor Fanger också fram sambandet mellan ”Antal missnöjda” PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) och PMV. Vad man bör notera är att PPD 10 % motsvarar PMV mellan plus och minus 0,5 samt att missnöjdhetskurvan aldrig går under 5 % (figur 21).



Figur 21. Förhållandet mellan ”Antal missnöjda” PPD och PMV (ASHRAE 55 och ISO 7730).

Ekvationen beskriver sambandet mellan de ovan nämnda sex faktorerna och komfortupplevelsen från en medelperson. De fyra första faktorerna kan mätas med olika välkända givare för temperatur, lufthastighet och fukt. De två senare, aktivitet och isolering, finns tabellerade i bl.a. svenska standarder och böcker, se referens [1] nedan.

Sambandet avslöjar att temperaturen på omgivande ytor, i till exempel ett rum, har stor betydelse för klimatupplevelsen. Bara en grads förändring på omgivande ytor har under många förhållanden lika stor betydelse som en grads förändring i lufttemperaturen. Detta faktum brukar man själv uppleva om man kommer till en stuga där värmen nyligen slagits på. Det känns kallt, trots att lufttemperaturen visar 22 grader, eftersom omgivande väggar, golv och tak inte har hunnit värmas upp till samma temperatur. Man kan även utläsa ur komfortekvationen att luftfuktigheten har mindre betydelse för komfortupplevelsen inom normala intervall på 30 till 70 % relativfuktighet.

Människokroppens värmeproduktion kan liknas vid en motor vars frigjorda energi och värme delvis beror av den muskelaktivitet vi för tillfället har. Naturligtvis har vi även en viss värmeproduktion även utan muskelaktivitet, den kommer bl.a. från hjärtverksamhet, andning och matsmältning och kallas basalmetabolism. Vi avger cirka 100W när vi sitter stilla, när vi sover till och med något mindre, cirka 80W (0,8 Met).

Kläderna reducerar värmeavgivningen från människokroppen, precis som väggarna på ett hus, det är därför man vill veta hur mycket olika klädeskombinationer isolerar. Beklädnadsisolationen mäts i enheten Clo, som kommer från engelskans ”clothing”. En person klädd i en vanlig affärskostym har ungefär 1 Clo på sig och en naken person har naturligtvis 0 Clo på sig.

Koppling mellan olika internationella standarder och till svenska riktlinjer och byggregler

Grunden för metoden PMV-PPD finns beskriven i SS-EN ISO 7730:2005 vilken även inkluderar indata för hur mycket kläder man ska räkna med vid respektive aktivitetsnivå. Mer indata gällande luftkvalitet, termiskt klimat, ljus och buller ges i SS-EN 15251:2007 vilken alltså bygger vidare på ISO 7730.

I den så kallade R1:an, från Förlag AB VVS, ”Klassindelade Inneklimatsystem, Riktlinjer och specifikationer” får man hjälp med att välja riktiga nivåer för både vinter och sommarklädsel och aktiviteter. Skriften följer helt den svenska, europeiska och internationella standarden SS-EN ISO 7730. Det finns olika klasser för godtagbart inneklimat där TQ1 är den högsta kvaliteten. Klasserna kan användas vid specificering av krav på det termiska inneklimatet. Klassindelningen innebär att TQ1 har färre än 10 % missnöjda dvs. PPD <10%, TQ2 har en PPD på 10 % och TQ3 en PPD på 20 %. Man strävar ofta efter att lägst uppfylla TQ2, dvs. 10 % missnöjda.

I Boverkets Byggregler, BBR avsnitt 6:4 Termiskt klimat, framgår att ”Byggnader ska utformas så att tillfredsställande termiskt klimat kan erhållas”. Vistelsezonen finns även den definierad i BBR: Vistelsezonen begränsas i rummet av två horisontella plan: 0,1 respektive 2,0 meters höjd över golvet, samt vertikala plan 0,6 meter från yttervägg eller annan yttre begränsning, dock vid fönster och dörr 1,0 meter.

I SS-EN ISO 7730 finns ingen information om vistelsezoner utan det är BBR’s regler som används för bedömning i Miljöbyggnad.

