LUND UNIVERSITY

Sambandet mellan byggnadens stommaterial, värmedynamiska funktion och styr- & reglerstrategi – Sammanställning av bakgrundsmaterial och kommentarer

Rönneblad, Anders

2012

Link to publication

Citation for published version (APA):
Rönneblad, A. (2012). *Sambandet mellan byggnadens stommaterial, värmedynamiska funktion och styr- & reglerstrategi – Sammanställning av bakgrundsmaterial och kommentarer*. (TVIT; Vol. TVIT-7075). Avd Installationsteknik, LTH, Lunds universitet.

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Sambandet mellan byggnadens stommaterial, värmedynamiska funktion och styr- & reglerstrategi – Sammanställning av bakgrundsmaterial och kommentarer

Anders Rönneblad

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2012
Rapport TVIT--12/7075

Lunds Universitet

Lunds Universitet, med nio fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 100 400 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 000 anställda och 41 000 studerande som deltar i ett 90-tal utbildningsprogram och ca 1000 fristående kurser erbjudna av 88 institutioner.

Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat.
Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmda hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rökspridning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmesystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

Sambandet mellan byggnadens stommaterial, värmedynamiska funktion och styr- & reglerstrategi – Sammanställning av bakgrundsmaterial och kommentarer

Anders Rönneblad

Tekn.Lic. Projektledare

Forskning och Utveckling

Cementa AB
Dockplatsen 1
211 19 Malmö
Tel vxl 08 - 625 68 00
Tel direkt 08 - 625 68 06
Mobil 08 - 625 68 06
SMS: 0708-25 68 06
E-post anders.ronneblad@cementa.se
www.cementa.se

© Anders Rönneblad, 2012

ISRN LUTVDG/TVIT--12/7075—SE (16)

Installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 LUND

Innehållsförteckning

1	Introduktion	5
2	Tidigare forskning	6
3	Energieffektiviteten styrs av flera egenskaper	6
4	Byggnadens värmedynamiska funktion	7
5	Stora möjligheter att fördröja effektuttaget	7
6	Styr- och reglerstrategi	8
7	Öppna lösningar som utnyttjar byggnaders värmetröghet	9
8	Kommersiella paketlösningar som utnyttjar byggnaders värmetröghet	9
9	Sammanfattning av examensarbetet	10
10	Hur mycket kan man spara?	11
11	Kommentarer till SP-rapport	11
12	Framtidens smarta energinät	14
13	Arbetsgruppens sammansättning	16
14	Referenser	16

1 Introduktion

Denna rapport är en del av FoU-projektet *”Energibesparing genom utnyttjande av tunga byggnaders termiska beteende baserat på nya material, konstruktioner och värmelagringssystem”* som innehåller sammanfattande bakgrundsmaterial om värmetröghet, sammanfattning av examensarbetet *”Utnyttjande av byggnaders värmetröghet - Utvärdering av kommersiella systemlösningar”*, [3], kommentarer till rapporten *”Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet”*, [2] samt en kortare beskrivning av betydelsen av byggnaders värmetröghet i framtidens smarta energinät.

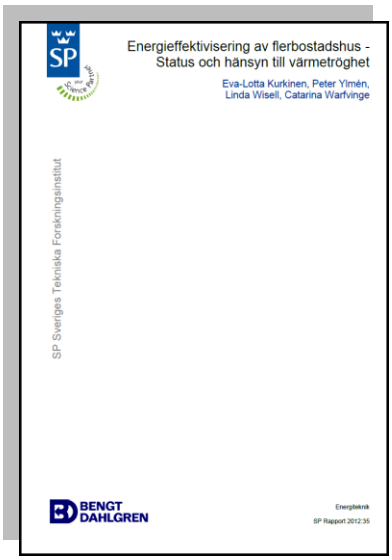
Figur 1. Projektplats, http://www.byggnadsmaterial.lth.se/forskning/cerbof_projekt/

Vid en renovering av flerbostadshus sker normalt sätt inga större förändringar i själva stomkonstruktionen. Om man vill utnyttja värmetrögheten bättre bör man istället fokusera på att använda en styr- och reglerstrategi som utnyttjar den potential som redan finns inbyggd i den befintliga stommen. För att utvärdera nyttan med att byta styrstrategi har ett examensarbete genomförts på LTH/installationsteknik med titeln *”Utnyttjande av byggnaders värmetröghet - Utvärdering av kommersiella systemlösningar”*, [3].

