Hållbart byggande med betong

DEL 2. Utgåva 2013-11-15

Vägledning för Energicertifiering enligt GreenBuilding

Version 5, utgåva 110617

Swedish Concrete Association
Betongföreningen

“The house of delusions is cheap to build but drafty to live in.”

A. E. Housman
Engelsk forskare och poet, 1859 - 1936

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 GreenBuilding. 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 kan bidra 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 forskning. Det saknas dock en samlad skrift om hur dessa egenskaper bidrar till att uppfylla de krav som anges i miljöcertifieringssystemen. Med denna vägledning är förhoppningen att öka kunskapen om hur betong bidrar till att uppfylla de kriterier som ligger till grund för klassning enligt certifieringssystemet GreenBuilding.

Ladda ner

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

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

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: 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).

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
GreenBuilding	7
Energianvändning	10

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.

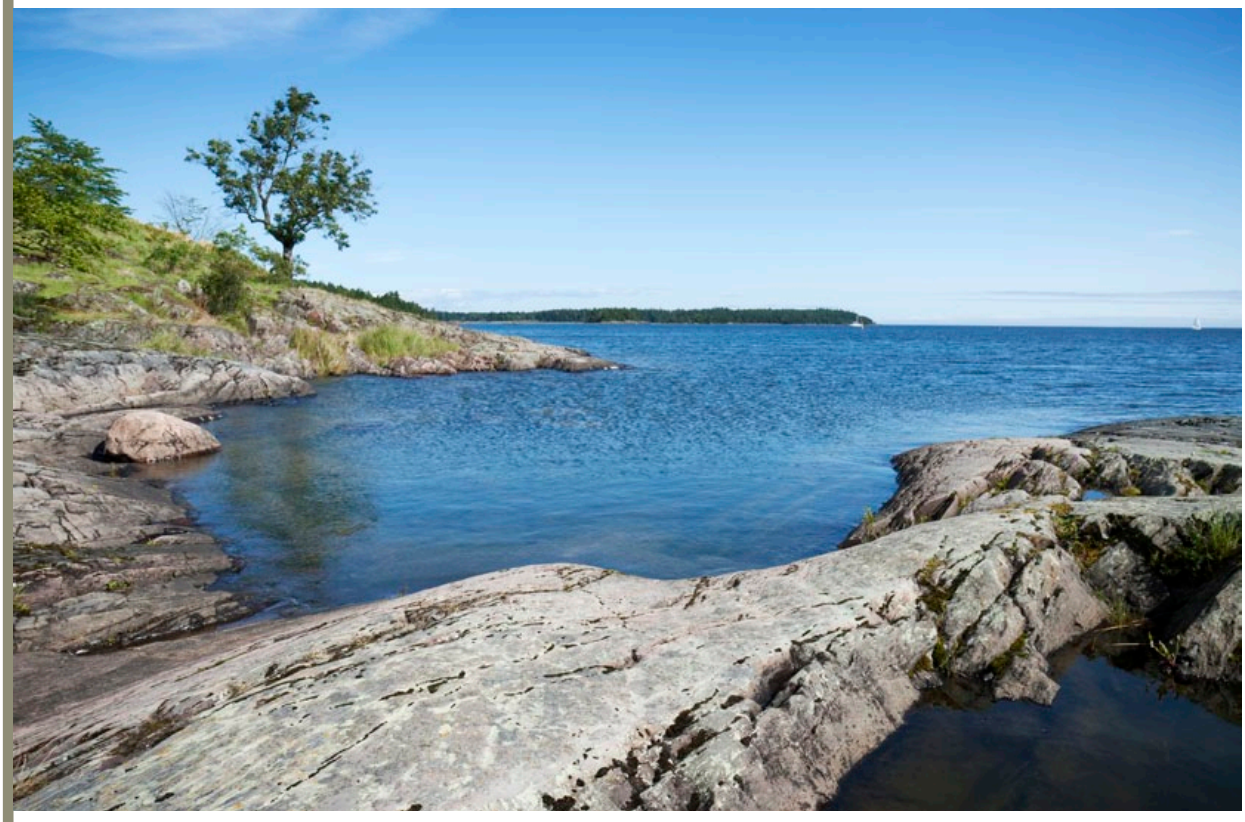
Inledning

Beskrivning av vägledningen

Denna skrift beskriver hur betong som material kan påverka betyget i en GreenBuilding-certifiering, version 5 2011-06-17.

