

# Nyttan med värmetröga konstruktioner

Det mest uppenbara sättet att åstadkomma en låg energiförbrukning har varit genom värmeisolering. Det finns dock ytterligare en värmeteknisk aspekt som påverkar – konstruktionens värmetröghet.

Foto: Daniel Hertzell

Låg energiförbrukning hos våra byggnader har under många decennier varit ett viktigt politiskt mål. Det mest uppenbara sättet att åstadkomma detta var genom värmeisolering. Vid såväl nybyggnad som renovering använder vi därför idag tjocka skikt av mineralull eller cellplast tillsammans med högvärdiga fönsterkonstruktioner. I ett sådant välisolerat hus är värmeförlusten genom klimatskalet låg, och därför blir ventilationens andel av värmeförlusterna betydande. Efter isolering är därför nästa steg att införa värmeåtervinning, vilket i sin tur kräver täta hus så att man kan styra luftflödena. Vi får då ett välisolerat och tätt hus med värmeåtervinning som håller energikostnaderna låga.

Det finns dock ytterligare en värmeteknisk aspekt som påverkar: konstruktionens värmetröghet. I denna artikel vill vi lyfta fram värmetröghetens betydelse för energiförbrukning, termisk komfort, dimensioneringen av värme- och kylinstallationer i byggnader samt betydelsen för energiproducenterna.

Ett drastiskt exempel på att värmetröghet är intressant är, att om värmeförsörjningen till ett samhälle skulle upphöra under den kalla årstiden, kommer innetemperaturen att sjunka betydligt långsammare i värmetröga byggnader än i lätta byggnader. Detta gäller även om byggnaderna har likvärdig värmeisolering. Det beror på att i värmetröga byggnader finns värme lagrat i tunga byggnadsmaterial, och denna värme avges om temperaturen börjar sjunka.

## Den värmetröga byggnaden

En värmetrög byggnad kan lagra överskottsvärme vid övertemperaturer, och sedan avge denna värme när temperaturen sjunker. Figur 1 illustrerar de vanligaste värmeflödena i en byggnad. Vi har värmeförluster genom klimatskalet, via ventilation och otätheter samt via bortspolat varmvatten. För att

*Almedalsbiblioteket i Visby. Med värmetröga konstruktioner finns det en potential att minska energiförbrukningen, kapa effekttopparna och förbättra den termiska komforten.*

hålla en behaglig innetemperatur behöver byggnaden värmas under den kalla årstiden med ett uppvärmningssystem. Även varmvatten och elektriska apparater tillför byggnaden värme. Samtliga dessa källor definierar vi som köpt energi och de är gulmarkerade i figuren. Förutom den köpta energin tillförs byggnaden också värme från solen eller uteklimatet vid varm väderlek och brukarna bidrar med också med sin kroppsvärme. Dessa källor är orange-markerade i figuren och



**Jonathan Karlsson,**  
Byggnads-  
material LTH,  
Lunds  
Universitet



**Anders Rönneblad,**  
civ ing V,  
K94, Tekn lic,  
Cementa AB  
och Byggpro-  
duktion, Luleå  
Tekniska  
Universitet



**Eva-Lotta Kurkinen,**  
Tekn dr,  
Byggnadsfysik  
och innemiljö,  
SP Sveriges  
Tekniska  
Forsknings-  
institut



**Lars Wadsö,**  
Professor,  
Byggnads-  
material LTH,  
Lunds  
Universitet

definierade som gratis värme. Gratisvärmerna och delar av den köpta energin, framför allt den som går åt för att driva elektrisk utrustning, är ofta svåra att styra över, och orsakar oönskade övertemperaturer under soliga delar av året. Det optimala för en byggnad är om dessa övertemperaturer kan tas om hand i byggnadsstommen och klimatskalet för att sedan återvinnas då temperaturen sjunker. För att detta ska vara möjligt krävs att byggnadens ytor består av material som har relativt hög värmekapacitet, som t ex betong. Värmelagring respektive värmeåtervinning illustreras av de gröna pilarna i figuren.