Validering och mätmetoder

I bedömningskriterierna för nyproducerade byggnader står det att vid verifieringen kontrolleras att indata till inneklimatberäkningarna överensstämmer med motsvarande i färdig byggnad (dvs ny beräkning med korrigerad indata efter verkligt utförandei byggnader där indata förändrats) alternativt genomförs mätning. PMV och PPD kan mätas med olika utrustningar. Det finns ett mätinstrument som kallas komfortmeter som direkt mäter PMV och beräknar PPD. Alternativt kan man mäta de fyra ingående fysikaliska faktorerna med olika instrument och sedan använda lämpligt program för att beräkna PMV och PPD. När man beräknar PMV måste man naturligtvis använda värden på klädsel och aktivitet som passar för rummet i fråga. Nedan visas några beräkningar som är gjorda för

olika rum i ett vanligt hus med hjälp av beräkningsprogrammen nedan (se ”Program som beräknar PMV och PPD-index”). Metoden följer den svenska och europeiska standarden SS-EN ISO 15251.

Vardagsrum: Kläder 1 Clo, Luft- och strålningstemperatur 22°C, Aktivitet 1.2 Met, Lufthastighet 0,15 m/s och relativfuktighet 50 %. Ger PMV 0 dvs. komfortabelt.

Sovrum: Sovkläder, täcke och säng 3 Clo, Luft- och strålningstemperatur 18°C, Aktivitet 0,8 Met, Lufthastighet 0,1 m/s och relativfuktighet 30 %. Ger PMV + 0,1 dvs. komfortabelt på den varma sidan.

Badrum: Handduk 0,45 Clo, Luft- och strålningstemperatur 25°C, Aktivitet 1 Met, Lufthastighet 0,1 m/s och relativfuktighet 70 %. Ger PMV – 0,3 dvs. komfortabelt men något kallt. Om vi lägger bort handduken måste vi höja temperaturen till 28°C för att undvika att missnöjet stiger till 85 %.

Man kan antingen mäta samtliga ingående variabler med olika instrument typ Swema (figur 22) alternativt kan man direkt mäta PPD med uppvärmd givare typ Lumasense (figur 23).

Dessutom står det i bedömningskriterierna för nyproducerade byggnader att för GULD i flerbostadshus och lokalbyggnader krävs en undersökning som visar att minst 80 % av svarande brukare anser det termiska klimatet vintertid vara acceptabelt, bra eller mycket bra, enligt den bilaga som ingår i Miljöbyggnads enkät.

Figur 22. Separata givare från Swema (www.swema.se).

Figur 23. Uppvärmd givare (lumasenseinc.com)

Program som beräknar PMV och PPD-index

IDA ICE, IDA Indoor Climate and Energy (EQUA Simulation AB), utvecklades av Brisdata och finansierades av statliga medel samt svenska bygg- och konsultföretag. Programmet används för beräkning av byggnaders energiprestanda och effektbehov, men kan även användas för att beräkna exempelvis termiskt inomhusklimat. Programmet kan beräkna PPD- och PMV-index med hänsyn tagen till solinstrålning. IDA är ett så kallat flerzonsprogram vilket innebär att värme- och masstransport mellan flera zoner i byggnaderna kan beräknas, http://www.equa-solutions.co.uk.

IES VE-Pro (Integrated Environmental Solutions Limited) är ett program som består av en mängd moduler som utför olika typer av beräkningar och byggnadsanalyser. Det är ett BPM-program (Building Performance Modelling) som använder samma modell och information för alla typer av simuleringar, vilket gör att ingen information behöver importeras eller exporteras. Programmet kan beräkna temperaturer, komfort index (PMV och PPD) samt energianvändning och dagsljusspridning i olika typer av byggnader med endast en digital modell.