Figur 2. Examensarbete,
http://www.hvac.lth.se/fileadmin/hvac/files/TVIT-5000/TVIT-5030JPDVweb.pdf

Det mest uppenbara sättet att energieffektivisera flerbostadshus är genom att tilläggsisolera vindar och väggar tillsammans med högvärdiga fönsterkonstruktioner. I ett sådant välisolerat hus är värmeförlusten genom klimatskalet låg, och därför blir ventilationens andel av värmeförlusterna betydelsefulla. Efter

isolering är därför nästa steg att införa värmeåtervinning, vilket i sin tur kräver täta hus så att man kan styra luftflödena [1]. Något som då ofta glöms bort är att ett välisolerat och tätt hus med värmeåtervinning är mycket värmetrögt av sin natur. Rapporten *"Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet"*, [2], visar att det renoverade husets höga värmetröghet sällan utnyttjas. Här finns det alltså en stor outnyttjad potential som vi anser bör belysas betydligt mer än vad som görs i dag.


Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet

Eva-Lotta Kurkinen, Peter Ylmén, Linda Wisell, Catarina Warfvinge

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

BENGT DAHLGREN

Energiteknik

SP Rapport 2012:35

Figur 3. SP-Rapport 2012:35, http://www.byggnadsmaterial.lth.se/fileadmin/byggnadsmaterial/Research/CERBOF/SP_Rapport_2012_35_.pdf

2 Tidigare forskning

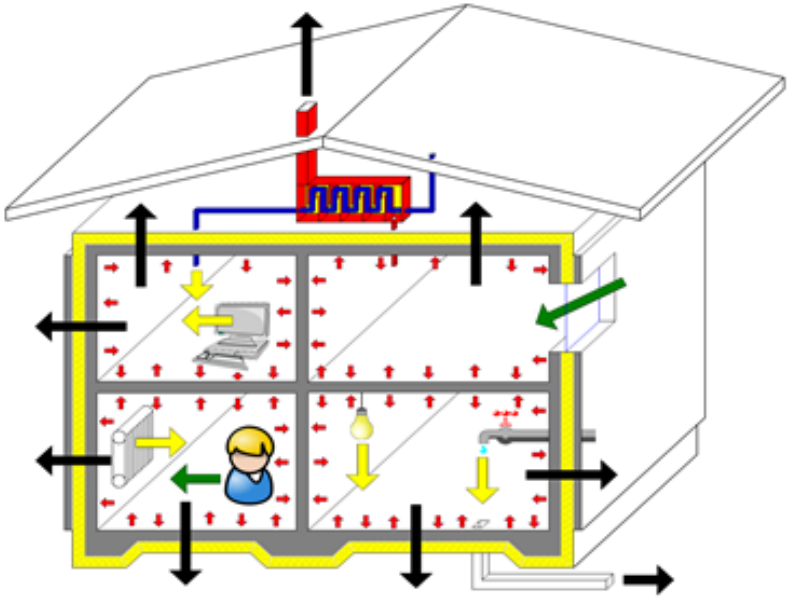
Engelbrekt Isfält (1935–2004), forskare och docent på KTH, visade redan på 70-talet hur viktigt det är att se helheten och utnyttja byggnadsstommens värmedynamiska egenskaper. Grundidén är att utnyttja den värme från t.ex. maskiner och människor som lagras i stommen. Styr- och reglertekniken behöver egentligen bara beakta temperaturförloppen, och ingripa vid behov. Systemet styrs i huvudsak via inomhustemperaturen, efter ett givet komfortkrav, [7]. 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.

3 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). Alla dessa egenskaper är viktiga, men 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.

