

Möblering i bostäder

– En studie av möblernas täckningsgrad



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Avdelningen för installations- och klimatiseringslära

Examensarbete:
Dóra Arnarsdóttir
Annelie Gabriel

© Copyright Dóra Arnarsdóttir, Annelie Gabriel

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2014

Sammanfattning

Energianvändning är ett ämne som blir allt mer aktuellt världen över. I takt med att energianvändningen inom EU ska minska kommer även byggsektorns tillåtna energianvändning att minska. Följaktligen ställer detta höga krav på nyproducerade byggnader, där det blir viktigt att både stora och små aspekter vägs in.

Enligt en tidigare undersökning har möbler visats ha en positiv påverkan på en byggnads tidskonstant, genom att de kan lagra värme. Tillsammans kunde möbler och innerväggar öka tidskonstanten med 40 %, varav 15 % var till följd av enbart möblerna. Då detta visades ha en så stor påverkan var det något som kändes intressant att undersöka vidare, eftersom en sådan aspekt skulle kunna ha en betydande inverkan vid energiprojektering. Angreppssättet som valdes var hur placeringen av möbler påverkar bostadens värmebalans - närmare bestämt hur möbler täcker över en yta av golv och väggar och ger en täckningsgrad. För att kunna undersöka hur detta ter sig i verkligheten har fokus legat på att undersöka hur bostäder möbleras, då det i dagsläget inte finns någon data på detta.

I undersökningen av hur bostäder möbleras har tre informationssökningsmetoder använts; granskning av möblerade planritningar ur befintlig litteratur, granskning av typrum från IKEA och hembesök med inventering. Genom att slå samman resultatet för de här tre grupperna har man kommit fram till en täckningsgrad på 28 % för golv och 18 % för väggar som motsvarar ett medelvärde på möblernas täckningsgrad i denna studie. Spannet för golvens- och väggarnas täckningsgrader ligger mellan 15 - 41 % respektive 11 - 33 %.

Den framtagna täckningsgraden användes sedan i några enklare praktiska tester. Ett rum värmdes upp med en konstant effekt när det var tomt och när det var isolerat efter olika framtagna täckningsgrader. Genom att mäta uppvärmning och avsvälning kunde man komma fram till att det finns ett samband mellan ökad täckningsgrad och ökad temperatur. Dock kunde inte några slutsatser dras om att det var värmelagringen som påverkades. Sambandet kan snarare sägas vara ett resultat av att transmissionsförlusterna isolerades till en mindre grad.

En av slutsatserna som kunde dras var att täckningsgraden för golv avtar med ökande kvadratmeter per person. Dessutom finns det ett samband mellan ökad täckningsgrad av möbler och ökad inomhustemperatur.

Nyckelord: täckningsgrad, möblering, värmelagring, isolering

Abstract

Energy use is a topic which is becoming more and more of interest throughout the world. Due to future reduction of the total energy use within the European Union, the permitted energy usage for the building sector is to be reduced. This consequently puts high demands on newly produced buildings, where it is important that both great and small aspects are considered.

According to a previous study it was proven that furnishings had a positive effect on a building's time constant, because they can store heat. The indoor mass, both interior partitions and furniture increases the time constant by up to 40%, of which 15% was attributed to furniture. Since furnishings were proven to have a significant effect it was of interest to investigate it further, as it could have a considerable effect on energy planning. The chosen approach was to investigate how the placement of furniture affected a building's heat balance; or more precisely, how furniture covers the floor or walls which results in a coverage rate. To examine how it is in reality the focus of this study has been to investigate how residences are furnished, since there is almost no data regarding this subject.

While examining how residences are furnished, three different methods of collecting data were used: examination of furnished blueprints from literature, examination of model rooms from IKEA and taking inventory at home visits. The addition of the results from these three groups resulted in a coverage rate of 28% for floors and 18% for walls, which represents an average value for the coverage rate of furnishing in this study. The span of the coverage rate reaches within 15 – 41 % for floors and 11 – 33 % for walls.

The established coverage rate was later used in a few simple practical tests. A room was heated constantly with an effect while it was empty and covered with insulation according to different coverage rates. By measuring the temperature during the heating and cooling it was possible to prove the connection between increased coverage rate and increased indoor temperature. However, it was not possible to draw any conclusion regarding how the heat storage was affected. The relation was rather a result of the isolated transmission losses.

One of the conclusions was that the coverage rate for floors decreases with an increase in square meters per person. There is also a connection between increased coverage rate and increased indoor temperature.

Keywords: coverage rate, furnishing, heat storage, insulation

Förord

Vi vill först och främst tacka vår handledare Victor Fransson som har bidragit med värdefulla kommentarer, snabba svar och vägledning genom hela arbetets gång. Han har försett oss med ett testrum som var väsentligt i arbetet. Tack till Dennis Johnsson ska för inspiration om val av ämne, Hans Bagge och Kaisa Svennberg för hjälp med inriktning av ämnet i början av arbetet. Tack till alla nära och kära som ställt upp och öppnat deras hem för oss vid all inventering.

Arbetsuppdelningen i arbetet har övergripande sett ut så att olika områden har delat upp mellan oss. Inget arbete har dock utförts helt på egen hand, utan diskussioner har ägt rum och ömsesidig återkoppling har givits löpande under arbetets gång.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Problemformulering	2
1.4 Metod	2
1.4.1 Enkätundersökning	3
1.4.2 Undersökning av möblernas täckningsgrad	3
1.4.2.1 Grupp 1 – Granskning av möblerade planritningar	4
1.4.2.2 Grupp 2 – Granskning av typrum hos IKEA	5
1.4.2.3 Grupp 2 – Hembesök med inventering.....	6
1.4.3 Praktiska tester	6
1.4.3.1 Testrum.....	6
1.4.3.2 Test tomt rum.....	7
1.4.3.3 Test 1 – Rum isolerat efter framtagen täckningsgrad	7
1.4.3.4 Test 2 – Rum isolerat till en stor täckningsgrad	8
1.5 Avgränsning	8
2 Litteraturstudie	9
2.1 Tidskonstant	9
2.2 Värmelagringsprincipen i byggnadsstommen	9
2.2.1 Passiv värmelagring	10
2.2.2 Aktiv värmelagring	10
2.3 Material	11
2.4 Gjorda undersökningar	13
3 Resultat och analys	16
3.1 Enkätundersökning	16
3.2 Undersökning av möblernas täckningsgrad	17
3.2.1 Grupp 1 – Granskning av möblerade planritningar	17
3.2.2 Grupp 2 – Granskning av typrum hos IKEA.....	20
3.2.3 Grupp 3 – Hembesök med inventering	20
3.3 Sammanställning och analys	23
3.4 Praktiska tester	25
3.4.1.1 Tomt rum.....	25
3.4.1.2 Test 1	25
3.4.1.3 Test 2	27
3.4.1.4 Jämförelse av de praktiska testerna.....	29
4 Diskussion	31
5 Slutsats	35
6 Litteraturförteckning	36

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Senast år 2020 skall energianvändningen inom europeiska unionen ha minskat med 20 %. För byggsektorn innebär detta enligt EU-direktivet om EUs energiprestanda att alla nya byggnader som uppförs från och med den 31 december 2020 skall vara nära-nollenergibygnader. Definitionen för en nära-nollenergibygnad är en byggnad med mycket hög energiprestanda. Den gemensamma allmänna ramen för vad detta innebär finns att läsa i ”Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU”. Mängden energi som tillförs måste ligga nära noll och den ska framför allt utgöras av förnybar energi, och närproducerad förnybar energi. (Anders Göransson, 2013) Den mängd energi som måste tillföras i form av värme bestäms av värmeförlusterna samt den lagrade värmen. Om man kan ta tillvara på gratisvärme genom att lagra den i stommen och utnyttja vid ett senare tillfälle, skulle man kunna minska behovet av att tillföra värme. (Cementa AB, 2001)

Kraven på nya bostäder kommer följaktligen att bli striktare. I takt med att de blir det kommer mindre bidragande faktorer att bli allt viktigare. Det är inte säkert att värmelagring i möbler är en stor bidragande faktor, men ett stort antal små bidrag kan i slutändan att leda till någonting mer betydande.

I en tidigare studie undersöks vilken påverkan innerväggar och möbler i en enplansvilla i Grekland hade på byggnadens tidskonstant. Resultatet var att massan inomhus har en betydande påverkan på tidskonstanten. I detta fall kunde innerväggar och möbler tillsammans öka tidskonstanten med 40 %. Enbart möbler ökade tidskonstanten med 15 % och enbart innerväggar 25 % (K. A. Antonopoulos, 2000). Eftersom denna studie visar att möbler har en påverkan är det av intresse att undersöka möblernas påverkan ytterligare. Genom att komma fram till en täckningsgrad, material och mängd av möbler kan man utföra tester som undersöker hur möbler påverkar en bostads värmebalans. Med täckningsgrad menas hur stor del utav väggar och golv som är täckt av möbler. Det första steget mot att undersöka om det finns ett samband mellan möblernas täckningsgrad och rummets värmebalans är att ta fram information om hur folk möblerar.

1.2 Syfte

Syftet är att undersöka hur bostäder möbleras och som ett komplement att ta reda på hur detta påverkar rummets värmebalans. Genom att undersöka hur folk möblerar kan man komma fram till hur stor del av golv och väggar som täcks av möbler, det vill säga en täckningsgrad, vilket är intressant ur

värmebalanssynpunkt. Ställs möbler intill väggar eller på golv blir det som ett extra konstruktionsskikt som kan påverka värmebalansen på två olika sätt: Antingen positivt genom att det skulle minska transmissionsförluster eller negativt genom att försämra stommens värmelagrande förmåga. Om möbler placeras fritt i rummet och ej är i kontakt med väggarna skulle det påverka positivt genom att öka den lagrade värmen. Däremot undersöks endast möbler som täcker stommen. Täckningsgraden kommer att användas i några enklare tester som görs som ett komplement för att studeras möblernas täckningsgrads inverkan på värmebalansen i rummet.

Det primära målet är att genom olika metoder ta fram data om hur folk möblerar. Det sekundära målet är att undersöka om det finns ett samband mellan möblernas täckningsgrad och rummets värmebalans.

1.3 Problemformulering

Nedanstående frågeställningar ska undersökas:

- Hur ser spridningen och medelvärdet ut för möblernas täckningsgrad i bostäder?
- Finns det något samband mellan boenden och möblernas täckningsgrad?
- Hur kan möblernas täckningsgrad påverka en bostads värmebalans?

1.4 Metod

Förundersökningen kommer att utföras som en litteratursökning, för att beskriva värmelagring ur den aspekt som är nödvändig för rapporten. Den kommer också att ta reda på vad som är av intresse att undersöka när testerna görs, samt se om det finns liknande studier att relatera till.

En kortare enkät kommer att skickas ut till företag som utför energiberäkningar. Den kommer att ta reda på om hänsyn tas till möblernas påverkan vid energiprojektering och om det skulle finnas ett intresse för att ta med möblernas påverkan i energiberäkningar.

För att undersöka hur folk möblerar och komma fram till hur stor del av väggar och golv som möblerna täcker (täckningsgraden) kommer tre metoder att användas; granskning av möblerade planritningar, granskning av typrum hos IKEA och hembesök med inventering.

Sist kommer det att göras tester där man isolerar ett rum till den täckningsgrad som tas fram i undersökningen. Genom att värma upp rummet med en konstant effekt kan man undersöka temperaturförändringen vid uppvärmning och vid avsvälning när effekten tas bort.

1.4.1 Enkätundersökning

Det är svårt att hitta undersökningar som visar hur möbler påverkar energibalansen i bostaden. Därför är det inte enkelt att få en uppfattning om hur omfattade det tas hänsyn till - och om det ens finns intresse för det - i energiprojektering. För att få reda på detta har det per e-post ställts några korta frågor till företag som utför energiberäkningar. Frågorna skickades till egenföretagare samt små och stora företag för att få mångfald. De som svarade hade titlar som till exempel energiexpert/-specialist, teknisk chef, energiingenjör, energikonsult och projektledare. Frågorna skickades ut till 17 olika företag och utav de 15 svar som kom in var det 13 stycken som kom med i denna undersökning. De som inte kom med var svar som endast innehöll ja eller nej och inga utvecklade svar. Nedan presenteras frågorna samt en sammanfattning av svaren. Alla svar och företagsnamn finns i bilaga A. Frågorna som ställdes efter en kort beskrivning av examensarbetet var:

1. Tar ni på något sätt hänsyn till möblemaning i era energiberäkningar?
2. Om svaret på fråga 1 är ja: på vilket sätt tar ni då hänsyn till det?
Exempelvis: hur förs det in i ett eventuellt energiberäkningsprogram, vilka parametrar är av värde- material? volym? täckningsgrad?
3. Om svaret på fråga 1 är nej: tycker ni att det är någonting som skulle vara värt att undersökas - hur möbler påverkar en bostads värmebalans?
4. Vilket energiberäkningsprogram använder ni er av?

1.4.2 Undersökning av möblernas täckningsgrad

Vid undersökning av hur bostäder möbleras har tre olika informations-sökningsmetoder använts: granskning av möblerade planritningar från en bok gällande Miljonprogrammet i Göteborg (Ola Nylander, 2011), granskning av typrum hos IKEA och hembesök med inventering av lägenheter. Dessa tre grupper ska tillsammans ge en bild av hur folk i dagsläget möblerar.