#### Exempel på värmelagring

Den värmelagrande egenskapen i en stomme kan användas på två sätt: passivt eller aktivt. Vid passiv värmelagring sker värmeöverföringen naturligt genom att det finns en temperaturskillnad som leder till värmetransport, t ex mellan varm inomhusluft till en kall betongvägg. Vid aktiv värmelagring underlättar man värmeöverföringen från en byggnadsdel till en annan med fläktar eller pumpar. Som exempel på aktiv värmelagring kan nämnas att man lagrar kyla i hålbjälklag av betong genom att låta uteluft flöda genom kanalerna nattetid. På dagen kyls sedan ventilationsluften genom att låta den gå genom samma kanaler i hålbjälklaget.

#### Energiförbrukning

När temperaturen i en tung byggnad varierar kommer värme att lagras i den invändiga stommen när temperaturen är hög och lämna stommen när temperaturen sjunker. Detta kan utnyttjas på två sätt för att sänka energiförbrukningen. För det första kan överskottsvärme som man inte har nytta av lagras till ett senare tillfälle då man behöver värme. Ofta handlar det om överskottsvärme från solen som om den lagras i en tung stomme kommer att läcka ut igen på natten när temperaturen sjunker, vilket gör att

man inte behöver använda så mycket energi för att värma byggnaden. För det andra kan man minska kylbehovet på dagen om en tung konstruktion tillåts kylas ned under natten av den kalla nattluften. Detta är framförallt aktuellt för kontor där man har stora kylbehov på grund av alla elektriska apparater. Tunga konstruktioner kan alltså lagra värme och kyla (gratisenergi) som kan användas för att minska energiförbrukningen vid en senare tidpunkt. Byggnadens tak, fasader samt grundens värmetröghet har också betydelse, t.ex. kan tunga fasader dämpa effekten av de yttre temperaturvariationerna.

Det nämns ibland att en tung byggnad kan ha 10 % lägre energiförbrukning än en lätt byggnad (med lika god värmeisolering); det finns dock studier som ger betydligt lägre skillnader och någon som visar att man i vissa fall kan få högre energiförbrukning i en tyngre byggnad [2]. En nödvändig förutsättning för att man skall kunna sänka energiförbrukningen genom hög termisk tröghet är att värme/kylsystemet är anpassat för detta, framförallt genom att tillåta temperaturvariationer. För att man skall kunna dra nytta av den värmelagrande egenskapen krävs nämligen att temperaturen tillåts variera. I en byggnad med ett värme/kylsystem som via reglering håller temperaturen helt konstant spelar en god värmelagrande förmåga ingen roll för energiförbrukningen. Men ett sådant system ökar då istället normalt effektopparna, se nästa avsnitt. Det krävs ett systemtänkande – stomme och installationer måste samverka – för att optimalt utnyttja en värmetrög byggnads potential.

#### Effektoppar

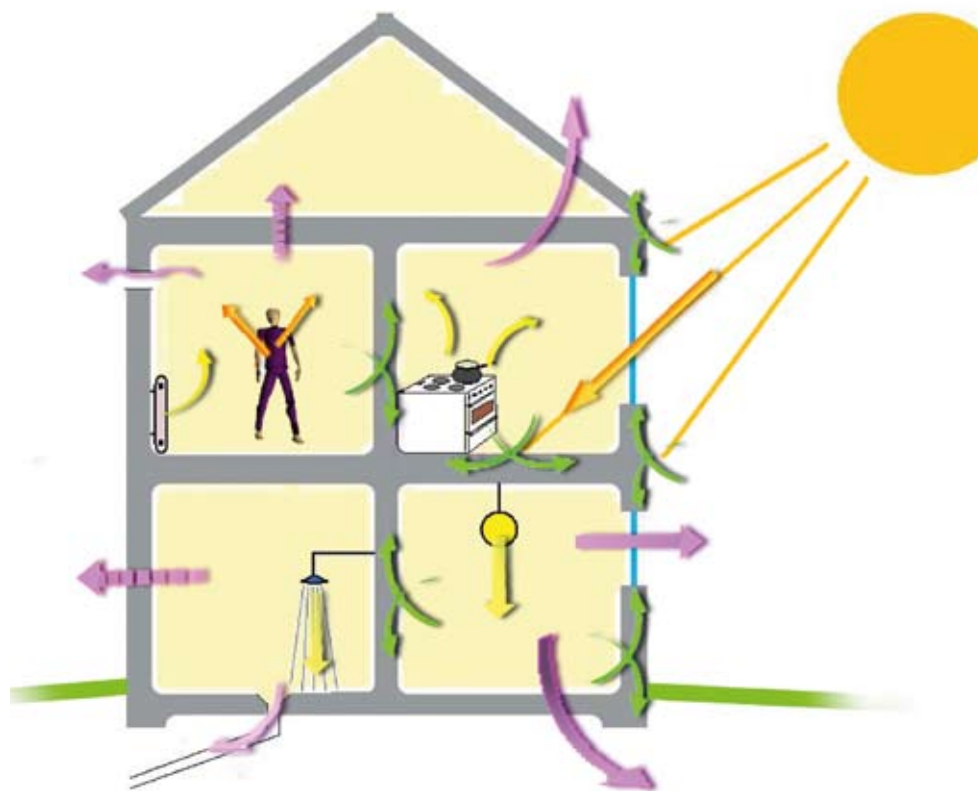
Debatten angående behovet av minskad energianvändning bör kompletteras med synpunkter på att även effektopparnas storlek måste minskas under kalla vinterdagar och varma somrardagar. Ett överdimensionerat värmesys-