4 Byggnadens värmedynamiska funktion

En värmetrög byggnad kan lagra överskottsvärme vid övertemperaturer, och sedan avge denna värme när temperaturen sjunker. Figur 4 illustrerar de vanligaste värmeflödena i en byggnad. Vi har värmeförluster genom klimatskalet, via ventilation och otätheter samt via bortspolat varmvatten. För att hålla en behaglig innetemperatur behöver byggnaden värmas under den kalla årstiden med ett uppvärmningssystem och eventuellt behöver byggnaden också kylas sommartid. 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 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 svåra att styra över, och orsakar oönskade övertemperaturer under soliga delar av året. För att utnyttja gratisvärmen på bästa sätt kan husets värmetröghet användas så att huset lagrar energi när det finns ett överskott på gratisvärme som sedan kan användas när det finns ett underskott. För att lyckas med detta krävs dock att innetemperaturen får variera något. Värmelagring (återgivning) illustreras av de röda pilarna i figuren.



Figur 4. En illustration över värmeflödena i en byggnad, svarta pilar markerar värmeförluster, gula pilar markerar köpt energi, gröna pilar avser gratisvärme (som i ibland är överskottsvärme) medan röda pilar visar inverkan av värmelagring/återgivning.

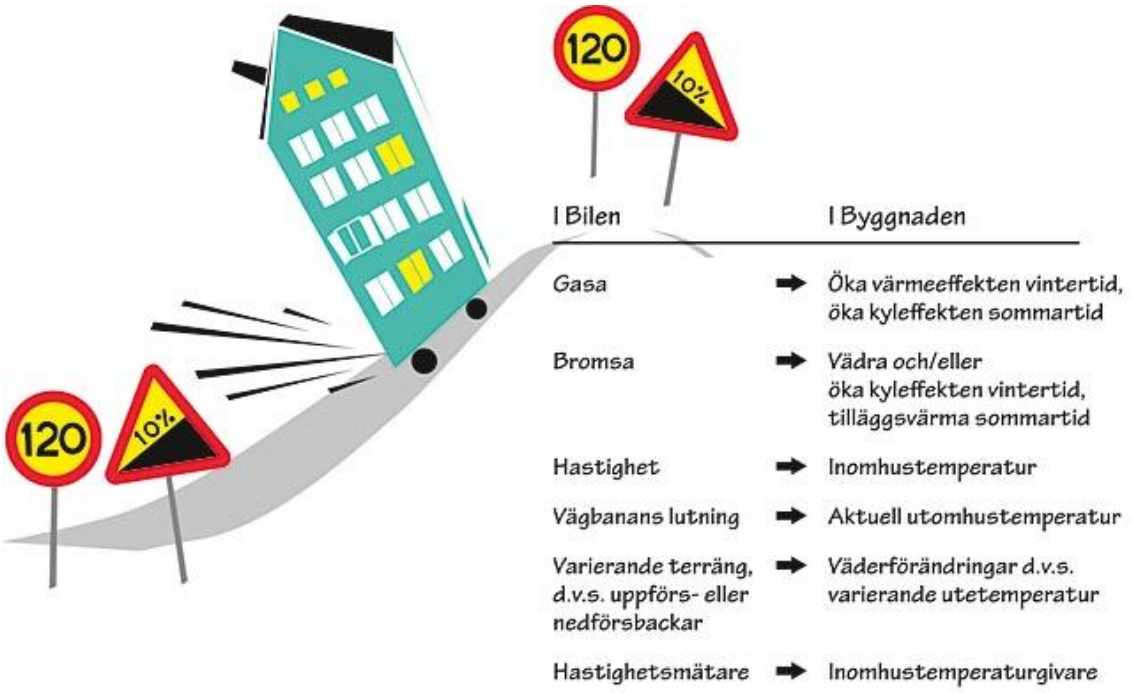
5 Stora möjligheter att fördröja effektuttaget

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.

6 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. 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 5, Förklaring till liknelsen med bilkörning, där en term för bilen har en motsvarighet i byggnaden.

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, [12]. 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 i onödan värms och kyls samtidigt är en alltför vanlig konsekvens av en felaktig eller komplicerad styrstrategi. I artiklarna [4] och [5] finns mer information.