Hembesök med inventering kan ses som den allra noggrannaste metoden, då man valde vad som skulle ingå eftersom inventeringen gjordes personligen. Att undersöka lägenheter blir därför noggrannare än att granska ritningar. Att inventera en lägenhet och sammanställa resultatet tog cirka fyra timmar. Det skulle därför ta alldeles för lång tid att ha endast denna grupp, då många fler lägenheter hade behövt undersökas. Därför valdes ett annat mer tidseffektivt sätt att undersöka möblering för de två andra grupperna; nämligen att granska planritningar. Den ena av dessa två grupper var typrum från IKEA, vilka kan ses som en inspiration till hur människor möblerar. Den sista gruppen är

planritningar på bebodda lägenheter, som alltså avbildar hur lägenheter ser ut när de är möblerade efter invånarnas egna val. Resultaten från dessa tre metoder kommer även att jämföras sinsemellan.

Inredning som räknas in är dels alla möbler, men även fast inredning kommer tas med i undersökningen. Med fast inredning syftas det på garderober, kyl/frys, tvättmaskin, diskmaskin, köksbänkar, köksväggskåp, toalett m.m. En del utsmyckning som kanske inte räknas direkt som möbler kommer också att tas med; till exempel tavlor och speglar. Planscher har exkluderats.

Det som främst kommer att undersökas och redovisas är möblernas täckningsgrad av stommen, men även en del angående mängden möbler och deras material.

1.4.2.1 Grupp 1 – Granskning av möblerade planritningar

Vid granskning av möblerade planritningar har information hämtats från boken ”Nya svenskar – så använder vi våra bostäder”. Undersökningen är ett samarbete med Bostads AB Poseidon. Där undersöktes bostadsområdet Backa Röd i Göteborg som ingick i Miljonprogrammet genom hembesök och intervjuer av boenden med invandrarbakgrund. Detta gjordes eftersom det inte finns tillräcklig kunskap om hur olika boendegrupper använder och uppfattar sin bostad. På så sätt skulle de kunna ta reda på vad som inte fungerar arkitektoniskt i Miljonprogrammet. De boende intervjuades om bland annat trivsel, området, trygghet i boendet, ekonomi, lägenhetens passform, kvaliteter och brister. För varje intervju finns det en detaljerad planritning och fotografier på lägenheterna som var tagna i samband med intervjuerna (Ola Nylander, 2011)

Vissa av lägenheterna har identisk utformning eller är spegelvända. Detta var en av anledningarna till att denna studie var intressant för undersökning av täckningsgrad. Vid jämförelse av täckningsgrad i likadana eller liknande lägenheter ges en möjlighet att tydligare se en koppling mellan de boende och möblernas täckningsgrad. Det vill säga om olika täckningsgrad för samma typ av lägenhet uppkommer kan skillnaden kopplas till de boende.

Vid mätning av täckningsgrad i lägenheter från boken ”Nya svenskar – så använder vi våra bostäder” användes olika standardmått eller mått som ansågs rimliga för möblerna för att kunna mäta på ett konsekvent sätt. På ritningarna framgår inte höjden på möblerna, därmed användes mått från IKEA för liknande möbler. För höjdmått som användes se tabell 1. Takhöjden för lägenheterna antogs vara 2,5 m. Fönster är ej exkluderade från väggarean då fönsterhöjder inte framgår på planritningar. Eftersom fönster finns i alla möjliga storlekar är det därmed svårare och osäkrare att anta höjd på fönster

jämfört med att anta höjd för liknande möbler. För bord, stolar, fåtöljer och små skrivbord användes 0,0036 m² för den yta som täcker golvet per ben. För större skrivbord ansågs att en tredjedel av skrivbordets yta täckte golvet eftersom större skrivbord oftast har en eller två förvaringsenheter under bordet. Med litet skrivbord menas t.ex. 0,8 x 0,5 m² bordsskiva och med större 1,2 x 0,7 m². I badrum beräknades en standardtoalett och vask ta upp 0,15 m² av golvytan.

Då grupp 1 innebär granskning av planritningar kan inte tavlor och utsmyckning på väggar tas med då detta inte framgår på ritningarna.

Tabell 1: Höjdmått på standardinredning

Möbel	Höjd (m)
Byrå	0,5
Bokhylla	2,0
Sänggavel	1,0
Säng	0,3
Skrivbord	0,75
Överskåp i kök	0,6
Bänkskåp	0,9
Soffa	0,8
Badkar	0,5
Tvättpelare	1,7
Tvättmaskin/Torktumlare	0,85
Toalett	0,5

1.4.2.2 Grupp 2 – Granskning av typrum hos IKEA

Vid granskning av typrum hos IKEA har två sorters typrum undersökts: Den första är lägenheter i IKEAs varuhus. Där finns det en del färdiginredda hela lägenheter. Dessa har granskats i varuhuset i Malmö. Den andra är projektet Boklok som har utvecklats av IKEA och Skanska. De bygger lägenheter och radhus tillsammans och möblerade planritningar på dessa bostäder finns på hemsidan www.boklok.se. Även dessa planritningar har granskats. Ett exempel på en sådan planskiss finns här nedan.

Vid undersökning av Boklok gäller samma förutsättningar som för mätning av täckningsgrad i lägenheterna för grupp 1. Takhöjden för Boklok-lägenheterna sattes till 2,56 m, samma som i IKEAs exempelrum. Till skillnad från boken och Boklok var undersökning av IKEAs exempelrum mer noggrann då det var som att göra hembesök. Genom att notera vilka möbler som fanns kunde man

ta reda på exakta mått med hjälp produktbeskrivning och behövde därmed inte anta höjd på vissa möbler.

Då grupp 2 *främst* innebär granskning av planritningar kan inte tavlor och utsmyckning på väggar tas med (i mer än lägenhet 1, 2 och 7) då detta inte framgår på ritningarna.

1.4.2.3 Grupp 2 – Hembesök med inventering

Den tredje och sista informationskällan är hembesök där ett antal lägenheter inventerats. Vid inventeringen kartläggs hur stort varje rum är (golvarea och väggarea), hur stor del av väggarna som är täckta, hur stor del av golven som är täckta, vilken typ av möbler som finns i rummet och var dessa är placerade. Slutligen summeras areor för att få en sammanlagd area och täckningsgrad för lägenheten, medan möblerna får stå kvar rumsvis för att få det mer överskådligt. Till skillnad från grupp 1 och 2 gick det här att ta hänsyn till fönster, tavlor och speglar som fanns i lägenheterna.

1.4.3 Praktiska tester

I detta avsnitt skall resultatet från förra avsnittet testas i praktiken. Tillvägagångssättet är att det finns ett tomt rum som kan möbleras, eller i detta fall isoleras, efter olika fall. Rummet kommer att värmas upp med hjälp av en värmefläkt med konstant effekt. Med hjälp av fem stycken loggrar kommer temperaturen att mätas var 30:e sekund. Även den relativa fuktigheten mäts. Efter uppvärmning stängs fläkten av och loggrarna mäter avsvälningen. Efter detta kan data tas ut, sammanställas och jämföras för fallen. Tre fall kommer att testas; tomt rum, rum isolerat efter framtagen täckningsgrad och ett rum som är isolerat till en stor täckningsgrad.

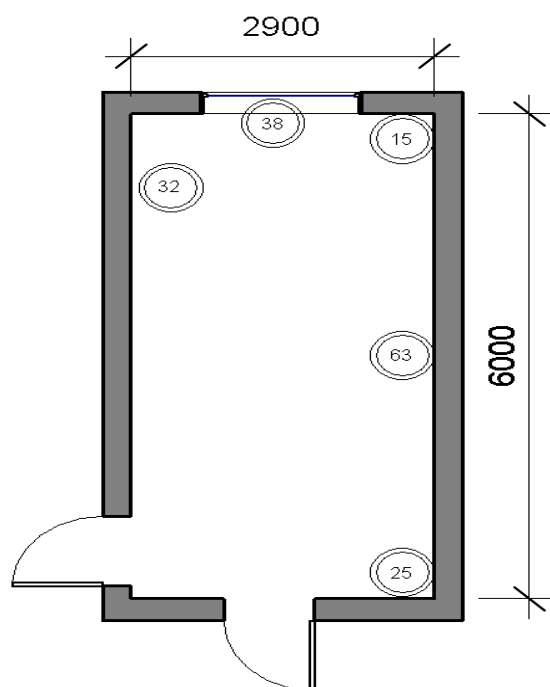
Utrustningen som användes består av en värmefläkt, en effektmätare, fem stycken loggrar samt 30 mm tjock isolering (av typen EPS-cellplast med måtten 0,6*1,2 m). Med hjälp av effektmätaren kunde den konstanta effekten avläsas till 1,66 kW.

Testerna kommer alltså att undersöka möblernas påverkan på rummets värmebalans i avseendet att de täcker den värmelagrande stommen, inte hur värmelagringen i själva möblerna bidrar.

1.4.3.1 Testrum

Testrummet är ett rum med 17,4m² golvyta och 46,2 m² väggyta, varav 30,5 m² betongvägg och 15,8 m² gipsvägg (den vänstra långsidan). I rummet finns dessutom två dörrar och ett fönster (borträknade från väggytan). Fönstret sitter på den enda väggen som är en yttervägg, och vetter mot norr. Det gör att

solinstrålningen är minimal. Bortsett från värmefläkten finns inga andra värmekällor i rummet. Ventilationsflödet till rummet är cirka 48 l/s med tilluftstemperaturen 21°C.



Figur 1: testrummet med placering av loggrarna.

Loggrarna placeras utspritt i rummet (se figur 1). Nr 25 placeras på golvet i det inre hörnet som bildas av betongväggarna. Nr 63 placeras i mitten av rummet, 1,10 m upp på betongväggen. Nr 15 placeras på golvet i det yttre hörnet som bildas av betongväggarna. Nr 38 placeras i fönsterkarmen och nr 32 placeras i det yttre hörnet som bildas av betong- och gipsväggen, på en metallställning 0,5 m upp, från golvet. Ställningen täcker endast några kvadratmillimeter av golvet och dess lilla täckningsgrad har därför försumrats.

Värmefläkten placerades i mitten av rummet och riktades mot fönsterväggen.

Tre loggrar placerats i denna ände av rummet (nr 32, nr 25 och nr 38) för att temperaturen antogs bli högst där. Eftersom att det finns en viss brandrisk med cellplast så har isoleringen på golvet placerats ut så att den inte ligger allt för nära värmefläktens utblås.

1.4.3.2 Test tomt rum

I det första testet dokumenteras temperaturförloppet vid uppvärmning och avsvälning för rummet när det är tomt. Här utnyttjas den värmelagrande förmågan i alla betongväggar. Detta är utgångsläget som de två andra testerna skall jämföras med.

Detta test gjordes en gång.

1.4.3.3 Test 1 – Rum isolerat efter framtagna täckningsgrad

I test 2 skall de framtagna täckningsgraderna från avsnittet ”undersökning av hur folk möblerar” testas. Alltså skall 28 % av golvytan isoleras och 18 % av väggytan. Det innebär 4,9 m² av golvet och 8,3 m² av väggarna. En isoleringsskiva har ytan 0,72 m² och vi avrundar till hela skivor. Det innebär 5,0 m² (7 skivor) för golvet och 8,6 m² (12 skivor) för väggarna. Detta resulterar i en täckningsgrad på 29 % för golvet och 19 % för väggarna.

Täckningsgraden är här räknad för alla väggar, men det är endast betongväggarna som isoleras. Isoleringen spreds ut för att efterlikna hur möbler hade kunnat täcka väggar och golv.

Detta test gjordes tre dagar i rad för att säkra tillförlitligheten.

1.4.3.4 Test 2 – Rum isolerat till en stor täckningsgrad

Här isolerades rummet med alla de 40 isoleringsskivor som fanns till förfogande. 15 av dessa fick täcka golvet och 25 av dem fick täcka väggarna (fortfarande endast betongväggarna). Detta innebär en täckningsgrad på 62 % för golvet och en täckningsgrad på 40 % för väggarna.

Täckningsgraden är här räknad för alla väggar, men det är endast betongväggarna som isoleras. Här spreds inte isoleringen ut på samma sätt som i test 1, utan hela skivor sattes ut systematiskt där det fanns plats.

Detta test gjordes tre dagar i rad för att säkra tillförlitligheten.

1.5 Avgränsning

Rapporten kommer inte att svara på hur mycket energi man kan vinna eller förlora på möblering i mått till exempel kilowattimmar eller kronor. Den kommer endast undersöka om möbler kommer att påverka positivt eller negativt ur värmesynpunkt.