TEKNOsim (Lindab Ventilation A/S) har används för klimatsimulering sedan 1995. Chalmers Tekniska Högskola (CIT) har utvärderat programmet i olika simuleringsfall. Programmet är Windowsbaserat och golv, väggar och tak kan definieras som lätt, medeltung eller tung konstruktion om konstruktioner ej är kända. Programmet räknar med värmelagring i rummets byggnadsdelar i förhållande till belastning. All information i databasen är helt öppen för varje användare att lägga till, ändra eller ta bort objekt. Förutom att beräkna effektbehov och temperaturer så beräknar TEKNOsim även PPD-index, http://www.lindab.com.

ProClim Web (Swegon AB) är ett webbaserat program utvecklat av EQUA för Swegon för att beräkna värmebalansen i ett rum. Programmet hjälper projektören genom att beräkna kyleffekten för varje rum. Om så önskas kan du även välja produkt och beräkna den resulterande temperaturen. Programmet är gratis och körs via internet, http://www.swegon.com.

Referenser

1. SIS (2005). Ergonomi för den termiska miljön - Analytisk bestämning och bedömning av termisk komfort med hjälp av indexen PMV och PPD samt kriterier för lokal termisk komfort. Standard SS-EN ISO 7730:2005. Internet: www.sis.se
2. Forslund, J. (2012). Bästa inneklimat till lägsta energikostnad. ISBN 978-91-7333-519-5.
3. SIS (2007). Indata för konstruktion och bestämning av energiprestanda i byggnader, Standard SS-EN 15251:2007.
4. Sandin, K. (2010). Praktisk byggnadsfysik. ISBN13: 9789144059914.
5. VVS-tekniska föreningen (2002) R1. Klassindelade inneklimatsystem. Riktlinjer och specifikationer. Internet: www.siki.se.
6. Petersson, B-Å. (2009). Tillämpad byggnadsfysik, ISBN13: 9789144058177.
7. ASHRAE (2010). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ANSI/ASHRAE Standard 55-2010, Internet: www.ashrae.org.
8. Lumasense (2012). Calculation of PMV based on Equivalent Temperature. Internet: http://www.lumasenseinc.com/EN/products/thermal-comfort/pmv-calculation/pmv-calculation.html.

Innemiljö – Termiskt klimat sommar

Syfte

Premiera byggnader med liten risk för termiska komfortproblem sommartid.

Krav

Kravet är formulerat på två sätt. Det första innebär en redovisning av solvärmefaktorn som med en enkel beräkning definieras utifrån förhållandet mellan golvytan och fönsterytan i ett rum samt glasets solfaktorer. Denna metod är endast rekommenderad för småhus. Det andra alternativet är att utgå från PPD-index. PPD är ett mått på förväntad andel missnöjda och används för att värdera inneklimatet. Detta simuleras i datorprogram som TeknoSim, ProClim, IDA Ice eller motsvarande. För Brons ska max 20 % vara missnöjda. För Silver ska max 15 % vara missnöjda och för Guld ska max 10 % vara missnöjda.

För bostäder och skolor måste det finnas öppningsbara fönster för samtliga betyg. För Guld ska det visas i en enkätundersökning att minst 80 % av brukarna anser det termiska klimatet sommartid vara bra eller acceptabelt.

Figur 24. Med en betongstomme kan höga temperaturer inomhus undvikas genom att överskottsenergin lagras i stommen och avges när temperaturen sjunker under natten. På så vis fås ett jämnare och behagligare inneklimat även under sommarperioden.

Inverkan av tunga konstruktioner

De bedömningsprinciper och de tekniska egenskaperna är identiska med det som redan finns beskrivet i avsnittet om ”Termiskt klimat vinter”. Därför gäller hela denna text även för detta avsnitt.

Material – Utfasning av farliga ämnen

Syfte

Att inte bygga in produkter som innehåller ämnen med farliga egenskaper.

Krav

Observera att här ges enbart en sammanfattning av kraven. För att få en fullständig information måste manualen för Miljöbyggnad läsas.

Kravet omfattar de flesta byggprodukter med undantag för installationer. Använda byggprodukter ska inte innehålla så kallade utfasningsämnen enligt Kemikalieinspektionens definition. För att erhålla Guld får inga utfasningsämnen förekomma. För Silver får utfasningsämnen förekomma i mindre omfattning och då dokumenterade på en avvikelselista. Brons ges om dokumentation saknas.