Undersökningar i traditionella hus visar stora temperaturvariationer, både över dygnet och mellan olika delar i fastigheten, även i hus med hög inomhuskomfort. Bland annat har Göteborg Energi gjort mätningar av innetemperaturen i befintliga byggnader för att kunna bedöma möjligheten att använda dessa som energilager. Baserade på faktiska, och i artikeln redovisade mätdata, konstaterades det att byggnader har mycket stora temperaturvariationer vid normal drift samt att möjligheten att utnyttja byggnaden som energilager är mycket stort [13]. 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 [4], [5]. 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.

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

7 Öppna lösningar som utnyttjar byggnaders värmetröghet

Siemens [10] och Schneider Electric [11] 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.

8 Kommersiella paketlösningar som utnyttjar byggnaders värmetröghet

Som ett resultat av ett allt större intresse för energi- och inneklimatfrågor har utbudet av kommersiella paketlösningar som utgår från huset dynamiska egenskaper ökat under de senaste åren. Sådana system använder ofta styr- och reglertekniker som bygger på exempelvis rumstemperaturstyrning, prognosstyrning eller behovsstyrd värmecentral. Ibland används även själva byggnadsstommen aktivt, till exempel via inbyggd värmeväxling med långsamma luftflöden och låga vattentemperaturer. Många av dessa system är utvecklade med hjälp av svenska patenterade lösningar, vilket är till nytta både för fastighetsägarna och för utvecklingen av nya innovativa teknikföretag. Nedan finns en sammanställning på vad respektive företag skriver i sina produktblad samt på deras hemsidor om möjligheten att använda den värmetröga egenskapen.

Figur 6. Exempel från företag som marknadsför kommersiella paketlösningar.

För att beskriva de bakomliggande teknikerna samt kontrollera riktigheten i de besparingar som företagen själva presenterar, har ett examensarbete, med titeln *"Utnyttjande av byggnaders värmetröghet - Utvärdering av kommersiella systemlösningar"*, på avdelningen för Installationsteknik på LTH analyserat fem stycken av dessa svenskutvecklade system [3].

9 Sammanfattning av examensarbetet

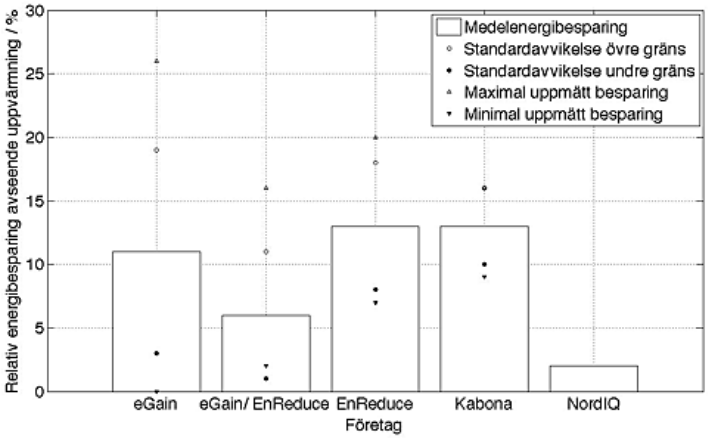
Syftet med examensarbetet, "Utnyttjande av byggnaders värmetröghet - Utvärdering av kommersiella systemlösningar", [3], var att analysera hur värmedynamiska egenskaper tillvaratas i godtyckligt utvalda kommersiella systemlösningar jämfört med traditionell installationsteknik.

Frågeställningarna begränsades till

- Vilka teorier och metoder stödjer sig de kommersiella systemen på?
- Hur skiljer de sig från traditionell styr- och reglerteknik?
- Vilken energibesparing kan uppnås med hjälp av dessa system?

Ett av de utvärderade systemen har i sitt marknadsföringsmaterial publicerat information om medelbesparingen på 25 % för värme, 15 % för el och 30 % för kyla sedan våren 2008 (samtliga värden

är normalårskorrigerade). Detta examensarbete har endast utvärderat ett husprojekt per styrsystem så det finns ingen möjlighet att göra en fullständig analys av riktigheten i sådana siffror, men företagens marknadsföring förefaller lite för optimistisk i jämförelse med objektstudierna på deras referensprojekt. Trots att företagen inte lever upp till sin egen marknadsföring visar flera en tydlig nedgång i energianvändningen för uppvärmning samt en kraftigt minskad toppeffekt, vilket definitivt gör dessa system intressanta att använda vare sig det gäller nyproduktion eller ombyggnad.