2 Litteraturstudie

2.1 Tidskonstant

En byggnads tidskonstant talar om hur snabbt inomhustemperaturen ändras till följd av en temperaturändring utomhus. Två begrepp som ofta används i samband med tidskonstant är *lätta* respektive *tunga* byggnader. En lätt byggnad, med till exempel en trästomme, reagerar snabbt på ett temperaturomslag utomhus. En tung byggnad, med till exempel betongstomme, reagerar långsammare på ett temperaturomslag. Tidskonstanten är ett mått på byggnadens värmetröghet, även kallat värmelagringsförmåga. (Catarina Warfvinge, 2010) Om tidskonstanten är stor (tung stomme) betyder det att mer värme kan lagras i konstruktionen och det är anledningen till att den reagerar långsammare på ett temperaturomslag. Eftersom att mer värme kan lagras kan också mer värme avges. Detta kommer att ske när inomhusluften blir svalare än själva stommen och resultera i att inomhusluften inte kyls ned lika snabbt som den skulle ha gjort om byggnaden haft en låg tidskonstant (lätt stomme). (Kurkinen, 2012)

Tidskonstanten, τ , anges i timmar och kan bestämmas genom:

$$\tau = \frac{\Sigma c \cdot m}{\Sigma U \cdot A + Q_{vent}} \cdot \frac{1}{3600} \quad (\text{Ekv. 1})$$

$\Sigma c \cdot m$ = summan av omslutande ytors värmekapacitet, [J/K]

c = värmekapacitet, [J/kg·K]

m = massa, [kg]

$\Sigma U \cdot A$ = summan av transmissionsförlusterna, inklusive köldbryggor, [W/K]

Q_{vent} = värmeeffektörluster på grund av ventilation och luftläckage, [W/K]

Detta betyder att tidskonstanten kan bestämmas genom att summera den värmeenergi som kan lagras i de konstruktionsdelar (väggar, tak och golv) som omsluter den uppvärmda inneluften. Genom denna formel fås tidskonstanten i timmar, men genom att dividera med 24 kan den även anges i dygn. (Boverket, 2012)

2.2 Värmelagringsprincipen i byggnadsstommen

I en byggnadsstomme kan det lagras värme. Ju mer värme som lagras desto högre blir tidskonstanten. Hur mycket värme som kan lagras beror på vilket byggnadsmaterial stommen består av och hur lång tidsperiod man undersöker. Lagringen kan ske på två sätt; genom passiv och genom aktiv värmelagring. Passiv värmelagring finns automatiskt hos byggnaden. Vid aktiv värmelagring försöker man med hjälp av styrstrategier att utnyttja byggnadsstommens naturliga värmelagringsförmåga i större utsträckning. (Karlsson, 2010)

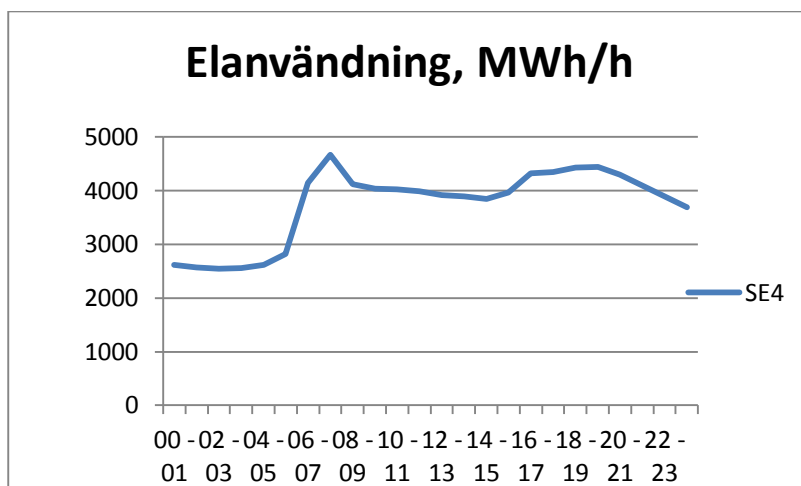
2.2.1 Passiv värmelagring

Med passiv värmelagring menas att man inte gör någonting ”extra” för att förbättra stommens värmelagrande förmåga. Det är alltså den naturliga värmelagringen som kommer att ske helt automatiskt. Ovan står beskrivet att en byggnad med tung stomme kan lagra mer värme än vad en byggnad med lätt stomme kan. Värme transporteras alltid från varmt till kallt. Antag inomhustemperaturen i en bostad stiger till följd av ökade gratisenergikällor (solinstrålning, elektroniska apparater, antal individer som befinner sig i bostaden etc.). Eftersom att värme alltid transporteras från varmt till kallt, och luften nu håller en högre temperatur än vad till exempel väggarna gör, så kommer värmen att transporteras från inomhusluften till väggarna och lagras där. Vid ett senare tillfälle när inomhustemperaturen sjunker så kommer väggarna att hålla en högre temperatur än vad inomhusluften gör. Då kommer förloppet att verka omvänt och värmen transporteras från väggarna till inomhusluften. För att detta ska vara möjligt måste såklart en liten temperaturvariation av inomhusluften tillåtas. (Anders Rönnblad, 2012)

2.2.2 Aktiv värmelagring

Passiv värmelagring kommer inte att utnyttja den fulla värmelagringskapaciteten i byggnadsstommen. För att göra detta, eller i alla fall öka den, kan man använda olika styrstrategier. Exempelvis ventilation, fläktar, pumpar etc. Sommartid är det ofta övertemperatur dagtid. Ett exempel på aktiv värmelagring är att då använda sig av nattventilation för att hålla temperaturen nere. Under dagen när inomhustemperaturen vanligtvis är som högst kommer värmen att tas upp i stommen. På natten kan då ventilationen ökas så att värmen transporteras från stommen till inomhusluften och ventileras ut. Temperaturen i stommen kommer då att minska och nästa dag finns det utrymme för mer värme att tas upp i stommen. Detta kan bidra till att man under dagtid slipper kyla byggnaden med en kylmaskin.

Energianvändningen och elkostnaden som skulle gått till det omvandlas istället till en energianvändning och elkostnad nattid, genom ventilation. (Karlsson, 2010) Eftersom att elpriset på den nordiska marknaden är högre dagtid än vad det är nattid kommer detta att resultera i en kostnadsbesparing.



Figur 2. Elanvändning under ett dygn. Bildkälla: (nordpool spot)

Dessutom skulle detta kunna bidra till en minskad användning av fossila bränslen. Belastningen på fjärrvärmeanläggningar varierar nämligen- den är låg under natten och hög under dagen (se figur 2). Elkostnaden följer denna ändring. När användningen är hög är elpriset högt. När användningen är låg är elpriset lågt. När belastningen på fjärrvärmenätet är som störst måste produktionsanläggningarna starta sina spetslastcentraler. Bränslet till dessa anläggningar är olja. Skulle man då kunna flytta en del av den höga belastningen till de tidigaste morgontimmarna skulle inte den största belastningen bli lika stor, och användningen av fossila bränslen skulle bli mindre. (Svend Fredriksen, 1993) Dock har de fossila bränslena i fjärrvärmeproduktionen idag till stor del ersatts av biobränslen, men det finns fortfarande kvar till viss del. (Erik Axelsson, 2012)

I en lätt byggnad, som inte har lika stor värmelagrande förmåga, kommer det inte i samma utsträckning att vara möjligt att lagra värme till ett senare tillfälle. Det innebär att inomhustemperaturen kommer att variera mycket mer och behovet för värme och kyla kommer att vara större. (Ståhl, 2009)

Denna rapport ämnar undersöka värmelagringen i möbler, enligt samma princip som i byggnadsstommar. Detta behöver inte, med den här rapportens angreppssätt, ha en lika stor påverkan som den grekiska studien med sitt angreppssätt visats ha. I äldre hus där energikraven inte är lika hårda, klimatskalet inte lika tätt, och byggnaden helt enkelt förbrukar mycket energi, är det inte troligt att denna faktor kommer ha någon betydelse. Däremot i ett samhälle där energikraven skärps och marginalerna bara blir mindre och mindre skulle det eventuellt kunna göra skillnad.

2.3 Material

För att ett material ska ha god värmelagringsförmåga krävs det att det har hög densitet, hög specifik värmekapacitet och en god värmeledningsförmåga.

Materialet får dock inte ha *för* god värmeledningsförmåga, då värmen i så fall kommer att gå rakt genom väggen och försvinna ut på andra sidan. De byggnadsmaterial som har bäst värmelagringsegenskaper är sten och betong. För en bostads värmebalans, skulle det alltså vara bäst att möblera i sten eller betong. Så ser dock inte verkligheten ut. Det är mer praktiskt och vanligare att ha möbler i trä. Träs värmelagringsförmåga är nio gånger sämre än den för sten (granit), men fortfarande 56 gånger bättre än den för luft, vilket en trämöbel blir substitut för om man jämför möblering i trä kontra tomt rum. En sammanställning på värmelagringsegenskaperna för granit, betong, trä, mineralull och luft visas nedan (Burström, 2007).

Tabell 2: Några material och deras värmelagringsförmåga.

Material	c [J/(kg·K)]	ρ [kg/m ³]	λ [W/(m·K)]	b [J/(m ² ·K·√s)]
Granit	1000	2700	3,5	3074
Betong	1000	2300	1,7	1977
Trä	1600	500	0,14	335
Mineralull	1030	100	0,040	64
Luft	1000	1,2	0,026	6

$$b = \sqrt{c \cdot \rho \cdot \lambda} \quad b = \text{värmetröghet [J/(m}^2\text{·K·}\sqrt{\text{s}}\text{)]}$$

$$c = \text{specifik värmekapacitet [J/(kg·K)]}$$

$$\rho = \text{densitet [kg/m}^3\text{]}$$

$$\lambda = \text{värmeledningsförmåga [W/(m·K)]}$$

Tabell 3. Förklaring: Material a har x gånger bättre värmelagringsförmåga än material b.

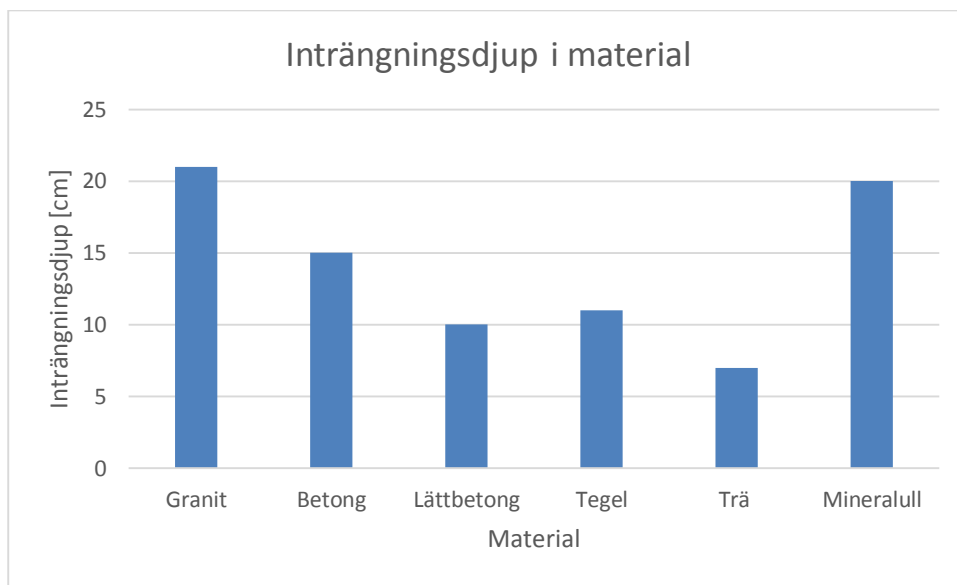
Material a	Material b	x
Granit	Luft	512
Betong	Luft	330
Betong	Trä	6
Trä	Luft	56
Mineralull	Luft	11

Källa: Burström, 2007

Tabellerna visar på att även om trä inte är det material som lämpar sig allra bäst för att lagra värme, skulle det teoretiskt sett ha en inverkan som gynnar bostadens värmebalans i det avseende som denna rapport undersöker. Hur mycket värme som faktiskt lagras i en konstruktionsdel, eller i en möbel, beror även på dess tjocklek. Det är inte så att ju tjockare konstruktionsdelen är desto mer värme kan lagras i den. Den lagrade värmen ökar snarare med den yta som exponeras mot inomhusluften. För varje material finns en optimal

tjocklek för dygnslagring. Denna åskådliggörs i figur 3 nedan. I figuren kan man se att den optimala tjockleken för betong är 15 cm. I en byggnad med en betongvägg som är 30 cm tjock kommer inte de yttersta 15 centimetrarna att bidra till värmelagringen. Hade väggen varit smalare än 15 cm hade inte dess fulla värmelagringspotential utnyttjats. (Hagentoft, 2000)

Inträngningsdjup i material



Figur 3: optimal materialtjocklek för värmelagring under en dygnsperiod

Det är inte givet att möbler måste ha en positiv inverkan på bostadens värmebalans. Antag att ett hus har väggar och bjälklag i betong. Om väggarna täcks med fulla bokhyllor och tavlor eller golven täcks med mattor, så kan detta hämma betongens värmelagrande förmåga. Eftersom betong är bättre på att lagra värme än till exempel textil som en matta kan bestå av, har man därmed ersatt betongen med textilen. Detta kan man likna vid att isolera bjälklaget invändigt, vilket ur värmelagringssynpunkt kommer att inverka negativt på bostadens värmebalans (Cementa AB, 2001). En förenkling av vad som händer när möbler placeras intill väggar och på golv är alltså att betongen isoleras från insidan. Det är *främst* ur den här aspekten som de praktiska testerna kommer att utföras.

2.4 Gjorda undersökningar

Det finns ytterst få gjorda undersökningar om möblernas påverkan ur värmesynpunkt. Det finns en grekisk studie som undersöker vilken påverkan innerväggar och möbler i en enplansvilla i Grekland kan ha på en byggnads tidskonstant. Detta är den enda undersökningen i sitt slag, som undersöker möblernas inverkan ur energisynpunkt.

I undersökningen mättes innerväggarna i löpmeter (L_p) och möblerna representeras med träskivor. Ytan av möblernas motsvarighet i träskivor mättes i kvadratmeter (A_f), för en sida. Det gällde givetvis att alla innerväggar skulle vara av samma konstruktion och ha samma höjd. I detta fall gjordes undersökning på en välisolerad enplansvilla på 100 m², som inte var i kontakt med någon annan byggnad. För väggar och tak var U-värdet 0,66 W/m²K respektive 0,46 W/m²K med totalt 15 % öppningar där $U = 4$ W/m²K. Huset hade 20 löpmeter innerväggar och $A_f = 600$ m² med tjockleken 5 cm på träskivorna. Träskivorna hade samma höjd som innerväggarna. Husets tidskonstant med endast ytterväggar, dvs. utan innerväggar och möbler, (τ_{env}) blev 62h. Ytterväggar med endast möbler: $\tau_{env+fur} = 71$ h och ytterväggar med bara innerväggar: $\tau_{env+par} = 77$ h. τ_{tot} är huset med ytterväggar, möbler och innerväggar och blev 86h.