Vägledningen beskriver hur 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.

GreenBuilding kraven som beskrivs är sammanfattande och vid en certifiering måste en för projektet giltig GreenBuilding-manual användas för en fullständig beskrivning av kriterierna.



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

GreenBuilding

GreenBuilding är ett Europeiskt Energicertifieringssystem. Det initierades 2004 och har fått stor spridning i Europa och framför allt i Sverige. GreenBuilding drivs av EU kommissionens gemensamma forskningscenter men har representanter, National contact points, i 7 europeiska länder. I Sverige var det Fastighetsägarna Sverige som startade upp GreenBuilding och lyckades på kort tid göra systemet till en välkänd symbol för grönt byggande. Sedan 2010 togs ansvaret över av Sweden Green Building Council, SGBC.

En fastighetsägare kan vara GreenBuilding-certifierad partner på byggnadsnivå med en eller flera byggnader men även på företagsnivå, Corporate Partner, och då ställs krav på fastighetsägarens hela byggnadsbestånd. 30 % av befintligt bestånd och 75 % av nyproduktionen ska leva upp till GreenBuilding´s krav. Förutom fastighetsägare kan även fastighetsutvecklare, byggföretag eller en långsiktig hyresgäst bli GreenBuilding Partner.

GreenBuilding kan användas för att certifiera nya byggnader eller renoverings- och ombyggnadsprojekt. Man kan endast certifiera hela byggnader. Certifieringen kan godkännas utifrån beräkningar i ett bygghandlingsskede innan byggnaden är färdigställd men den kan även godkännas på uppmätt energianvändning i färdig byggnad. Alla byggnader följs upp årligen så även om byggnaden godkänts på beräknade värden verifieras detta med uppmätta värden. Att kravuppfyllnaden verifieras på detta sätt är en av GreenBuildings stora fördelar. För svenska byggnader sker granskningen genom SGBC´s certifieringsråd för GreenBuilding. Det slutgiltiga beslutet tas av EU kommissionens gemensamma forskningscenter.

Det svenska intresset för GreenBuilding har varit stort och i dag finns ca 240 godkända byggnader, 54 GreenBuilding Partners och fyra GreenBuilding Corporate Partners.

Att använda GreenBuilding

GreenBuilding hanterar till skillnad från miljöcertifieringssystemen Miljöbyggnad, BREEAM och LEED, endast energianvändning i byggnader. Certifieringen gäller endast lokaler och inte bostäder. Kravet gäller dock inte endast den aktuella byggnaden utan även den sökande Partnern, oftast fastighetsägaren. Utöver kravet på minskad energianvändning ska fastighetsägaren ha ett energiledningssystem. Det innebär att en GreenBuilding certifiering gäller för en byggnad med en specifik fastighetsägare. Om byggnaden säljs måste den nya fastighetsägaren redovisa ett energiledningssystem för att byggnaden ska kunna behålla sin certifiering.

Ett energiledningssystem ska ha en energipolicy med mätbara energimål som är förankrad i högsta ledningen . Det behövs en tydlig ansvarsfördelning för att systemet ska kunna implementeras effektivt. Efter en energiinventering tas en åtgärdsplan fram för att kunna nå de uppsatta målen. Policyn och målen ska följas upp årligen och vid behov revideras.