Som underlag för bedömning används Byggvarudeklarationer (BVD3). BASTA-registrerade produkter kan också användas som underlag vid bedömning [1].

Det finns också andra kommersiella databaser, t.ex. Byggvarubedömningen [2] eller SundaHus [3] att tillgå. Det bör dock noteras att databaserna Byggvarubedömningen och Sunda Hus kan ge sämre betyg för en byggvara om det saknas viss information från tillverkaren. Var därför uppmärksam på orsaken till klassningen av en specifik byggvara.

Definition av utfasningsämnen

Utfasningsämnen är ämnen med så allvarliga egenskaper att de inte bör användas. Exempel på ämnen som omfattas av Kemikalieinspektionens kriterier för utfasningsämnen är de som har cancerframkallande, mutagena, toxiska, ozonförstörande egenskaper.

Betong – ett naturligt material

Betong består av ballast (sten, grus och sand), cement och vatten. Dessutom ingår mycket små mängder tillsatsmedel som förbättrar betongens egenskaper, till exempel beständighet och gjutegenskaper, men som även begränsar betongens miljöpåverkan i form av CO2-emissioner.

Mineraliska tillsatsmaterial och filler kan ingå i vissa cementtyper eller ersätta viss del cement vid tillverkningen av betongen. På så sätt kan man anpassa betongens egenskaper för specifika applikationer och även minska CO2-påverkan.
Varken tillsatsmedlen eller tillsatsmaterialen påverkar betongens innehåll av utfasningsämnen.

Betong är vår tids mest använda byggnadsmaterial och den består nästan helt av naturliga råvaror [5]. Betong består nämligen till cirka 80 procent av grus, sand och sten. Resten utgörs främst av vatten (6 procent) och cement (14 procent) som i sin tur huvudsakligen tillverkas av kalksten.

När betongen blandas sker en kemisk reaktion som gör att blandningen efter en stund hårdnar. I den färska betongen bildas alkaliska reaktionsprodukter som gör att den färska betongen klassas som Xi irriterande. All kontakt med hud ska därför undvikas vid hanteringen av den färska betongen. När betongen hårdnat har massan övergått till fast struktur och är inte längre skadlig att komma i kontakt med. Hårdnad betong är inte klassad som hälso- eller miljöfarlig.

Mineraliska tillsatsmaterial och filler kan ingå i vissa cementtyper eller ersätta viss del cement vid tillverkningen av betongen. På så sätt kan man anpassa betongens egenskaper för specifika applikationer och även minska CO2-påverkan. Utöver dessa beståndsdelar kan tillsatsmedel tillsättas i mindre doser för att förbättra betongens egenskaper.

Figur 25. Betong består till 80% av sten, grus och sand. Kalksten är den huvudsakliga råvara som används för att tillverka cement.

Material
Utfasning av farliga ämnen

De allra flesta tillsatsmedlen på marknaden består i dag av naturprodukter och dessa innehåller inga ämnen som klassas som farliga för hälsa eller miljö. Genom den information och fakta som via BASTA-registret, säkerhetsdatablad samt byggvarudeklarationer (BVD3) lämnas av tillsatsmedelstillverkaren, kan användaren försäkra sig om att produkterna inte innehåller ämnen med farliga egenskaper.

I husbyggnadsbetong används normalt flyttillsatsmedel. I genomsnitt går det åt cirka 1 kg koncentrerat betongtillsatsmedel till 1m3 (=2300 kg) betong, dvs. cirka 0,04 procent av betongens vikt. Dagens flytmedel är ofta baserade på modifierad polykarboxylat, ett ämne som inte är klassat som farligt för människa eller miljö.

Mätningar visar att tillsatsmedlen inte ger några emissioner till inomhusmiljön och det finns inget skadefall från så kallade ”sjuka hus” där problemen kommit från betongtillsatsmedlen. Tester har även utförts för att utreda risken för urlakning av tillsatsmedel ur betong [6, 7]. Resultaten har visat att urlakningen ur deponerad betong är så låg att den knappt är mätbar. Ingående ämnens farlighet är dessutom låg vilket gör att risken för skador på miljön bedöms som mycket liten.