Om man skulle vilja undersöka ett flervåningshus föreslås det att man kan ha med ytterligare variabler som är för golv, innertak och innerväggar. Man kan nämligen dela upp den totala tidskonstanten på följande vis:

$$\tau_{tot} = \tau_{env} + \tau_{ind} \quad (\text{Ekv. 2})$$

Där den totala tidskonstanten består av ytterväggar och massa inomhus. I sin tur delar man upp tidskonstanten τ_{ind} , som står för indoor mass.

$$\tau_{ind} = \tau_{par} + \tau_{fur} \quad (\text{Ekv. 3})$$

Massan inomhus består av skiljeväggar och möbler. Därför måste man dela in τ_{par} (skiljeväggar) i flera komponenter om det är ett flervåningshus som undersöks. Då får man ha med dessa tidskonstanter: $\tau_{i,fl}$ (innergolv), $\tau_{i,ce}$ (innertak) och $\tau_{i,wa}$ (innerväggar).

$$\tau_{par} = \tau_{i,fl} + \tau_{i,ce} + \tau_{i,wa} \quad (\text{Ekv. 4})$$

I figur 4 kan man se hur den totala tidskonstanten påverkas av löpmeter innervägg (L_p) och träskivornas area (A_f), med hänsyn till infiltrations- och ventilationsförluster.

Enligt ekvation 5 kan man se att den totala tidskonstanten är linjär mot L_p och A_f .

$$\tau(L_p, A_f) = \tau_{env} + c_p L_p + c_f A_f \quad (\text{Ekv. 5})$$

Innerväggarna och möblerna mättes även som massa i kg. Dock får man inte en lika tydlig uppfattning av mängden innerväggar och möbler då det uttrycks

i kg, men det är lättare om man ska beräkna ett flervåningshus där man måste ta hänsyn till de våningsskiljande elementen.

Sammanfattningsvis blev slutsatsen att massan inomhus har en betydande påverkan på tidskonstanten. Totalt höjdes tidskonstanten med 40 %, där innerväggarna stod för 25 % och möblerna för 15 %. Ventilationen har en stor betydelse eftersom det sänkte den τ_{tot} under normala förhållanden med 25 % och termofördröjningen, t_d med 35 %. (K. A. Antonopoulos, 2000)

Eftersom denna undersökning tydligt bevisar att den interna massan har en relativt stor inverkan på tidskonstanten vill vi undersöka hur placeringen av möblerna bidrar, närmare bestämt efter en specifik täckningsgrad med utspridd placering av möblerna. Då väggar och golv täcks av möbler kan stommens värmelagrande förmåga nedsättas. Men det borde även innebära en minskning av transmissionsförluster då man kan se det som att ett extra konstruktionsskikt tillkommer. Det vill säga att stommen tilläggsisoleras invändigt. I den grekiska undersökningen motiveras inte valet av mängden möbler som motsvaras i träskivor. Det framgår endast mängden möbler som har undersökts och det framgår ingenting om täckningsgrad. Detta trycker ytterligare på intresset för att ta fram en täckningsgrad efter hur folk möblerar. Genom att kartlägga verkligheten kan täckningsgraden användas vid senare tillfälle och det kan även ses som en slags bakgrundsstudie till den grekiska undersökningen.

3 Resultat och analys

3.1 Enkätundersökning

Tabell 4: Sammanställning av svar på fråga 1 och 3 från enkätundersökningen

	Ja	Kanske/Till viss del	Nej	Bortfall
1	6	1	6	0
3	2	3	2	5

På första frågan var det sex stycken som svarade nej, varav en av dem påpekade att när man väljer mellan en tung, medel eller lätt stomme kan man välja medel och på så vis ta hänsyn till intern tyngd. Med interntyngd syftar man på innerväggar och möbler.

En person i undersökning tog delvis hänsyn till möblerna. Då var det endast möbler som kunde tillföra överskottsenergi som t.ex. apparater, belysning m.m. som de tog med i deras beräkningar. Därmed tog de inte hänsyn till ”vanliga möbler”, utan snarare gratisenergikällor.

De resterande sex personer svarade att de mer eller mindre tog hänsyn till det eftersom det finns möjlighet i vissa energiberäkningsprogram att ta hänsyn till möblemang. Däremot påpekade de flesta att de inte undersökte möblernas påverkan i detalj utan att de endast tog hänsyn till det med hjälp av de förinställda värdena. En utav de svarandena påpekade att i de flesta energisimulerings-programmen finns det ingen detaljerad meny för detta.

På fråga två beskrev en del av de som svarade vilka förinställda värden som fanns i beräkningsprogrammet IDA ICE, antingen med text eller med bild. De värden som programmet hade med var hur stor del av golvytan som är täckt av möbler (förinställt värde 20 %), möblernas vikt (förinställt värde 25 kg/m²), värmekoefficient (förinställt värde 6 W/m²,K) samt möbelns konstruktion eller material.

Andra svarade på fråga två att de använde sig av möblernas massa, volym, densitet eller att man valde inställningen halvlätt, lätt eller halvtung stomme.

När det gällde om de ansåg att det vore intressant att ta hänsyn till möbler i energikalkyler enligt fråga tre var det två stycken som sa nej. Tre personer svarade kanske, för att om det visar sig att möblerna har en inverkan och om man kan komma på en enkel och bra modell för att föra in värden vore det intressant. Två av de tillfrågade ansåg att det skulle vara intressant. En av dessa trodde att det skulle kunna vara intressantare i samband med effektbehovsberäkningar. För fråga tre blev det en liten del bortfall eftersom några inte svarade på frågan.

De energiberäkningsprogram som de svarsdeltagande och företag använder sig av är:

- **BV²**, utvecklat av CIT Energy Management.
- **Energiberäkning.se**, en portal som har utvecklats och drivs helt ideellt.
- **Energihuskalkyl.se**, ett hjälpverktyg framtaget av ATON teknikkonsult.
- **IDA Indoor Climate and Energy (IDA ICE)** utvecklat av Equa Simulations.
- **ISOVER Energi**, utvecklat av Saint- Gobain ISOVER.
- **PassivHus Projekterings Paket (PHPP)**, utformat av Passiv Haus Institut i Darmstadt under ledning av Wolfgang Feist.
- **TMF Energi**, utvecklat av SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.
- **VIP+**, utvecklat av Skanska.

Svaren på enkäten visade att det i viss utsträckning tas hänsyn till möblering vid energiberäkningar, dock inte särskilt ingående. De som tar hänsyn till detta använder sig av förinställda värden. Därför är det aktuellt att undersöka om den förinställda täckningsgraden stämmer överens med verkligheten. För att kunna ta reda på täckningsgraden måste man ta reda på hur folk möblerar.

3.2 Undersökning av möblernas täckningsgrad

3.2.1 Grupp 1 – Granskning av möblerade planritningar

Tabell 5: Resultat från grupp 1.

Lägenhet	Antal boende	Golvytta (m ²)	Täckningsgrad golv	Täckningsgrad vägg
1	4	78	30 %	15 %
2	1	82	31 %	15 %
3	1	65	26 %	18 %
4	4	76	26 %	13 %
5	3	73	31 %	20 %
6	7	76	39 %	15 %
7	3 / 7*	76	36 %	11 %
8	2	82	29 %	18 %
9	1	67	22 %	12 %
10	4	81	25 %	14 %

11	4	81	27 %	15 %
12	3	77	24 %	14 %
13	2	77	26 %	14 %
14	6	83	29 %	14 %
15	4	81	31 %	22 %
16	5	81	24 %	15 %
17	3	77	21 %	13 %

**Varannan vecka bor 4 barn där.*

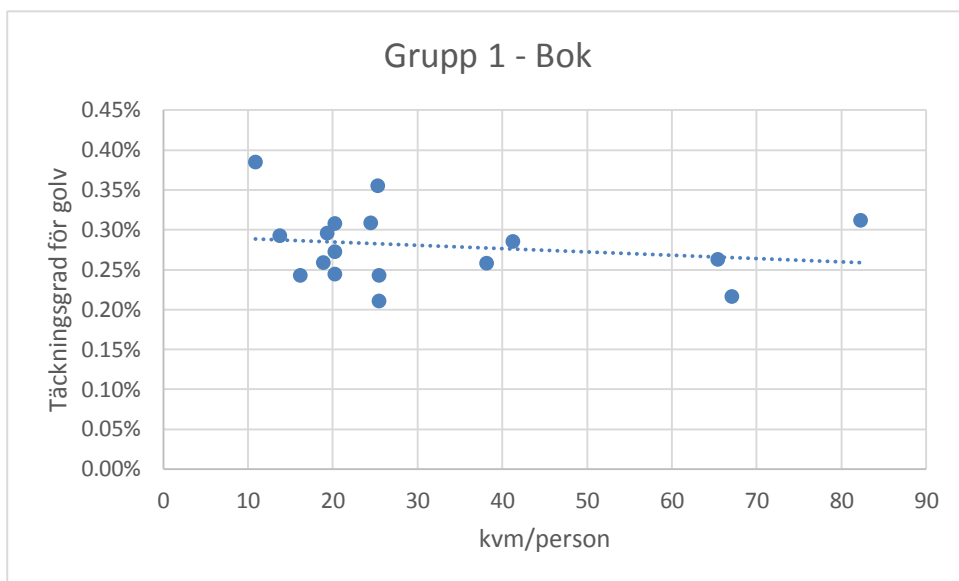
Ett mer detaljerat resultat finns tillgängligt i bilaga B. Notera att även om täckningsgraden för vägg är lägre än den för golv för alla lägenheter är oftast väggarna täckta till en större yta än golvet.

Medelvärdet för täckningsgraden av golvet för grupp 1 blir 28 %. Medianen blir 27 %. Medelvärdet för täckningsgraden av väggen för grupp 1 blir 15 %. Medianen blir 15 %. Högsta täckningsgraden för golv var 39 % i lägenhet nr 6 där det bor två vuxna och fem barn. Lägsta var 21 % i lägenhet 17 där två vuxna med ett barn bor tillsammans. För väggarna var högsta täckningsgraden 22 % i lägenhet 15, som presenteras nedan, och lägsta 11 % i lägenhet 7 där ett äldre par bor med deras vuxna son och varannan vecka sonens tre barn.

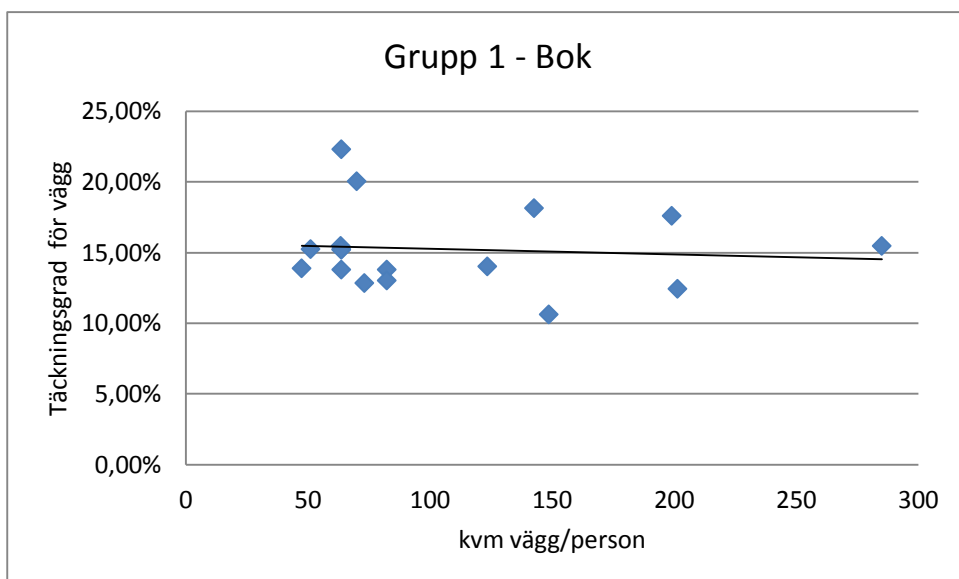
I lägenhet nr 15 bor det 4 personer, varav 2 vuxna och 2 barn som är fyra och tre år gamla. Lägenhetens storlek är 81 m² exklusive balkongen. Balkongen räknades inte in i undersökning eftersom den är utanför klimatskalet. Denna lägenhet är en av de lägenheter i denna grupp som har bland de högsta täckningsgraderna för både golv och vägg. Familjen hade bott där i fem år när intervjun gjordes. Det framgår i intervjun att föräldrarna anser att lägenheten är svärmöblerad, bland annat på grund av att samtliga rum är har minimimått.

I lägenheten nr 9 bor det en ensamstående man, 29 år, som har bott där drygt ett år. Lägenheten är 67 m² stor exklusive balkongen. Denna lägenhet ligger under medelvärdet för täckningsgraden av både golv och vägg. Det beror givetvis på att en familj på fyra personer har behov av mer möbler än en ensamstående person. I lägenhet 9 fanns endast de nödvändigaste möblerna som uppfyller ens vardagliga behov. Dessutom är lägenheten stor och rymlig för ett ensamhushåll.

Nedan följer två diagram. I det första visas sambandet mellan kvadratmeter golv per boende och täckningsgraden för golv I det andra visas sambandet mellan kvadratmeter vägg per boende och täckningsgraden för vägg. I diagrammen ser man att täckningsgraden ökar med minskad yta per person – både för golv och för vägg. För vägg är sambandet dock väldigt vagt.



Figur 4: Samband mellan kvm/boende och täckningsgrad för golv.



Figur 5: Samband mellan kvm vägg/boende och täckningsgrad för vägg.

3.2.2 Grupp 2 – Granskning av typrum hos IKEA

Tabell 6: Resultat från grupp 2.