Figur 7. Energibesparing vid övergång från traditionell- till en ny styrstrategi som optimerar med hänsyn till värmetröghet. I ett försök med en energileverantör kunde även maxeffekten sänkas med 60%.

10 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.

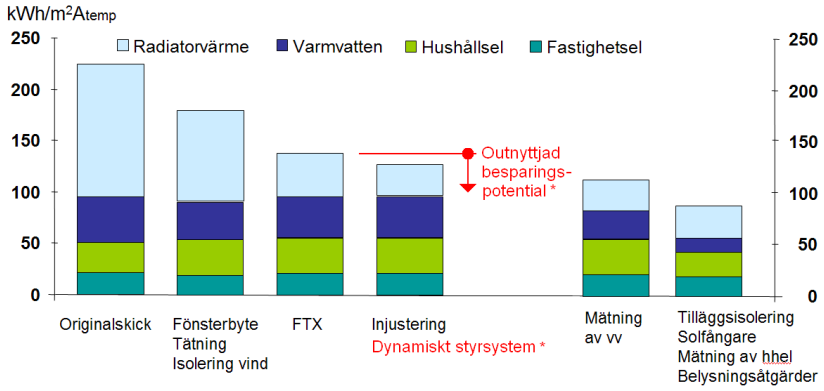
11 Kommentarer till SP-rapport

Nedan kommenteras till rapporten ”Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet”, [2].

Enligt Industrifakta kommer det under tio år att kosta mellan 300 och 500 miljarder att fräscha till miljonprogrammet vars tekniska livslängd har gått ut. Totalt finns det cirka 830 000 lägenheter i flerbostadshus från perioden 1961-1975.

Kommentarer på prioriterade åtgärder vid renovera miljonprogrammets fastigheter

I och med att behovet av att renovera miljonprogrammets fastigheter ökat, har också många olika förslag på energibesparande åtgärder publicerats under de senaste åren. I många av dessa prioriteras och värdesätts olika förslag på tillgängliga åtgärder. I dessa är tätningsåtgärder, fönsterbyte, isolering av vind och installation av värmeåtervinning ofta angivna som effektiva och lönsamma. Även injustering av värmesystemet hamnar med på prioritetslistan. Ett exempel på detta finns beskrivet i rapporten ”Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet”, [2], vilken har sitt ursprung från Renoveringshandboken för hus byggda 1950-75, [6], se figur 4. Injusteringsåtgärden beskrivs här som anpassning till förbättringar i klimatskalet och ventilationssystemet samt felaktigheter med ojämn värmetillförsel i huset som gjort det nödvändigt att vädra bort överskottsvärme i vissa lägenheter. Man räknar här med en potential att tjäna 10 kWh/(m²·år) [6]. Gemensamt för de flesta av dessa olika prioriteringslistor är att byte av styr- och reglerstrategi inte finns med som ett alternativ trots att potentialen att minska energianvändningen och effekttoppar är mycket stor. Om flera av de övrigt högt prioriterade åtgärderna har genomförts ökar också husets värmetröghet vilket gör det ännu mer intressant att installera ett system som just tar tillvara denna egenskap. Vid dessa system får fastighetsägaren dessutom mer detaljerad driftinformation, ofta via ett webbaserat användargränssnitt, som gör det möjligt att finna direkta felaktigheter i värmesystemet som aldrig hade upptänkts i annat fall. Även om man väljer att bibehålla sitt gamla styr- och regelsystem vid en större ombyggnad finns det fortfarande en stor potential att spara energi, som ofta är större än 10 kWh/m², genom något så enkelt som att anpassa husets värmeregleringskurvor till rådande omständigheter och på det sättet säkerställa att värmesystemet inte arbetar emot naturlagarna helt i onödan.