För befintliga byggnader ska energianvändningen minska med 25 % under en femårsperiod och för nya byggnader ska energianvändningen över året vara 25 % lägre än kraven i Boverkets Byggreglers, BBRs, energikapitel. För att ansökan ska kunna godkännas måste det finnas tillräckligt underlag för att bevisa att kraven uppfylls. Ett första steg i ansökningsprocessen är att säkerställa att den energistatistik som finns är korrekt. Därefter sammanställs de åtgärder som genomförts i byggnaden och som lett till den minskade energianvändningen. På SGBCs hemsida finns kontaktuppgifter till konsulter som tidigare arbetat med GreenBuilding-ansökningar och som är väl införstådda med systemet. De kan hjälpa till att kontrollera om byggnaden verkligen uppfyller kraven och sammanställa en ansökan.

Varför ska man använda GreenBuilding?

GreenBuildings krav på ett energiledningssystem gör att systemet får stor påverkan på energianvändningen hos byggnader utöver den specifika mängd energi som sparats i enskilda byggnader. GreenBuilding ställer även krav på att energianvändningen ska redovisas årligen och på att fastighetsägaren måste vara aktiv med nya ansökningar för att byggnaderna ska få behålla sin GreenBuilding-certifiering. Det ökar fastighetsägarens medvetenhet om energianvändning och ger dem redskap för att systematiskt kontrollera och minska sin energianvändning. Energiledningssystem är en mycket viktig och grundläggande faktor för att minska energianvändningen i vårt byggnadsbestånd. GreenBuilding ger ringar på vattnet.

GreenBuilding är enkelt att förstå och många fastighetsägare kan själva hantera hela ansökningsprocessen. Kravformuleringen är tydlig och det är lätt att förmedla ut till kunder och till den egna organisationen att man arbetar med att minska sin energianvändning.

Byggnader som är certifierade enligt GreenBuilding har en kvalitetssäkring i och med att besparingen granskats av certifieringsrådet. Det är en trygghet för både fastighetsägare och hyresgäster.

Att tänka på då du väljer GreenBuilding

Det är relativt billigt och enkelt att certifiera enligt GreenBuilding. Det är dock viktigt att energin i byggnaden mäts korrekt och att de åtgärder som genomförs för att minska energianvändningen är kopplade till byggnaden och inte till brukaren.

Certifieringssystem är under ständig förbättring och förändring. När ett projekt anmäls till SGBC fastställs bedömningsgrunder som gäller för just den certifieringen. Kontrollera om det skett förändringar inför en ny certifiering. På SGBC´s hemsida offentliggörs alla förtydliganden.

För nya byggnader är kravet för certifiering en minskning med 25 % jämfört med landets energikrav. Det innebär att certifierade byggnader inte är direkt jämförbara mellan olika länder då lagkraven skiljer sig.

Betongens påverkan på klassning i GreenBuilding

Betongens egenskaper påverkar en byggnad på många sätt. Ur ett GreenBuilding-perspektiv innebär detta att betong kan bidra till att uppfylla kraven på minskad energianvändning. I följande avsnitt redovisas därför de krav som ställs på minskad energianvändning enligt GreenBuilding samt hur betong med dess egenskaper kan bidra till att dessa uppfylls.

Miljöcertifiering enligt GreenBuilding är ett hjälpmedel för att minska en byggnads energianvändning.

Energianvändning

Syfte

Uppmuntra till att minska energianvändningen i både nya och befintliga lokaler.

Krav

Kravet omfattar endast nya eller befintliga lokaler. För nybyggnader gäller att energianvändningen ska vara minst 25 % lägre än gällande BBR-krav. För en befintlig byggnad gäller att genomföra energibesparande åtgärder som leder till 25 % lägre energianvändning jämfört med användningen innan åtgärderna genomfördes. Med energianvändning avses årlig köpt energimängd. GreenBuilding ställer inga krav på värmeeffekt. Vidare ställs krav på att byggherren eller fastighetsägaren ska införa ett energiledningssystem som medför att de arbetar systematiskt med att minska energianvändningen i sina byggnader.