Lägenhet	Yta golv (m ²)	Yta vägg (m ²)	Täckningsgrad golv	Täckningsgrad vägg
1*	31	66,8	35 %	28 %
2*	32	85,2	32 %	33 %
3	50,5	144,8	31 %	17 %
4	49,5	142,1	29 %	16 %
5	75,5	200,5	37 %	21 %
6	65,5	161,9	30 %	15 %
7*	55	169	41 %	24 %
8	75,5	218,2	27 %	14 %
9	67	175,5	19 %	13 %
10	96	243,7	32 %	13 %

*typrum

Ett mer detaljerat resultat med bland annat väggarea finns tillgängligt i bilaga C.

För golv blev den högsta och lägsta täckningsgraden 41 % respektive 19 %. För vägg blev den högsta och lägsta täckningsgraden 33 % respektive 13 %. Medelvärde för täckningsgraden av golvet för grupp 2 blir 31 %. Medianen blir 32 %. Medelvärde för täckningsgraden av väggen för grupp 2 blir 19 %. Medianen blir 17 %.

3.2.3 Grupp 3 – Hembesök med inventering

Tabell 7: Resultat från grupp 3.

Lägenhet	Antal boenden	Golvyta (m ²)	Täckningsgrad golv	Täckningsgrad vägg
1	2	71,6	24 %	12 %
2	3	81,2	40 %	29 %
3	2	63	24 %	15 %
4	2	77,7	26 %	30 %
5	2	44,1	41 %	13 %
6	2	70,9	19 %	19 %
7	2	35,2	16 %	17 %
8	2	65,4	16 %	15 %
9	1	45	15 %	26 %

Ett mer detaljerat resultat med bland annat väggarea finns tillgängligt i bilaga D.

Medelvärdet för täckningsgraden av golvet för grupp 3 blir 25 %. Medianen blir 24 %. Medelvärdet för täckningsgraden av väggarna för grupp 3 blir 20 %. Medianen blir 17 %.

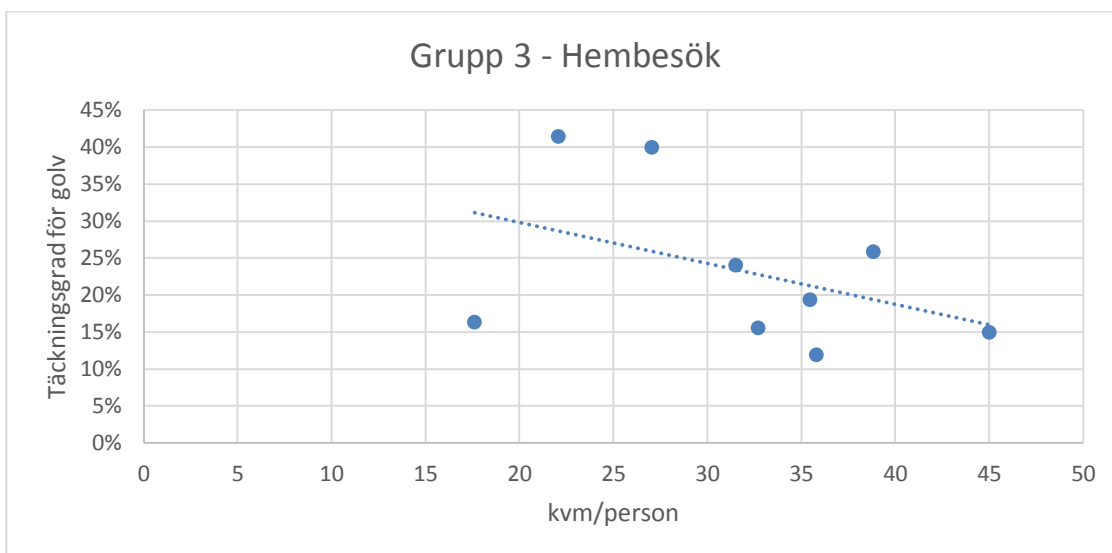
Lägenhet 5 hade den högsta täckningsgraden för golvet; 41 %. Där bor två unga vuxna, men det är inte deras första lägenhet sedan de flyttade från sina föräldrahem. Detta var den näst minsta lägenheten. Det i kombination med att de hade inrett med många mattor förklarar varför täckningsgraden för golvet är störst bland de undersökta lägenheterna.

Lägenhet 9 hade den lägsta täckningsgraden för golvet; 15 %. Denna lägenhet hade dock den tredje största täckningsgraden för vägg. Detta kan förklaras med att den boende är 85 år gammal och har hunnit samla på sig mycket möbler som täcker upp en stor del av väggarna. Däremot är hon rullstolsbunden och har därför inga mattor i sin bostad. Det förklarar den låga täckningsgraden för golvet.

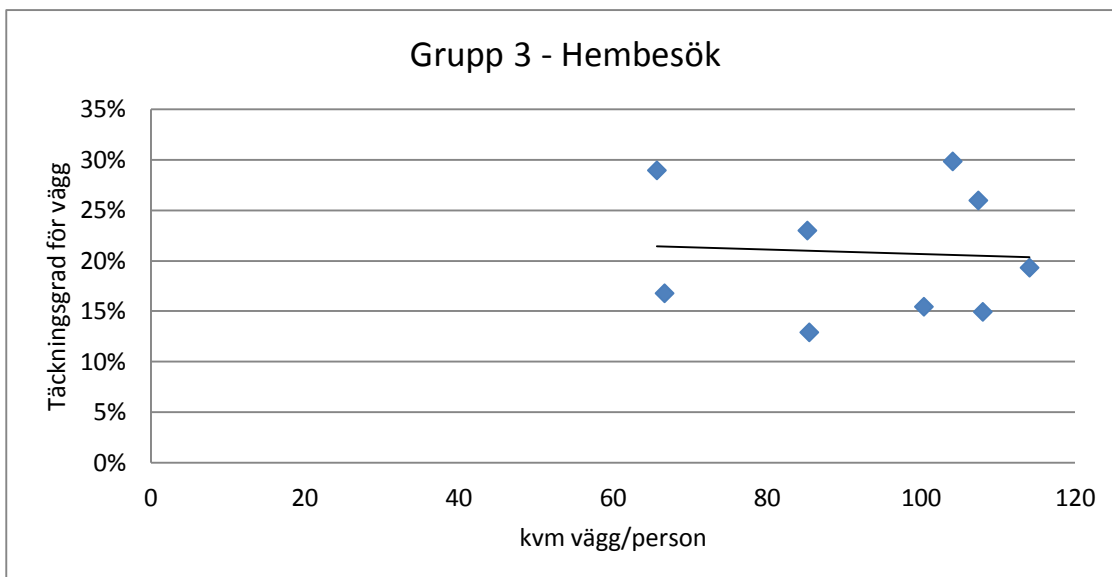
Lägenhet 4 hade den högsta täckningsgraden för vägg; 30 %. Den hade även den näst högsta täckningsgraden för golv. Detta är en lägenhet med två unga vuxna och även föräldrahemmet för den ena boende. Föräldern har flyttat ut, men lämnat kvar en del möbler, vilket förklarar den höga täckningsgraden för både vägg och golv.

Lägenhet 1 har den lägsta täckningsgraden för vägg; 12 %. Där bor två unga vuxna som inte hunnit samla på sig lika mycket möbler. Värt att tillägga är också att denna lägenhet hyrs i andra hand. Då är det rimligt att man antagligen drar sig från att hänga upp mycket tavlor och andra saker som kan orsaka märken på väggarna.

Nedan följer två diagram. I det första visas sambandet mellan kvadratmeter golv per boende och täckningsgraden för golv. I det andra visas sambandet mellan kvadratmeter vägg per boende och täckningsgraden för vägg. Även för grupp 3 syns i diagrammen att täckningsgraden ökar med minskad golvyta per person. För vägg är sambandet väldigt vagt.



Figur 6: Samband mellan kvm/boende och täckningsgraden för golv.



Figur 7: Samband mellan kvm vägg/boende och täckningsgrad för vägg.

Vid hembesök med inventering dokumenterades även vad för typ av möbler, och hur många, det fanns i bostäderna. Nedan följer en sammanställning på fyra stycken vanliga möbler, för de nio inventerade lägenheterna. Alla dessa möbler ger alla ofta ger en lite större täckningsgrad. Antingen för vägg, golv eller både delarna.

Tabell 8: Möbler i de inventerade lägenheterna.

Lägenhet	Bokhylla	Soffa	Matta	Byrå
1	1	1	4	0
2	4	1	13*	4
3	1	1	1	4
4	2	2	0	3
5	0	1	4	2
6	1	1	1	1
7	3	1	1	0
8	1	1	1	1
9	1	2	1	2

*I detta hushåll fanns väldigt många små mattor.

Värt att notera är att alla möbler som valts att presentera i ovanstående tabell består helt eller delvis av trä, vilket bevisar att det är ett vanligt möbelmaterial.

3.3 Sammanställning och analys

Tabell 9: Sammanställd täckningsgrad.

Grupp	Täckningsgrad golv-medelvärde	Täckningsgrad vägg-medelvärde
Grupp 1 - Möblerade planritningar	28 %	15 %
Grupp 2 - Typrum hos IKEA	31 %	19 %
Grupp 3 - Hembesök med inventering	25 %	20 %
Sammanslaget resultat	28 %	18 %

Medeltäckningsgraden för golv är tämligen jämt fördelad mellan de olika grupperna, vilket framgår i tabellen. 28 % för grupp 1, 31 % för grupp 2 och 25 % för grupp 3. Den allra högsta täckningsgraden för alla tre grupperna var 42 % och den lägsta 15 %, för golv. Både dessa värden är från gruppen hembesök med inventering. I grupp 1 gjordes mätningarna från ritningar och därmed var det svårt att veta vad som täcker golvet helt eller bara delvis. Dessutom var inte mattor markerade på planritningarna från grupp 1 men som säkerligen finns i varje lägenhet. Grupp 2 har också delvis mätts från ritningar (Boklok-lägenheterna) men där fanns det lite mer information om möblerna. Detta förklarar delvis skillnaden mellan de olika grupperna.

För väggarna är medeltäckningsgraden 15 % för grupp 1, 19 % för grupp 2 och 20 % för grupp 3.

Det sammanlagda resultatet för de tre grupperna visar att täckningsgraden för golv är 28 % och täckningsgraden för väggar är 18 %. Dessa resultat kommer att testas praktiskt, för att se vad som händer med temperaturförloppet vid uppvärmning av ett rum, när väggar och golv är täckta till dessa grader.

De material som dokumenterades vid hembesöken var bland annat trä, metall, textil, plast och glas. Det allra vanligast förekommande materialet var trä. Textil och plast förekom i relativt stor skala, dock inte lika ofta som trä. Glas och metall var inte lika vanligt förekommande.

I de praktiska testerna kommer inte riktiga möbler att användas, utan de kommer att representeras av isoleringsskivor. I tabellen nedan visas vilken isoleringstjocklek några olika möbler kan motsvara, baserat på värmegenomgångsmotståndet.

Tabell 10: Motsvarande isoleringstjocklek

Möbel	d [cm]	Trä [cm]	Pappersmassa [cm]	Bomull [cm]	R_{tot} [m ² K/W]	Motsvarande isoleringstjocklek [cm]
Bokhylla	16	1	15	-	3,07	11
Soffa	25*	5	-	20	5,36	19
Matta	1	-	-	1	0,25	0,9
Byrå	48	2	-	46	11,64	42

*För soffan är 25 centimeter räknade för ryggstödet.

$$\lambda_{trä} = 0,14 \text{ W/mK}$$

$$\lambda_{pappersmassa} = 0,05 \text{ W/mK} \quad (\text{Burström, 2007})$$

$$\lambda_{bomull} = 0,04 \text{ W/mK} \quad (\text{Varis Bokalder, 2009})$$

Isoleringen som möblerna jämförts med är av typen EPS-cellplast med värmekonduktiviteten 0,036-0,04 W/mK.

Möbelstoppningsmaterialet har antagits vara bomull, eftersom värmekonduktiviteten för detta material fanns lättillgängligt, och att det faktiskt används som fyllnadsmaterial. Även mattan antas vara av bomull och byrån har antagits vara fylld med kläder, och då av bomull (Varis Bokalder, 2009). I detta beräkningsfall förutsätts byrån vara helt full. Bokhyllan antas också vara helt fylld med böcker och att dessa står tätt intill bokhyllans rygg så att inga luftfickor bildas.

3.4 Praktiska tester

I följande avsnitt har resultatet för loggrarna 32, 38 och 63 valts att presentera. Resultatet för loggrarna 15 och 25 presenteras i bilaga E.

3.4.1.1 Tomt rum

I det första testet mättes uppvärmning och avsvälning när rummet var helt tomt. Detta blir utgångspunkten för jämförelse mot de efterföljande testen. Utomhustemperaturen vid detta test var 7,5 °C.

Tabell 11: Resultat av testet för det tomma rummet

Logger	T _{start}	T _{max}	t _{max}
63	20,9 °C	29,1 °C	6 h 44 min
32	21,1 °C	27,0 °C	6 h 35 min
38	20,3 °C	22,5 °C	6 h 26 min

Den största temperaturutvecklingen registreras av logger 63, som är placerad mitt i rummet. Den lägsta temperaturutvecklingen registreras av logger 28, placerad i fönsterkarmen. Då den till följd av placeringen är extra känslig för yttre temperatur- och väderförhållanden är den stora skillnaden i sluttemperatur förklarlig.

En grafisk visualisering av temperaturutvecklingen för logger 32 återfinns i figur 10, 11 och 12.

3.4.1.2 Test 1

I test 1 isolerades rummets väggar till 19 % och golvet till 29 %.

Utomhustemperaturen för de olika försöken var: 8,1 °C för mätning 1, 8,4 °C för mätning 2, 7,0 °C för mätning 3 och 7,5 °C vid mätning av det tomma rummet. Den största temperaturskillnaden under dessa dagar var 1,4 °C. (temperatur.nu)

Tre försök med samma täckningsgrad gjordes för att säkra tillförlitligheten. Resultaten för de tre försöken med de tre loggrarna redovisas i tabellen nedan.