Figur 8. Kommentar till figur 1 i rapporten ”Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet”, [2]. Originalfiguren är hämtat från Renoveringshandboken för hus byggda 1950-75, [6], vilket är ett exempel på prioriterade åtgärdsförslag. Rödmarkerad text och pil har vi inom arbetsgruppen för detta FoU-projekt lagt dit för att belysa den outnyttjade potential som en förändring i styrstrategi har möjlighet att ge.*

Kommentarer på slutsats och referensprojekt

Slutsatsen i rapporten ”Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet”, [2], är att värmelagring i klimatskalet eller stommen inte har beaktats för något av de genomförda projekten. Samtliga tillfrågade fastighetsägare tror dock att en byggnads värmetröghet har betydelse på energianvändningen, de kan dock inte kvantifiera detta. Vi inom arbetsgruppen drog då den slutsatsen att antingen har vi funnit ett område som har väldigt stor potential att utvecklas vidare eller så har den värmedynamiska egenskapen utnyttjats utan att beställarna eller projektörerna är medveten om det. Vi fann det troligt att det är en kombination av dessa båda. I sex av referensprojekten har inte värmesystemet förändrats mer än möjligtvis i form av injustering. Att dessa byggnader primärt styrs av utetemperaturen kan man anta med tanke på byggnadernas ålder. I två av referensprojekten har dock större förändringar i

värmesystemen gjorts. I Gårdssten har ett centralt styr och reglersystem installerats och i Ringdansen har en ny fjärvärmecentral installerats. Vi har försökt bringa klarhet i vad dessa förändringar innebär med dessvärre visade det sig omöjligt att finna personer som vet något mera detaljerat om detta. Vi gör dock några egna reflektioner som bygger på den erfarenhet vi har samlat på oss samt den delinformation vi fått när vi ringde runt till berörda personer som vart delaktig i dessa två projekt.

I Gårdsten har ett centralt styr- och reglersystem samt utrustning för individuell mätning av bl.a. värme installerats. På marknaden i dag finns det två sorters system för att mäta värme. Den ena metoden kallas för komfortmätning och bygger på mätning av rumstemperaturerna, [6]. Den andra metoden kallas för energimätning och bygger på mätning av den värme som lämnar radiatorerna, [6]. Komfortmätningsmetoden är den som är vanligast förekommande i Sverige i dag, men en kombination av dessa båda metoder är också relativt vanligt förekommande. Vi har inte lyckats få reda på vilken av metoderna som användes i detta aktuella fall. Centralstyrning betyder att man framledningstemperatur styrs centralt på ett enda ställe. Även om flera olika styr- och reglerprinciper kan användas vid centralstyrning brukar någon form av återkoppling till innetemperaturen krävas för att minimera risken för att få ett undermåligt inneklimat. Om vi antar att komfortmätningsmetoden har används samt det faktum att husen har installerat centralstyrning, är det högst troligt att någon form av återkoppling till innetemperaturen används. Detta betyder då i så fall att den värmedynamiska egenskapen har utnyttjats, även om vi inte kan dra några slutsatser exakt hur optimerat systemet är.

I Ringdansen har en ny fjärrvärmeundercentral med ny styrutrustning installerats. Delar av denna utrustning har levererats och installerats av företaget KomfortAutomatik i Östergötland AB. Dock var inte KomfortAutomatik med i slutskedet av projektet då alla delsystem kopplades samman. Enligt KomfortAutomatik verkar det troligt att någon form av återkoppling till inneklimatet har implementerats i värmesystemet, åtminstone genom att mäta frånlufttemperaturen, vilket sedan har en viss påverkar framledningstemperaturen. På detta sätt finns det troligtvis en svag koppling till styrning med hänsyn till värmetröghet.

En av slutsatserna som vi inom arbetsgruppen för detta FoU-projekt har gjort är att det behövs detaljerad information om värmesystemet, inklusive styr- och reglerutrustning, för att få en korrekt analys om hänsyn till värmetröghet har tagits eller ej.