Figur 26. Betong innehåller naturliga råvaror och avger därför inga emissioner som kan påverka människors hälsa och välbefinnande.

Tillsatsmedel ger längre livslängd och bättre arbetsmiljö

Tillsatsmedel består av vattenlösningar av kemiska substanser som förbättrar betongens egenskaper och ger produktionstekniska, funktionsmässiga, ekonomiska och miljömässiga fördelar. Utan tillsatsmedel i betong skulle den moderna, tekniskt avancerade byggteknik som används idag, inte vara möjlig. Det finns många olika typer av betongtillsatsmedel. De vanligaste är flytmedel, vattenreducererare, luftporbildare, retarder och accelerator [6].

Arbetsmiljö

Med hjälp av flyttillsatsmedel kan betongen göras självkompakterande vilket betyder att den flyter ut helt av sig själv. Tunga arbetsmomentet med hantering och vibrering kan uteslutas samtidigt som bullernivån minskar betydligt.

Hållbarhet och livslängd

Med hjälp av luftporbildande tillsatsmedel kan betongen göras frostbeständig, vilket avsevärt ökar livslängden hos frostutsatta utomhuskonstruktioner [10].

Med flyttillsatsmedel kan cementkornen i betongblandningen dispergeras bättre, vilket gör att cementet utnyttjas effektivare. Därmed kan man minska mängden cement, vilket är positivt, eftersom cementtillverkningen både är energikrävande och ger upphov till koldioxidutsläpp.

Få materialtyper

Betong gör det möjligt att med få andra material, till exempel isolering, skapa vägg- och bjälklagskonstruktioner som uppfyller alla de krav som ställs på en byggnad - inte minst när det gäller energiförbrukning – men även t ex säkerhet mot fukt och brand. Att konstruktionsdelarna innehåller ett fåtal materialtyper gör det enkelt att påvisa att det inte förekommer ämnen med farliga egenskaper.

Tips

Betong består nästan helt och hållet av naturliga material och innehåller inga ämnen med farliga egenskaper. För att verifiera betongprodukternas innehåll av ämnen och därmed kunna uppfylla krav som ställs enligt Miljöbyggnad rekommenderas följande:

- Kontrollera om Byggvarudeklaration BVD3 enligt Kretsloppsrådets anvisningar finns. De flesta betongtillverkarna har en gemensam byggvarudeklaration för färsk och hårdnad betong som följer Kretsloppsrådets anvisningar för byggvarudeklarationer (BVD3). För mer detaljerad information om ämnen som ingår i ett specifikt tillsatsmedel hänvisas till tillsatsmedelstillverkarens hemsidor [11, 12, 13, 14].

- Kontrollera om produkten finns registrerad hos BASTA, se www.bastaonline.se

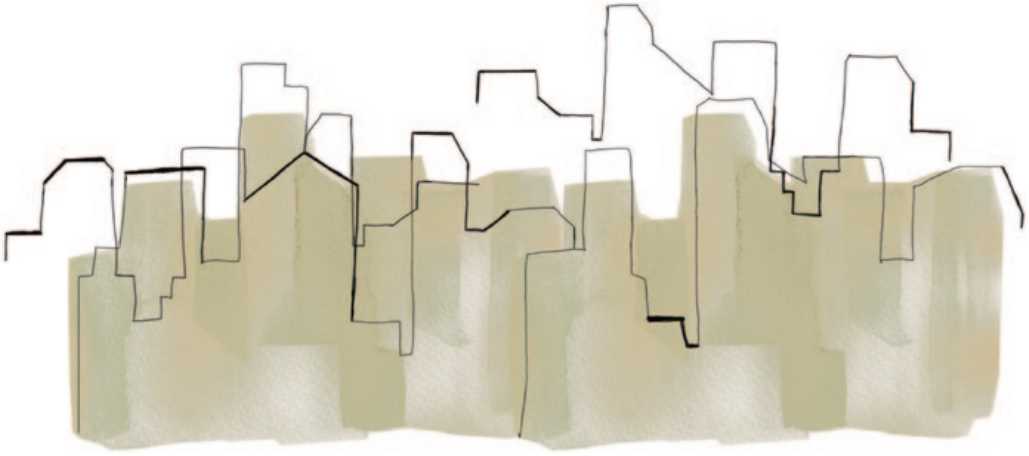
- Det finns även kommersiella databaser som kan användas, t.ex. Byggvarubedömningen (www.byggvarubedömningen) eller Sunda Hus (www.sundahus.se). Om dessa används - tänk då på att en byggvara kan få sämre betyg om det saknas viss information från tillverkaren. Var därför uppmärksam på orsaken till klassningen av en specifik byggvara. Det förekommer också i dessa databaser att fabriksbetong får sämre betyg beroende på att den är alkalisk och klassad som irriterande i färskt tillstånd. Detta har däremot ingen som helst inverkan på den hårdnade betongens egenskaper ur hälso- eller miljösynpunkt.