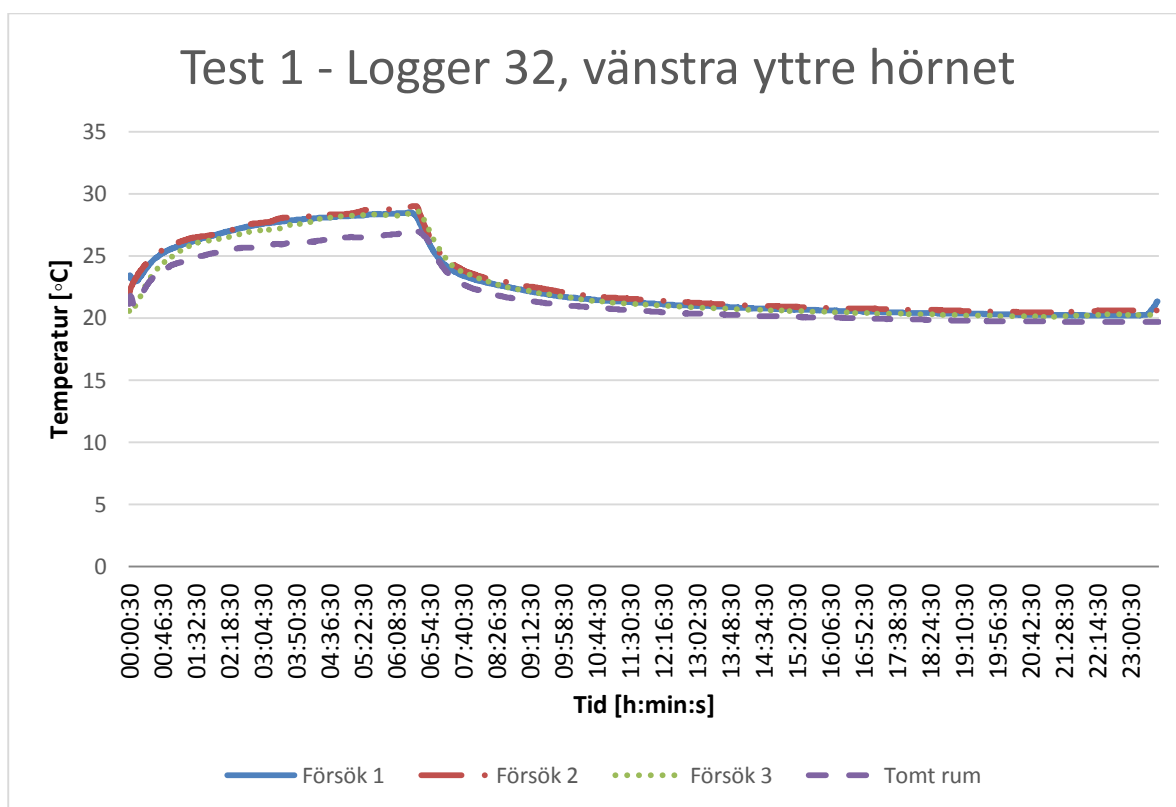
Tabell 12: Sammanställt resultat för test 1.

Logger	T _{start}	T _{max}	t _{max}
63 – försök 1	21,9 °C	27,3 °C	6 h 13 min
63 – försök 2	21,2 °C	29,7 °C	6 h 41 min
63 – försök 3	20,5 °C	29,2 °C	6 h 43 min
32 – försök 1	23,2 °C	28,5 °C	6 h 26 min
32 – försök 2	21,7 °C	29,0 °C	6 h 36 min
32 – försök 3	20,6 °C	28,6 °C	6 h 40 min
38 – försök 1	20,9 °C	29,2 °C	6 h 26 min
38 – försök 2	20,9 °C	29,8 °C	6 h 32 min
38 – försök 3	18,4 °C	28,1 °C	4 h 49 min

I ovanstående tabell kan man se att försök 1 för logger 63 avviker från de andra två försöken. Den högsta temperaturen på 29,7 °C blev under försök 2 medan den lägsta blev 27,3 °C hos försök 1. Till och med försöket med tomt rum (som redovisas i tabell 9) fick en temperatur som var högre än försök 1, nämligen 29,1 °C.

Gemensamt för nästan alla försök i test 1 var att linjerna överensstämde med varandra. En linje som avvek var försök 1 hos logger nummer 63 som till och med hamnade under testet med tomt rum. Detta kan bero på till exempel väder. Den andra avvikelserna var försök 3 hos logg nr. 38, som var placerad i fönsterkarmen. Där följer grafen i början samma mönster som resterande försök, men sedan sjunker den istället för att fortsätta öka i samma takt. Med tanke på att loggern var placerad i fönsterkarmen är den extra känslig för yttre temperatur- och väderförändringar, vilket är en rimlig förklaring till avvikelserna.

Vädret då dessa tre försök gjordes var mullet, med regnskurar under en dag. Temperaturen varierade mellan 7,0 och 8,4 °C. Även då testet med tomt rum utfördes var det mullet och temperaturen utomhus låg på 7,5 °C. Därmed var vädret under alla testdagarna likt och hade inte en allt för stor påverkan på resultatet.



Figur 8. Datum för mätningar: 1: 10-04-2014, 2: 11-04-2014, 3: 14-04-2014, tomt: 09-04-2014.

3.4.1.3 Test 2

Utomhustemperaturen för de olika försöken var: 9,8°C för mätning 1, 12,4°C för mätning 2, 12,7°C för mätning 3 och 7,5°C vid mätning av det tomma rummet. Jämfört med test 1 är temperaturskillnaden mellan den varmaste och den kallaste dagen större- 5,2 °C. (temperatur.nu)

Tre försök med samma täckningsgrad gjordes för att säkra tillförlitligheten. Resultaten för de tre försöken med de tre loggrarna redovisas i tabellen nedan.

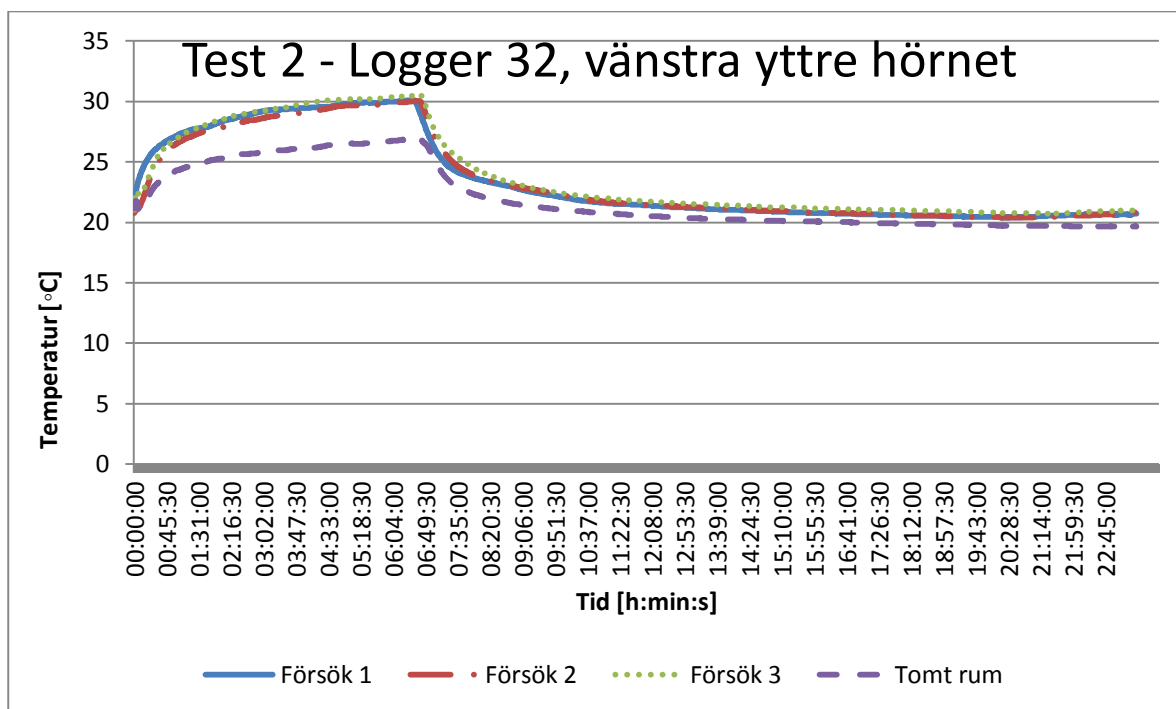
Tabell 13: Sammanställt resultat för test 2.

Logger	T _{start}	T _{max}	t _{max}
63 – försök 1	21,5 °C	30,0 °C	6 h 37 min
63 – försök 2	21,0 °C	30,1 °C	6 h 45 min
63 – försök 3	21,1 °C	30,4 °C	6 h 43 min
32 – försök 1	21,9 °C	30,1 °C	6 h 27 min
32 – försök 2	20,8 °C	30,0 °C	6 h 35 min
32 – försök 3	21,0 °C	30,5 °C	6 h 35 min
38 – försök 1	20,2 °C	27,1 °C	6 h 01 min
38 – försök 2	19,2 °C	30,0 °C	6 h 35 min
38 – försök 3	19,5 °C	30,9 °C	6 h 28 min

Logger 32 är placerad nära ytterväggen och fönstret. Till skillnad från nummer 15 som är placerad i samma ände av rummet, kommer 32 upp i en temperatur på 30,2 °C. Den är nämligen placerad närmre utblåset från värmefläkten och ligger på en liten metallställning 50 cm från golvet. Metallställningen står på isoleringen, så den bidrar inte till någon ökad täckningsgrad. Linjerna för de tre försöken följer varandra jämnt och linjen för det tomma rummet ligger tydligt en bit därunder.

Logger nummer 38 kommer upp i en relativt hög temperatur (29,3 °C) även om den är placerad i fönsterkarmen där transmissionsförlusterna är som allra störst. Detta beror på att värmefläkten är riktad rakt mot denna logger, men eftersom att den ligger i fönsterkarmen hamnar värmeutblåset under loggern. Men då varm luft har lägre densitet än kall stiger värmen och loggern ligger i stigningsriktningen. Här är linjerna för de tre olika försöken lite mer ojämna än för det andra loggrarna, vilket beror på placeringen. Att den ligger i fönsterkarmen gör den extra känslig för yttre temperatur- och väderförändringar. Temporära vindar, små snabba temperaturförändringar etc. som inte uppfattas av loggrar placerade längre ifrån fönstret, uppfattas av nummer 38.

För logger nummer 63 följer de tre linjerna för försök ett, två och tre varandra åt jämnt. Den streckade linjen som speglar försöket med det tomma rummet ligger som förväntat en bit under resterande linjer. Vid första temperaturavstämningen för det tomma rummet syns ett litet temperaturopp. Detta syns inte på någon av de andra loggrarna. Det måste därför vara lokalt och beror sannolikt på hanteringen av loggern vid avstämningen. Troligtvis har ett par kalla händer kommit i kontakt med den. Samma sak gäller givetvis i figur 11, men det syns tydligare här då linjen inte sammanfaller med någon annan. Den högsta temperaturen som registrerades var 30,1 °C.



Figur 9. Datum för mätningar: 1: 15-04-2014, 2: 16-04-2014, 3: 17-04-2014, tomt: 09-04-2014.

3.4.1.4 Jämförelse av de praktiska testerna

Av de tre försöken som gjordes på test 1 och test 2 har ett medelvärde gjorts för varje logger. Eftersom att resultaten i de olika försöken stämmer bra överens har ett medelvärde kunnat göras utan att detta blir missvisande. Det är detta medelvärde som presenteras i diagrammen.

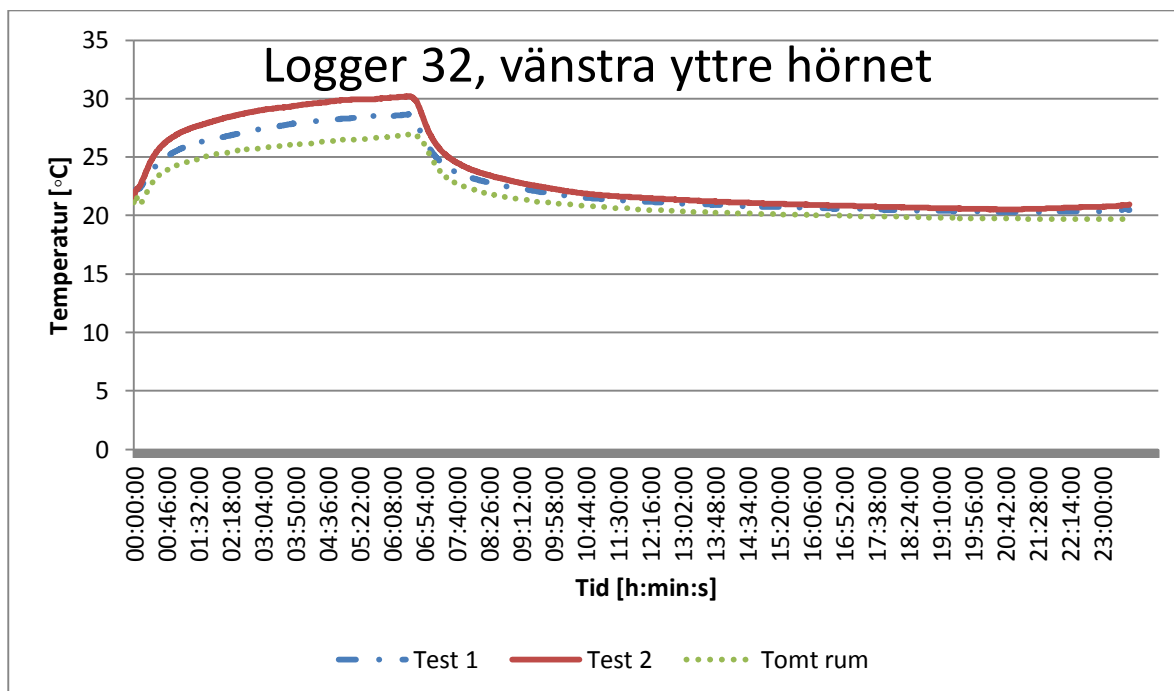
För de tre dagarna som ingår i respektive test har ett medelvärde även för utetemperaturen tagits fram. Denna medelutetemperatur blir 7,8 °C för test 1 och 11,6 °C för test 2. Testet för det tomma rummet har fortfarande utetemperaturen 7,5 °C (temperatur.nu). Klimatförhållandena för test 1 och tomt rum var väldigt lika varandra, både temperaturmässigt och vädermässigt. De första fyra dagarna var molniga med en och annan regnskur under en av dagarna. Test 2 skiljer sig från de övriga två testen klimatmässigt. Temperaturen var några grader högre och det var solsken två av tre dagar. Dock strålade solen inte in i rummet då det ligger i nordlig riktning.