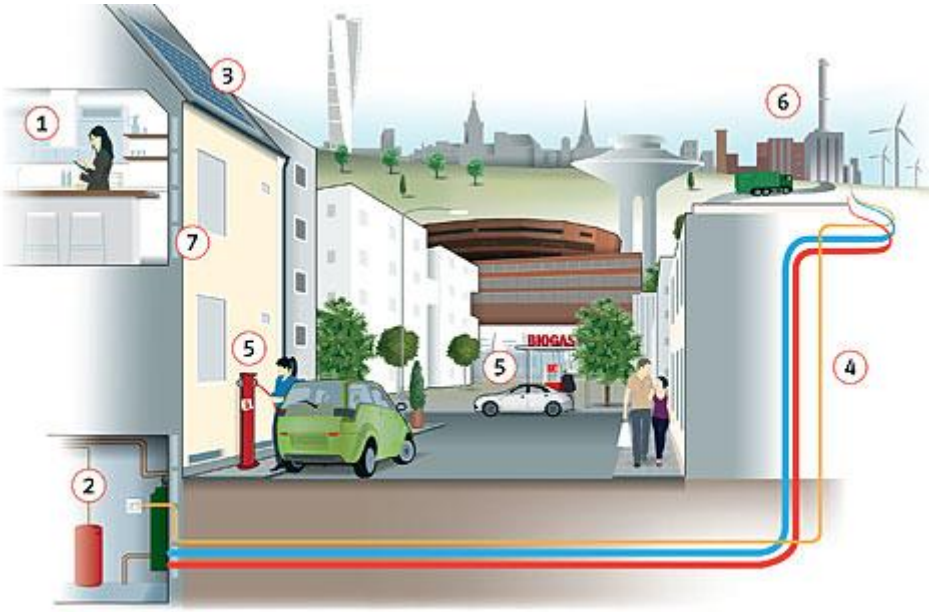
Även om slutsatsen i rapporten ”Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet”, [2], är ganska nedslående för aktuella referensprojekt har vi dock på annat håll kunnat konstatera att de styrsystem som analyserades i examensarbetet börjar vinna marknadsandelar. T.ex. har cirka 50000 lägenheter EnReduces system installerat i dag.

<u>Kommentar på rapportens avsnitt om referenskoncept</u>

Examensarbetet ”Utnyttjande av byggnaders värmetröghet - Utvärdering av kommersiella systemlösningar”, [3], har begränsat sig till att studera paketlösningar där den värmedynamiska egenskapen finns implementerad i olika omfattningar. I rapporten ”Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet”, [2], beskrivs även systemen Siemens respektive Scheider electric kortfattat. Dessa system är betydligt mer anpassningsbara jämfört med de tidigare beskrivna packetlösningar. Dessa system är alltså programmerbara vilket alltså skjuter över stora delar av ansvaret till de personer som anpassar systemet till en specifik byggnad. Hur väl den värmedynamiska egenskapen utnyttjas kan alltså skilja kraftigt från fall till fall. Om man gör rätt finns det mycket att tjäna, men om man gör fel kan i värsta fall huset både värmas och kylas samtidigt.

12 Framtidens smarta energinät

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 träder 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. Ett exempel där dessa frågor har kommit i fokus är utvecklingen av Malmös nya hållbara stadsdel Hyllie. Visionen för Hyllie finns undertecknat i det klimatkontrakt som ingicks mellan Malmö stad, VA SYD och E.ON i februari 2011. I klimatkontraktet för Hyllie är målet att energiförsörjningen till 100 procent ska bestå av förnybar eller återvunnen energi senast 2020 [8]. Som en följd av detta beslutade Energimyndigheten att stödja Malmö stad och E.ON i arbetet för att bygga smarta nät i Hyllie. Staten bidrar här med 47 miljoner kronor till intelligenta lösningar för styrning och lagring av energi i stadsdelen. Därmed tar Hyllie ytterligare ett steg mot att bli en global förebild för hållbar stadsutveckling [9].



1. Bättre kontroll över el- och värmeförbrukning
2. Smarta hem ger nya möjligheter
3. Konsumenten blir själv producent av både el och värme
4. Smarta nät ger effektivare energidistribution
5. Minskade koldioxidutsläpp med lösningar för hållbart resande
6. Resurs- och klimateffektiv energiproduktion
7. Energilagring med rätt byggteknik