tem orsakar förstås onödigt höga investeringskostnader och det ökar också kraftigt användningen av den energi som framställs för marginalanvändning under kalla vinterdagar, vilken ofta utvinns ur fossila bränslen som kol, olja och gas. Elproducenterna varnar också för risken för bortfall av elleveranser om belastningen på näten blir för hög. Även fjärrvärmeleverantörerna har stor nytta av en jämn effektbelastning, något som också gör att de sparar in på investeringar i dyra ackumulatorsystem. Med hjälp av värmelagring i byggnadsstommar kan effektbehovet minska avsevärt genom att temperaturdifferenserna jämnas ut.

**Begränsad installerad effekt**

Hos Göteborg Energi går man ett steg längre och testar att använda byggnader för värmelagring på ett mer aktivt sätt. I Göteborgs fjärrvärmesystem inträffar effekttoppar en gång på morgonen och en gång på kvällen samt vid kalla nätter. Fjärrvärmerörsystemet i Göteborg laddas med marginalproducerad extra effekt inför sådana toppar. Men, nu utvärderas även möjligheten att fjärrvärmeleverantören ”lånar” lite värme från byggnadernas stomme under vissa begränsande tidsperioder under dygnet. Det hela styrs och kontrolleras genom att fjärrvärmecentralen luras att utomhustemperaturen temporärt är högre än vad den är i verkligheten. Gränsen för acceptabel variation av inomhustemperaturen är satt till  $\pm 1$  °C. Göteborg Energi har beräknat att det räcker med att 25 procent av deras kunder ansluter sig till systemet för att önskad jämn effektbelastning ska uppnås. Systemet är redan testat i 20 flerbostadshus och kommer att erbjudas deras kunder inom en snar framtid [3].

Begreppet ”Maximal installerad effekt” har blivit vanligt förekommande och används numera även i föreskrifter och förordningar. En av nyheterna i senaste versionen av BBR var ett krav på en maximal



Figur 1. En illustration över värmeflödena i en byggnad, rosa pilar markerar värmeförluster, gula pilar markerar köpt energi, orange pilar avser gratisvärme medan gröna pilar visar inverkan av värmelagring och värmeåtervinning.

installerad effekt för eluppvärmda hus. En effektbegränsning ingår även som ett primärt krav för Passivhus i definitionen enligt ”Forum för Energieffektiva Byggnader”.

Den värmelagrande egenskapen i ett hus med tung stomme har stor betydelse för att reducera dessa effekttoppar och kommer därför av allt att döma få allt större betydelse i framtiden – även för energiproducenterna.