Tabell 24: Sammanställning jämförelse av testerna.

Logger/Test	T _{start}	T _{max}	t _{max}
63/tomt rum	20,9 °C	29,1 °C	6 h 44 min
63/test 1	21,2 °C	28,6 °C	6 h 31 min
63/test 2	21,2 °C	30,1 °C	6 h 30 min
32/tomt rum	21,1 °C	27,0 °C	6 h 35 min
32/ test 1	21,9 °C	28,7 °C	6 h 31 min
32/test 2	21,3 °C	30,2 °C	6 h 27 min
38/tomt rum	20,3 °C	22,5 °C	6 h 26 min
38/test 1	20,1 °C	28,7 °C	6 h 26 min
38/test 2	19,7 °C	29,3 °C	6 h 31 min

För både logger 32 och 38 blir resultatet att temperaturen stiger med stigande täckningsgrad. Logger 63 avviker från detta då test 1 för denna logger får en lägre sluttemperatur än vid testet i tomt rum. Temperaturskillnaden mellan tomt rum och test 1 för logger 32 är 1,7 °C. Till test 2 är det ytterligare 1,5 °C. För logger 38 är skillnaden mellan tomt rum och test 1 är 6,2 °C. Till test 2 är det ytterligare 0,6 °C. Värt att notera här är återigen att loggen är placerad i fönsterkarmen, vilket gör den extra känslig och resultatet kan därför vara lite osäkert.

I figuren nedan visas temperaturutvecklingen för logger 32, där skillnaden i temperatur är jämt fördelad mellan testerna.



Figur 10: Temperaturutveckling för logger 32 vid de olika försöken.

4 Diskussion

Litteraturstudie visade på en brist på forskning gällande möblernas inverkan på en byggnads värmebalans. Detta skulle kunna förklaras med att möblerna antas ha så pass liten inverkan i jämförelse med till exempel installering av en värmeväxlare, tilläggsisolering, U-värden på fönster och dörrar. Med tanke på att man idag strävar efter minskad energianvändning blir kraven för nya bostäder allt striktare. Däribland återfinns möblernas påverkan. Precis som litteraturstudien påpekar så kan inverkan fås på tre olika sätt. På det första sättet genom att den interna massan ökar och det finns mer massa i rummet som kan lagra värme. På ett andra sätt genom att möbler placeras intill stommen och därmed byter ut stommens värmelagrande förmåga mot möbelns – som i de flesta fallen är sämre. På det tredje sättet genom att möbler när de placeras intill väggar och på golv kan ses som ett extra konstruktionsskikt, en tilläggsisolering, som minskar transmissionsförlusterna genom att isolera bort en del av dem.

Den framtagna informationen om hur bostäder möbleras skulle kunna används till är att ta fram en schablon för bostäder och kontorsrum, för att kunna ta hänsyn till möblering vid energiberäkningar. Bostäder skulle kunna delas in i grupper efter antal rum varje lägenhet har, det vill säga om lägenheten är en etta, tvåa eller trea och så vidare. Genom att ta fram en mall för täckningsgraden hos bostäder och typiska kontorsrum eller kontorslandskap skulle man kunna använda dessa värden som indata i olika energisimuleringsprogram. Man skulle även kunna inkludera exempelvis massan för möblerna i mallen för att få ett säkrare resultat i kombination med det korrekta värdet för täckningsgraden. Ett annat alternativ är att man vid energiberäkningar kan använda sig av de högsta och lägsta värdena för täckningsgrad och massa för att ta fram skillnaden mellan en övermöblerad och en sparsamt möblerad bostad. Därefter kan man placera in den aktuella bostaden där den passar in på skalan. Rimligt är att anta placeringen efter ett ”säkra-sidan-resonemang”, beroende på hur möbleringen efter noggrannare tester skulle visa sig påverka en bostads värmebalans.

Med tanke på att täckningsgraden togs fram på tre olika sätt har värdena varierande noggrannhet. Hembesök med inventering är den mest noggranna gruppen med säkrast värden jämfört med de andra två där ritningarna granskades, då det är vi som har inventering lägenheterna på plats. Då går det att ta hänsyn till allt; exempelvis tavlor på väggarna, som inte syns på ritningar och korrekta höjdmått på möbler, som man annars måste anta. Detta antagande styrks av att skillnaden hos täckningsgraden för vägg blev högst i denna grupp - 20 % jämfört med 15 % och 19 % i grupp 1 och grupp 2. Även täckningsgraden för golvet framstår som mest noggrann i denna grupp då man

vet exakt vilka möbler som står helt på golvet eller bara delvis. En byrå till exempel kan antingen stå med hela undersidan mot golvet eller stå på ben, där det blir en mindre yta som täcks. Detta framgår inte på ritningar, men vid inventering syns det. För golvet blev täckningsgraden 25 % för grupp 3, jämfört med 28 % för grupp 1 och 31 % för grupp 2. Vid jämförelse av de högsta och lägsta värdena från de tre grupperna kan man komma fram till att grupp 1 och grupp 2 ändå inte ”sticker ut” jämfört med grupp 3, inventering vid hembesök. Det högsta värdet för golvet finns i grupp 2 och 3 (41 %). Det lägsta finns i grupp 3 (15 %). Högsta värdet för väggar finns i grupp 2 (33 %) och lägst finns i grupp 1 (11 %). Däremellan är resterande värden relativt jämt spridda – i alla grupper, för vägg och golv. Det pekar på att värdena är rimliga och det blir inte nödvändigtvis någon stor skillnad även om exempelvis tavlor och mattor inte räknas, fönster inkluderas i väggarea på planritningar och om höjdmått antas i grupp 1 och 2. Att fönster inkluderas i väggarean i grupp 1 och 2 gör att täckningsgraden för väggar blir lite lägre i dessa grupper. Denna skillnad kommer emellertid att minska i och med att tavlor inte räknas med. Det kommer att finnas en naturlig variation av täckningsgraden och möbleringsomfattningen mellan de olika lägenheterna. Om det inte är en markant skillnad, så stämmer det troligtvis ändå. Detta kan till exempel bero på att vissa boende endast har de nödvändigaste möblerna medan andra har mer möbler och fler småsaker.

Andra saker som påverkar mängden möbler är antalet personer i hushållet, hur länge personerna har bott där och åldern på dem. Man kan tänka sig att de som är äldre har haft längre tid att samla på sig mer möbler än en ung person som är nyinflyttad i sin första lägenhet, vilket då skulle öka täckningsgraden. Av denna anledning är det svårt att göra generella utlåtande angående hur folk möblerar. Vi har dock kunnat visa på ett samband mellan täckningsgrad för golv och kvadratmeter per boende. Detta gjordes för grupp 1 ”granskning av möblerade planritningar” och grupp 3 ”hembesök med inventering”. I båda fallen tydde sambandet på en minskande täckningsgrad med ökande kvadratmeter per boende.

Ytterligare en skillnad att ha i åtanke är skillnaden mellan grupperna 1 och 3 jämfört med grupp 2, IKEA-lägenheterna, är att grupp 1 och 2 baseras på hur folk själva har valt att möblera. I grupp 2 är det IKEA:s egna förslag på inredning av lägenheter. Det är troligen inte många som möblerar exakt efter en bild från en IKEA-katalog, även om det är inredningsarkitekter som arbetat med möbleringen, som därmed ska spegla verkligheten och uppfylla människors behov. Grupp 2 hade den högsta täckningsgraden av golv och den näst högsta av väggar, där det var en minimal skillnad mellan den högsta och näst högsta täckningsgraden. Man kan även tänka sig att det blir en högre täckningsgrad eftersom IKEA strävar mot genomtänkt möblering och smarta

förvaringslösningar. Då utnyttjar de så stor del som möjligt av en lägenhet och på det viset blir det en högre täckningsgrad. Dessutom ska man ha i åtanke att IKEA är ute efter att sälja sina varor och tjänar sålunda på att visa upp så mycket möbler som möjligt i en lägenhet eller ett rum. Det gör att de kan vara en aning ”övermöblerade”.

I den här studien har enbart 38 bostäder undersökts genom tre olika metoder. För att få ett statistiskt användbart underlag krävs det att många fler bostäder undersöks. Dessutom har boken som använts i ”granskning av möblerade planritningar” undersökt en specifik målgrupp: invandrare bosatta i miljonprogramsbostäder i ett område i Göteborg. Det gör att boken och även gruppen, inte är representativ för hela befolkningen. Därför är det viktigt att fler målgrupper undersöks samt att diverse metoder används för att ta fram underlaget. Andra möjliga valbara metoder som inte användes i denna rapport är exempelvis undersökning av heminredningstidningar och möbelkataloger eller intervjuer med inredningsarkitekter. Svårigheten med heminredningstidningar är att storleken på möblerna inte ingår alltid och ovanligare är om måtten för rummen finns. Oftast är inte alla väggar i rummet representerade i tidningen utan endast en till tre väggar är synliga. Därför valdes ej just den här metoden för denna rapport.

I tabell 10 visas hur tjock isoleringen skulle behöva vara för att motsvara en bokhylla, en byrå, en matta och en soffas ryggstöd. Däremot är det endast värmemotståndet som har beaktats för att komma fram till den motsvarande tjockleken av isolering. Därför försvinner vissa aspekter, som till exempel massa och värmelagringsförmåga och den motsvarande isoleringstjockleken baseras enbart på isoleringsförmåga. Testrummet isolerades dock aldrig tjockare än med en isoleringsskiva, alltså 3 centimeter. Detta är någonting som i framtiden skulle vara intressant att utforska; hur temperaturkurvan skulle se ut om man isolerade med tjocklekar som motsvarade respektive möbel. I den grekiska studien användes 5 centimeter tjocka träskivor som representerade möbler. Skillnaden mellan träskivor och cellplasten som användes i denna studie är att värmemotståndet (R) för 3 centimeter EPS-isolering är högre än för en 5 cm tjock träskiva; $0,83 \text{ W/m}^2\text{K}$ jämfört med $0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$. Därför borde en större temperaturskillnad påvisas i denna studie, om testerna hade gjorts på precis samma vis med skillnaden isolering eller träskivor. Den grekiska studien har dock en fördel då det vanligaste möbelmaterialet är just trä. Därför skulle ett test kunna göras där man använder sig av både trä- och isoleringsskivor, där träskivorna får representera massan för trä möbler och EPS-isoleringen den resterande massan för möbler som inte består av trä. Alternativt skulle man helt enkelt kunna använda sig av riktiga möbler.

När de praktiska testerna för den här undersökningen gjordes var man tvungna att ta hänsyn till rummen bredvid, utomhustemperaturen, solinstrålningen, ventilationen med mera. Med så många parametrar är det svårt att dra slutsatser om att det faktiskt är värmelagringen som påverkas. För att kunna dra säkra slutsatser hade ett test i riktig laboriemiljö krävts. Då skulle man ha full kontroll över rummet, flöden och all information om yttre faktorer som man behöver ta hänsyn till. Det krävs till exempel att rummen runt omkring har samma temperatur som testrummet för att man ska kunna undersöka den värmelagrande förmågan. De praktiska testerna i rapporten blir snarare ett test av möblernas isolerande förmåga, eftersom de kringliggande rummen hade lägre temperatur och på så vis minskade transmissionsförlusterna genom att de andra rummen isolerades bort.

Att utomhustemperaturen var något högre vid test 2 än vad den var vid test 1 och tomt rum (en medeltemperaturskillnad på cirka 4,0 °C respektive 4,1 °C) kan ha höjt kurvan för test 2 en aning. Därmed borde man kanske tänka sig att den egentligen ska ligga lite lägre än vad den gör, se figur 12. Då skulle temperaturskillnaden mellan vår framtagna täckningsgrad och den stora täckningsgraden inte blir jättestor. Det i sin tur innebär att man förlorar mycket av betongstommens värmelagrande egenskaper även om man inte täcker över en stor del av den. ”Vanlig” utformning av möblering, utan att täcka alla innerytor, räcker för att betydande effekter som kan påverka egenskaperna ska uppträda. Observera att det sista gäller endast om man antar att det är värmelagringen som påverkas- vilket inte kan sägas med säkerhet.

I diagrammen som presenterar resultat från testerna ser man att linjerna är på väg mot att plana av. Troligtvis hade mindre förändringar skett om man låtit testet fortgå och det hade blivit en långsam temperaturutveckling med liknande temperaturskillnader mellan de olika testerna.