Figur 9: Fokusområden i Hyllie [9]. Illustrationen är upprättad av E.ON

Byggnaders värmetröga egenskaper kommer här att ha en avgörande betydelse. Under punkt 2 (Smarta hem ger nya möjligheter - Nya lösningar för styrning och optimering av energianvändning skapar förutsättningar för invånare att ta en mer aktiv roll i Hyllies energisystem [9]), kommer värmetröghetens goda förmåga att vara självreglerande att utnyttjas, samtidigt som god innemiljö bibehålls. Under punkt 7 (Energilagring med rätt byggteknik - Genom att bygga hus med väggar som bevarar värmen längre blir energilagring en kostnadsbesparingsmöjlighet för invånarna i Hyllie [9]) kommer stommens värmelagrande förmåga att utnyttjas på en helt annan nivå än vid traditionellt byggande. I klartext betyder det att byggnaden ska minimera användandet av energi när andelen fossila bränslen är som högst i energiproduktionen. För att klara denna utmaning måste byggnaden optimeras för att utnyttja sin värmelagrande förmåga maximalt. Fastighetsägarna i Hyllie har erbjudits en unik möjlighet att prova nya affärsmodeller beträffande debitering av energi. Det är högst troligt att detta kommer att få stort genomslag och ligga till grund för hur energinät och byggnader kommer att samspela i framtiden. Fastighetsägarna får då ytterligare ett incitament att använda sina tunga stommar på ett effektivare sätt, vilket är något som vi inom betongsektorn har väntat länge på. Liknande initiativ finns även i andra delar av landet, t.ex. Norra Djurgårdsstaden i Stockholm.

13 Arbetsgruppens sammansättning

Arbetsgruppen inom FoU-projektet ”Energibesparing genom utnyttjande av tunga byggnaders termiska beteende baserat på nya material, konstruktioner och värmelagringssystem” består av följande personer.

Eva-Lotta Kurkinen, SP
Lars Wadsö, LTH
Jonathan Karlsson, LTH
Mats Emborg, LTU
Ulf Ohlsson, LTU
Victoria Bonath, LTU
Mats Öberg, NCC
Ronny Andersson, LTH / Cementa AB
Anders Rönneblad, Cementa AB

14 Referenser

[1] Karlsson J, Rönneblad A, Kurkinen E-L, Wadsö L (2010). *Nyttan med värmetröga konstruktioner*. Samhällsbyggaren 2010:5 sida 12-15.
[2] 2011 - Wisell L, Ylmén P, Warfvinge C, Kurkinen E-L (2011). *Energieffektivisering av flerbostadshus - Status och hänsyn till värmetröghet*
[3] Vogel D, Persson J (2011). Examensarbete, Avdelningen för Installationsteknik på Lunds tekniska högskola. *Utnyttjande av värmelagring i byggnader – Utvärdering av kommersiella systemlösningar*, Rapport nr TVIT-5030, Lund.
[4] Rönneblad A, Forslund J, Andersson R (2011). *Byt styrstrategi i miljonprogrammets fastigheter*, Samhällsbyggaren 2011:5 sida 13-17.
[5] Wiman U (2011). *Värmedynamiska vinster att hämta - Intelligent betong*. Tidskriften Cementa 2011:2.
[6] Warfvinge C, et.al. (2009). *Renoveringshandboken för hus byggda 1950-75*, VVS Företagen, Stockholm, ISBN 978-91-976619-3-5.
[7] Isfält E; Bröms G (1992). *Effekt- och energibesparing genom förenklad styrning och drift av installationssystem i byggnader, Beräkningar*, Installationsteknik KTH, Meddelande 22.
[8] Malmö stad (2011). *Klimatkontrakt för Hyllie*. http://www.malmo.se
[9] Malmö stad (2011). *Hyllie får 47 miljoner till smarta nät*. http://www.malmo.se/Medborgare/Stadsplanering--trafik/Stadsplanering--visioner/Utbyggnadsomraden/Hyllie/Nyheter/47-miljoner-till-smarta-nat.html
[10] Siemens (2012). *Fastighetsautomationssystem*. http://www.industry.siemens.se
[11] Schneider Electric (2012). *Fastighetssystem*. http://www.schneider-electric.se
[12] Forslund J (2012). *Bästa inneklimat till lägsta energikostnad*. Utgåva2. ISBN 978-91-7333-420-4.
[13] Olsson Ingvarsson L, Werner S (2008). *Building mass used as short term heat storage*. in Proceedings of The 11th International Symposium on District Heating and Cooling. Reykjavik, Iceland, 2008.