Ett energiledningssystem är i stora drag uppbyggt på sex steg:

- *Formulera en energipolicy*
- *Sätta upp mål för arbetet med energi*
- *Tillsätta energiansvarig*
- *Göra energiinventering*
- *Ta fram åtgärdsplan för hur målen ska nås*
- *Årligen följa upp och vidbehov revidera policyn och målen*

Betong minskar byggnadens energi- och effektbehov

Tack vare de unika materialegenskaperna kan en betongbyggnad enkelt bli energieffektiv. Betonghus ger goda förutsättningar för ett minimalt luftläckage genom klimatskalet. Även om noggrannhet vid utförandet har stor betydelse är betong förlåtande för mindre avvikelser samt har beständiga byggfysikaliska egenskaper. Dessutom har en tung betongbyggnad en inbyggd hög kapacitet att lagra överskottsvärme (gratisenergi). Överskottsvärmen kan användas vid underskott, minskar antalet övergradstimmar och ger ett stabilt inomhusklimat. Betongens värmetröghet minskar även effekttopparna och gör det möjligt att förflytta effektuttagen i tiden vilket är positivt både miljömässigt och ekonomiskt. Många av de positiva egenskaperna kan förstärkas ytterligare med hjälp av 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 ut 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.

Värme- och kyleffekt

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 ingår ingen klassning med avseende på effekttoppar i GreenBuilding utan betongens miljöfördelar i detta avseende kan endast användas som ett positivt mervärde.

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].

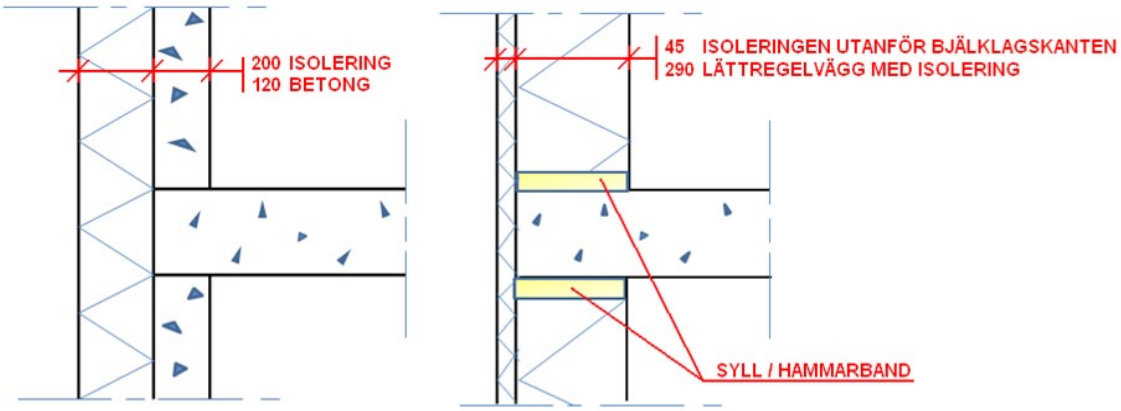
Eftersom betong har en hög värmeledande förmåga ökar risken för köldbryggor. Problemen löses enkelt, under förutsättning att projektören noggrant planerar utformningen av detaljlösningarna, och att entreprenören utför sitt arbete med omsorg. Tidigare var infästningar av

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, 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 modellen 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].