**Termisk komfort**

Det huvudsakliga syftet med en byggnad är att skapa ett skydd för väder och vind, dvs skapa ett behagligt inneklimat. En innetemperatur på runt 21°C upplever de allra flesta som behaglig. I vårt kalla klimat värmer vi därför byggnaderna vintertid och sommartid behöver vi kyla byggnaderna då inomhustemperaturen känns för hög. Dessa så kallade ”övertemperaturer” kan till stor del undvikas om klimatskalet och byggnadsstommen har hög värmekapacitet. Överskottsvärmen lagras då i byggnadsmaterialen för att avges till luften då temperaturen sjunkit. Den yttre fasaden kan absorbera solstrålning och värme från den varma uteluften dagtid,

för att sedan avge värmen igen då temperaturen sjunker. Är väggen tillräckligt tjock kommer dagvärmen aldrig att hinna transporteras in i byggnaden förrän utomhustemperaturen sjunker igen för natten. På samma sätt kan den invändiga stommen absorbera överskottsvärme inne i byggnaden. Det är dock inte bara vid övertemperaturer det är en fördel att använda material med hög värmekapacitet. Den värmelagrande effekten fungerar lika bra då temperaturen tillfälligt sjunker. Stommen avger då sin inlagrade värme till rumsluften och temperatursänkningen blir knappt märkbar.

**Tunga material**

Alla material kan lagra värme, men när man diskuterar värmetröga konstruktioner är det nästan enbart betong som är aktuellt eftersom det är det vanligaste förekommande tunga byggnadsmaterialet. En intressant fråga är då hur man i de olika byggnadsdelarna, i den inre stommen respektive i byggnadens klimatskal (tak, fasad och grund), passivt eller aktivt, bättre kan utnyttja de värmetröga egenskaperna. En annan intressant fråga är om

man på ett ekonomiskt sätt kan ändra de termiska egenskaperna hos betong för att ändra dess förmåga att lagra värme så att de är optimala för de olika byggnadsdelarna. Det mest uppenbara är att byta ballast till material med annan volumetrisk värmekapacitet. Ett material som har diskuterats är magnetit – en form av järnmalm – som har ca 70 procent högre värmekapacitet än normal ballast. Om detta är lönsamt återstår att se. Även vissa ämnen som tar upp och avger värme vid fasomvandlingar, t ex genom att smälta och stelna, an-

vänds för att ändra värmekapaciteten. Dessa material är emellertid dyra och används hittills enbart i begränsad omfattning. Exempelvis har fasomvandlingsmaterial används i putser för inomhusbruk. Ett projekt om betongs termiska egenskaper drivs av Kristian Tammo vid CBI Betonginstitutet.

#### Forskningsprojekt

Författarna till denna artikel är engagerade både i ett CERBOF-finansierat forskningsprojekt som syftar till att undersöka nyttan av värmetröga konstruktioner ur olika

perspektiv [1] och i ett EU-finansierat Interreg IV Öresund-projekt, [www.interreg-oks.eu](http://www.interreg-oks.eu) samt [www.baerebyg.org](http://www.baerebyg.org).

#### Sammanfattning

Byggnaders värmetröghet är en idag ofta försummad aspekt i byggandet. Med värmetröga konstruktioner finns det möjlighet att spara energi, minska effektoppar och öka den termiska komforten, både i byggnaden och i kopplad energi-produktion. Arbete pågår för att kvantifiera, utveckla och optimera dessa fördelar genom ett system-tänkande.

#### Referenser

- [1] Karlsson, J. (2010) "Betydelsen av värmetröga konstruktioner", Bygg och Teknik, 5 17-19
- [2] Shao, L. (2010) "Materials for energy efficiency and thermal comfort in new buildings", sid. 631-648 i "Materials for energy efficiency and thermal comfort in buildings", Ed. Hall, M. H., Woodhead Publ. Ltd., Oxford
- [3] Reidhav, Charlotte, Fjärrvärme- och Kylastrateg vid Göteborg Energi, [charlotte.reidhav@goteborgenergi.se](mailto:charlotte.reidhav@goteborgenergi.se)

#### Läs mer på Internet

<http://annex44.civil.aau.dk>

#### Författarnas e-post

[jonathan.karlsson@byggttek.lth.se](mailto:jonathan.karlsson@byggttek.lth.se)  
[eva-lotta.kurkinen@sp.se](mailto:eva-lotta.kurkinen@sp.se)  
[anders.ronneblad@cementa.se](mailto:anders.ronneblad@cementa.se)  
[lars.wadso@byggttek.lth.se](mailto:lars.wadso@byggttek.lth.se)

# Annons 1/2

## Betongindustri