- Om produkten inte är dokumenterad enligt något av ovanstående alternativ eller om information saknas, ta kontakt med tillverkaren.

Referenser

1. BASTA (2011). Internet: www.bastaonline.se.
2. Byggvarubedömningen (2011). Internet: www.byggvarubedömningen.se.
3. Sunda Hus (2011). Internet: www.sundahus.se.
4. OEHHA (2011). Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act of 1986 Proposition 65, 2011, Office of Environmental Health Hazard Assessment, Internet: http://oehha.ca.gov.
5. Gillberg, B. m.fl. (1999). Betong och miljö. Fakta från Betongforum, Svensk Byggtjänst, 1999.
6. SACA (2011). Tillsatsmedel för betong, Swedish Association for Concrete Admixtures, Internet: www.saca.se.
7. Häner, A., Gälli, R., Schluep, M., Mäder, U., Germann, A.(2009): Mass flow ananlyses and risk analyses of two modern superplastizisers. http://www.efca.info/publications.html
8. Gälli, O.M. (1997). Assessment of the Environmental Compability of Concrete Admixtures, EFCA Report October.
9. Dransfield, J. M. (2004). Leaching admixtures from concrete. The European Association of Concrete Admixtures.
10. Svensk Byggtjänst (1994). Betonghandboken Material, utgåva 2.
11. SIKA (2011). Internet: www.sika.se.
12. BASF (2011). Internet: www.basf.se.
13. GRACE (2011). Internet: www.se.graceconstruction.com.
14. Rescon Mapei (2011). Internet: www.mapei.com.

Miljöcertifiering av byggnader blir allt vanligare som ett hjälpmedel för att styra mot ett mera hållbart byggande. De system som framför allt är aktuella i Sverige är Miljöbyggnad, GreenBuilding, BREEAM och LEED. För att certifieringssystemen ska resultera i val av hållbara lösningar och material är det viktigt att det finns kunskap om hur olika lösningar och material bidrar till att uppfylla de krav som ligger till grund för klassning enligt de olika systemen.



Svenska Betongföreningens Hållbarhetsråd har till uppgift att verka för ökad kunskapsspridning samt vidareutveckling av betongens egenskaper inom ett hållbart boende och byggande.

Hållbarhetsrådet har tagit fram fyra dokument om hur betongens egenskaper bidrar till att uppfylla kraven i certifieringssystemen. Vägledningarna, en för vart och ett av miljöcertifieringssystemen, vänder sig till alla yrkeskategorier som aktivt arbetar i nybyggnadsprojekt som ska certifieras – byggherrar, arkitekter, tekniska konsulter, entreprenörer, materialtillverkare, miljösakkunniga, experter på miljöcertifieringssystem, assessorer m.fl. Denna skrift är del 1 i denna serie vilken behandlar Miljöbyggnad.

Tryckt version beställs hos Svenska Betongföreningen:
info@betongforeningen.se
eller via: www.betongforeningen.se

Kostnadsfri PDF-version finns att hämtas här:
www.betongforeningen.se

ISBN 978-91-980098-8-0