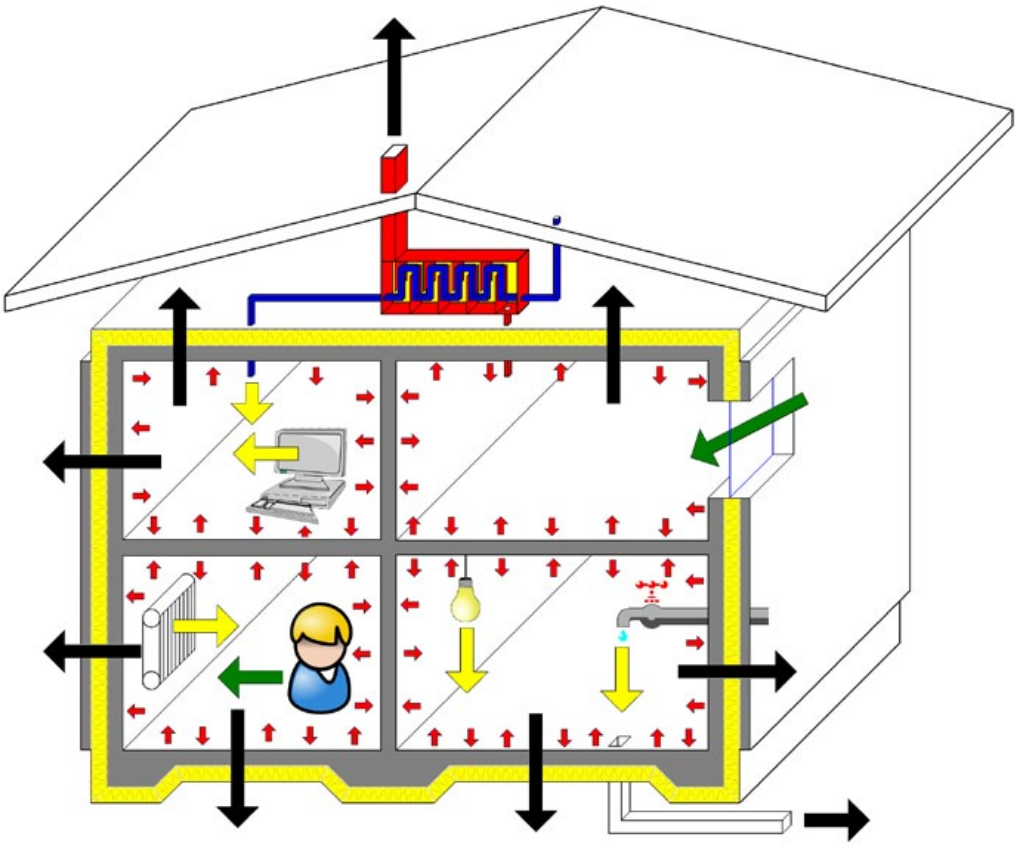
För information om köldbryggor rekommenderas Isolerguiden Bygg 06 [3].

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].

Värmetröghet - 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.

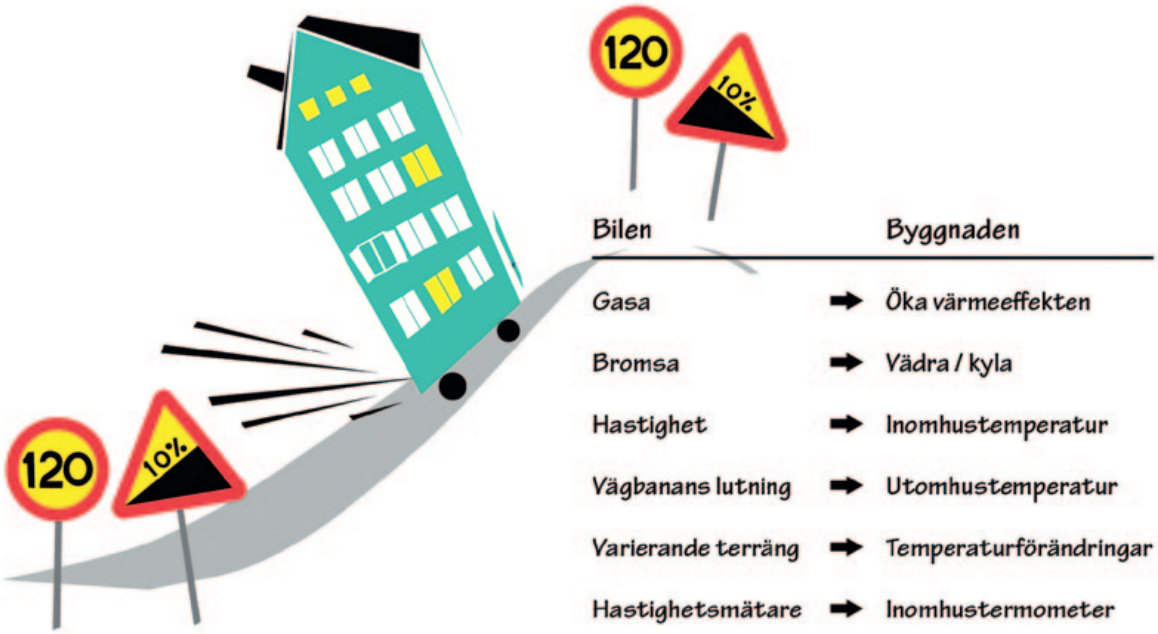
Värmetröghet – minskar energianvändningen och effektuttaget

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

I dag 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 (figur 3). 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.

De flesta byggnader styrs 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 [8]. 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. I de utredningar som behandlar klimatpåverkan genom att räkna med primärenergifaktorer beaktas oftast inte heller betydelsen av effekttopparnas storlek och vilken tid på dygnet dessa inträffar. Genom att tillåta små temperaturvariationer på ca en halv till en grad, och samtidigt med hjälp av ny styr- och reglerteknik utnyttja byggnadens värmedynamik blir besparingspotentialen betydligt större. Aktiv värmelagring är ytterligare en möjlighet att öka besparingen. Att minska energianvändningen i flerbostadshus mellan 30 och 40% är ingen omöjlighet. För kontor är denna siffra ännu högre. Dessutom finns en potential i betongens förmåga att runda av effekttopparna och förflytta effektuttagen i tiden och på så sätt ha möjlighet att använda fördelaktiga energislag.

Exempel på energieffektiva betonghus

Kuggen, Göteborg

Projektet Kuggen i Göteborg är en 5 300 kvadratmeter kontorsbyggnad som byggts med en platsgjuten betongstomme. 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 GreenBuildingkraven, 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 GreenBuilding har huset även certifierats enligt Miljöbyggnad nivå Guld.” Citat från tidningen Energi & Miljö nr 6-2012, [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

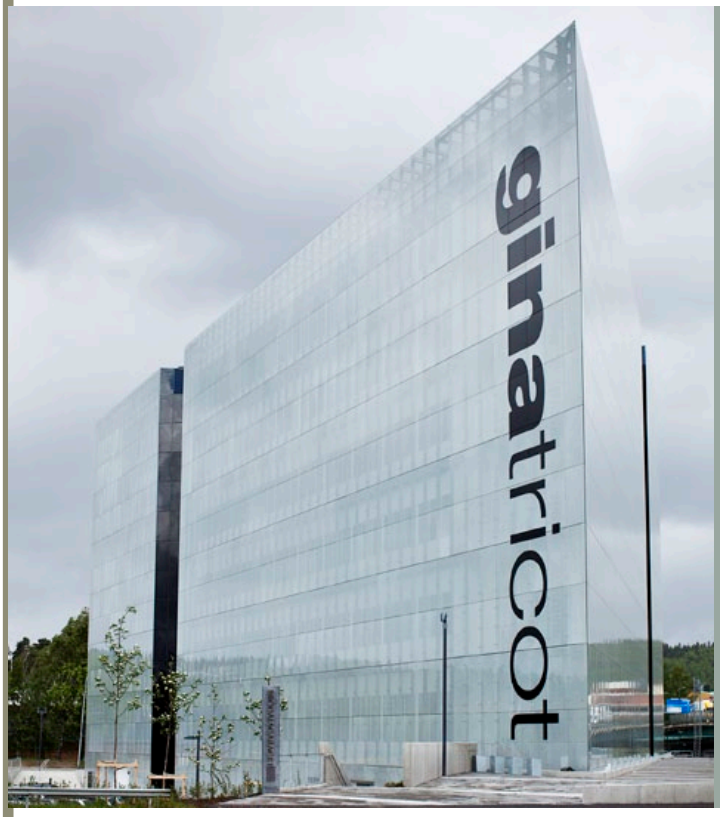
Figur 4. Kuggen, som har en platsgjuten betongstomme, är certifierad enligt både GreenBuilding och Miljöbyggnad nivå Guld. Foto: Tord-Rikard Söderström (Wingårdh Arkitektkontor).

Energianvändning

Gina Tricot, Borås

Gina Tricot's huvudkontor utgörs av en byggnad i åtta våningar. Byggnaden har två fasader där den yttre glasfasaden har screentryckts för att det ska gå att se ut men inte in. Den inre fasaden består av platsgjuten betong. Betongstommen är en kombination av platsgjuten och prefabricerad betong. I luftspalten mellan fasaderna ventileras solvärme bort, vilket sänker kylbehovet i byggnaden. Byggnaden har utrustats med Ecopilot och Kabonas styrsystem WDC för att utnyttja byggnadens självreglerande förmåga att jämna ut temperatur. Byggnaden är certifierad enligt GreenBuilding vilket innebär minst 25% lägre energibehov jämfört med gällande normkrav.

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 GreenBuilding Award 2012, i kategorin ”nybyggnationer”, av European Commission's Joint Research Center.



Fakta Gina Tricot

Typ: Kontorsbyggnad
Byggherre: Fastighets AB Brodal
Arkitekt: Wingårdh Arkitektkontor
Byggentreprenör: RO-gruppen
Styr och regler: Kabona
Inflyttning: Oktober 2010

Figur 5. Gina Tricot's huvudkontor är certifierat enligt GreenBuilding. Byggnaden som består av 8 våningar har en stomme bestående både av platsgjuten och prefabricerad betong. Foto: Pontus Johansson.

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.

Figur 6: Genom att exponera betongytorna utnyttjas betongens värmelagrande förmåga bättre.

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” [12].

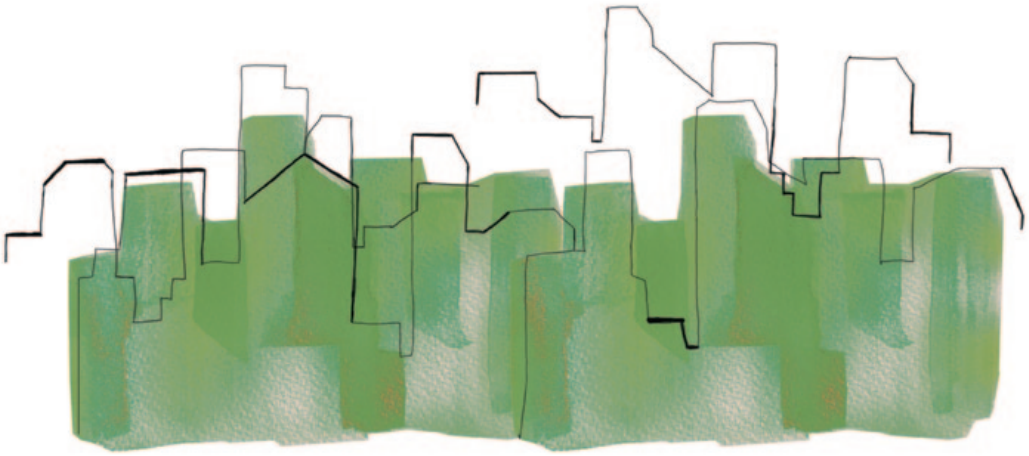
Använd aktiv värmelagring

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. Artikel i tidskriften Samhällsbyggaren 2/2011.
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.

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 2 i denna serie vilken behandlar Green Building.

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 978-91-980098-9-7