Något som skulle vara intressant för framtida studier är hur möbleringens täckningsgrad påverkar värmebalansen i ett hus med trästomme. Om de praktiska testen i denna rapport skulle göras om, i laboriemiljö, hade det varit mycket intressant att jämföra med hur samma tester skulle se ut i en byggnad med trästomme. Skillnaden mellan möblernas och stommens värmelagrande förmåga blir inte bli lika stor i ett sådant försök. Därför borde skillnaden mellan tomt rum och rum isolerat till samma täckningsgrad som i dessa tester inte bli lika stor.

5 Slutsats

Att göra generella utlåtanden om hur bostäder möbleras kan vara svårt, då detta påverkas av många aspekter. Däremot verkar det finns ett samband mellan golvet täckningsgrad och antal kvadratmeter per boende. Ju färre kvadratmeter det finns per boende i en lägenhet, desto större yta av golvet är täckt.

Utifrån undersökningen av täckningsgrad kan man konstatera att spannet för täckningsgrad för golv ligger mellan 15 % och 41 %. För väggar är spannet mellan 11 % och 33 %. Fler granskade lägenheter skulle kunna utvidga dessa spann. Det gemensamma medelvärdet på täckningsgrad för de tre grupperna blev 28 % för golv och 18 % för vägg. För att detta ska vara statistiskt tillrättavisande skulle man behöva komma upp i ett tusental undersökt lägenheter, för flera olika målgrupper.

Vid de praktiska testerna var det inte möjligt att dra slutsatsen att det var värmelagringen som påverkades. För att kunna säga någonting om detta hade tester i laboratoriemiljö krävts. Vad som kan sägas är att det finns ett samband mellan ökad isoleringsgrad, alltså möblering, och förhöjd temperatur. Detta är snarare ett resultat av minskade transmissionsförluster med ökad isoleringsgrad, alltså resultatet av möblernas isolerande förmåga.

Möbler har visats ha en påverkan på temperaturförloppet vid uppvärmning och avsvälning. Därför är detta någonting som, om man kan hitta en bra metod för det, borde beaktas vid energiberäkningar.

6 Litteraturförteckning

- Anders Göransson, H. S. (2013). *Reglerna för nära-nollenergihus Konsekvenser av olika formuleringar av energikraven*. Stockholm: Svensk Fjärrvärme AB.
- Anders Rönnblad, K. B. (Oktober 2012). Trög betongstomme minskar energianvändningen och möjliggör fördröjning av effektuttag. *Bygg & Teknik*, ss. 52-53.
- Boklok. (u.d.). *boklok*. Hämtat från http://www.boklok.se/boletare/bostader/vara-hus/#_77553 den 09 05 2014
- Boverket. (2012). *Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler - utgåva två*. Karlskrona: Boverket.
- Burström, P. G. (2007). *Byggnadsmaterial Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Catarina Warfvinge, M. D. (2010). *Projektering av VVS-installationer*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Cementa AB. (2001). *Sunt byggande med sten och betong ger Gott inomhusklimat*. Solna: Idéverkstaden AB.
- Erik Axelsson, J. J. (2012). *Fjärrvärmesektorns påverkan av slopad koldioxidskatt*. Göteborg: Profu.
- Freiholtz, E. (2001). Hämtat från http://www.temperatur.nu/norra_faladen-valj_tid.html den 28 04 2014
- Hagentoft, C.-E. C. (5 2000). Energieffektivt och god termisk komfort genom värmelagring i byggnaden. *Bygg & Teknik*, s. 36.
- K. A. Antonopoulos, E. P. (2000). *Effect of indoor mass on the time constant and thermal delay of buildings*. Athens: John Wiley & Sons, Ltd.
- Karlsson, J. (augusti 2010). Betydelsen av värmetröga konstruktioner. *Bygg & teknik*, ss. 17-19.
- Kurkinen, E.-L. W. (2012). Innervägg av betong avger värme under natten. *Husbyggaren*, ss. 52, 54.

nordpool spot. (u.d.). Hämtat från <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elsport/Volumes/ALL1/Hourly11/> den 27 03 2014

Ola Nylander, A. B. (2011). *Nya svenskar - så använder vi våra bostäder*. Stockholm: Svensk byggtjänst.

Ståhl, F. (2009). *Influence of thermal mass on the heating and cooling demands of a building unit*. Göteborg: Chalmers reproservice.

Svend Fredriksen, S. W. (1993). *Fjärrvärme Teori, teknik och funktion*. Lund: Studentlitteratur AB.

temperatur.nu. (u.d.). www.temperatur.nu. Hämtat från http://www.temperatur.nu/norra_faladen-valj_tid.html den 28 04 2014

Varis Bokalder, M. B. (2009). *Byggekologi Kunskaper för ett hållbart byggande*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Bilaga A

Svar 1: *Energikonsult Ekedalens energikonsult:*

”Vi räknar inte på detta energimässigt. Men om man placerar möbler direkt mot yttervägg så flyttar man temperaturen inåt rummet och även daggpunkten flyttas. Ev. köldbryggor får man också längre in i huset/lägenheten. Vi har ett Excelprogram som är framtaget av energikompetens.”

Svar 2: Energikonsult på *Sweco:*

1. Nej, oftast inte, vilket ofta beror av att man inte vet så mycket om det när man gör beräkning i tidiga skeden. Jag brukar dock ta hänsyn till innerväggar, vilket inte är självklart om man hanterar en byggnad som en zon. I vissa program anger man om byggnaden är tung, medel eller lätt. Genom att ange medel kan man ju säga att man tar hänsyn till även intern tyngd.
2. Om jag tar hänsyn till möblemang så anger jag det som en volym med en viss massa/densitet. I enklare program så anger jag tyngden på byggnaden och antar att det inbegriper inre delar.
3. Jag tycker det är mycket relevant att undersöka hur t ex ett flerbostadshus och ett kontor beter sig om man räknar med möbler eller inte. Kanske ännu mer intressant om man ser till effektbehovsberäkningar än energiberäkningar.
4. Jag använder Ida ICE och BV2.

Svar 3: Energikonsult på *Ecofront bygg & konsult AB:*

1. Nej det gör jag inte.
2. Nej det är svårt att ha med det i beräkningarna då möbler med tiden byts ut.
3. Jag använder Isover Energi 2 för villor och PHPP när jag beräknar passivhus.

Svar 4: Specialist inom energi och byggnadsfysik på *WSP:*

Ja, möbler och annat kan ha en värmelagrande förmåga men ännu troligare, som ni är inne på, är att de ”står i vägen” och hindrar värme från att lagras in i t ex ett golv eller vägg. Det är alltid intressant att undersöka hur möbler och

annat, såsom tjocka mattor och undertak, påverkar värmelagringen i byggnaden. I vårt beräkningsprogram IDA ICE (från EQUA) tar man dessa hänsyn. Som default ligger vissa värden inlagda.

Svar 5: Energikonsult, *Energiexpertis Sverige AB*:

1. Nej jag tar inte hänsyn till möbler. Räknar i princip uteslutande på villor och har ingen uppfattning om kommande ägares planer på möblering.
2. Ingen enligt ovan
3. Tja, det blir ju så osäkert. En boende kan ju ha biblioteksambitioner med böcker längs alla ytterväggar och en annan är en minimalist utan de minsta antal saker och en tredje älskar tyger och har draperier för alla väggar. Men kan man komma på en bra modell som ger ett bra värde så är det intressant.
4. Isover, TMF energi och energiberakning.se

Svar 6: Energikonsult på *ATON Teknik Konsult AB*

1. Ja, genom att möbler, inredning etc. ingår i byggnadens värmekapacitet och därmed i den tidskonstant byggnaden beräknar.
2. Man kan inte påverka indata specifikt för möbler, mm men indirekt om det påverkar valet för byggnadens beskrivning som halvlätt/lätt/halvtung, etc.
3. Nej, eftersom möblerna ska vara flyttbara så är de inte särskilt tunga jämfört med t.ex. val av inneskikt; gipsskivor, fiberskivor etc.
För bostadsbyggnader är inte variationen i tillförd spillvärmeeffekt inte så stor under dygnet jämfört med kontorsbyggnader.
4. Energihuskalkyl, VIP+.

I övrigt: för alla småhus och radhus som installerar värmepumpar av något slag så är golvvärme vanligt. En intressant fråga är hur golvvärmsystemets tröghet påverkar innetemperaturvariationen = anpassningen till varierande uteklimat/solinstrålning och vilka förluster som de därmed ger upphov till?

Påverkas dessa förluster när vi kommer så lågt ner i värmebehov som passivhusnivå genom att golvet värmeeffekt blir "självreglerande" så att avgivningen halveras när luftvärmes ökat med ngn grad?

Finns det anledning att istället för att gjuta in PEX-ledningarna (billigast) placera dessa direkt ytligt mot golvet och aviserat från plattan. (finns kommersiella system på marknaden för att göra detta enkelt installationsmässigt)

Andra intressanta frågeställningar om inneklimat:

Hur ser korrelationen ut mellan upplevt inneklimat sommarperioden med byggnadens solvärmelasttal/solvärmefaktor? Kan dessa ge en bra bild av hur inneklimatet kommer att bli eller inte?

Svar 7: Energiingenjör på ÅF

1. Inte riktigt. Vi simulerar med möbler i vårt program, men vi tittar inte detalj på detta.
2. Möbler kan påverka energiförbrukningen på två sätt:
 - Möbelmassan kan hålla värme och kyla och i sin tur fördröja peak load och påverka energiförbrukningen.
 - Möbler tar en del luftvolym i rummet vilket också påverka energianvändning.

Vet ej hur mycket dessa påverka energiförbrukning eller värmebalans, men jag tror att dessa kanske är marginalt på ett vanligt fall.

3. Vi använda IDA ICE för enkel energisimulering. För avancerade simuleringar har vi flera program (t ex. CFD program).

Svar 8: Energispecialist på *Franska Bukten*

1. Egentligen inte, dock tar programmet vi använder oss av per default hänsyn till möbler. Detta är dock inget som jag har upptäckt påverkar energiberäkningen och lägger därför ingen tid på att ändra dess defaultvärde.
2. De parametrar som läggs in i programmet angående möbler är hur stor del av rummets golvyta som är täckt av möbler (defaultvärde 20 %), möbelns material/konstruktion, möbelns vikt (defaultvärde 25 kg/m²) samt konvektiv värmekoefficient (defaultvärde 6 W/m², K).
3. Allt som potentiellt skulle kunna påverka en byggnads värmebalans är självklart av värde att undersökas.
4. IDA ICE samt VIP Energy (VIP Energy tar ej hänsyn till möbler).

Jag skulle tro att IDA ICE tar störst hänsyn till möbler när man simulerar inneklimatet i en byggnad.

Svar 9: Arkitekt och expert på passivhusbyggande på *Passivhuscentrum*

”Vi tar inte hänsyn till möbler i energibalansberäkningar. Det inflytande som möblerna har är eventuellt ökad tyngd - värmetröghet, men den är så liten i förhållande till andra byggnadsmaterial att man kan bortse från det. Värmetrögheten har också mindre betydelse i ett välisolerat hus än i ett äldre dåligt isolerat. Värt att undersöka?? Kanske... Energiberäkningsprogram som jag själv använder är www.energihuskalkyl.se eller PHPP.”

Svar 10: Projektledare och teknisk doktor på *CIT Energy Management AB*

”Byggnadsskal och inredning kan lagra värme från solinstrålning via fönster och interna värmelaster. Hur mycket värme lagras beror på tyngden av materialet och i beräkningsprogrammet tar man hänsyn till detta när man anger inre tyngd. Har man möblerat med 100kgs betongklossar får man ändra den inre tyngden åt tyngre. Inverkan gör alltså effekt i väldigt extrema fall. Jämfört med alla andra förenklingar man gör vid en simulering är detta i 99.99% av alla fall försumbart. I vår beräkningsprogram finns det inte någon detaljerad meny för att ta hänsyn till möblemaning på något annat sätt än inre tyngd och så mycket jag vet då finns det inte sådana menyer i de flesta vanliga energisimuleringsprogram.

En stor påverkan vid simulering som är väldigt svårt att bestämma är hur vindtrycket varierar för varje tidpunkt. Det kan variera väldigt mycket för individuella byggnader. Två hus som ligger bredvid varandra kan ha helt olika vindtryck. Detta måste förenklas mer eller mindre för simulering oavsett hur detaljerat simuleringsprogrammet är. Är byggnaden otät påverkar det energivärdet mycket. Jämfört med denna förenkling är inverkan av möbler oftast försumbar. Däremot kan man se vid en jämförande analys hur en tyngre inre massa påverkar energianvändningen. Detta görs genom att ändra inre tyngd.”

Svar 11: Energispecialist på *Grontmij AB*

1. Ja
2. Genom att ange parametrar i programmet.

3. IDA ICE 4.6

Svar 12: Energikonsult på *Lindqvist Byggkonsult*

1. Den hänsyn som vi tar till ”möbler” i våra beräkningar är ifall de genererar någon form av tillskottsvärme som vi kan tillgodoräkna oss, alltså olika former av apparater, belysning etc. På annat sätt beaktas inte detta. Detta sker antingen schablonmässigt eller med uppgifter från installatörer.
2. Om resultatet blir att möbler har en betydande inverkan på värmebalansen/energianvändningen i en byggnad så kan det ju vara intressant för oss att beakta det i våra beräkningar. På så sätt kan det ju vara intressant att undersöka. Tror dock att det är viktigt för oss att det är enkelt att tillämpa resultatet/möblers inverkan i en beräkning med hjälp av schablonvärden eller liknande.
3. Vi använder oss av VIP-Energy.

Svar 13: Teknisk chef på Energikompetens AB

1. Nej det gör vi inte, energiberäkningar inför nybyggnation blir ju svårt eftersom man inte varken vet omfattning av möbler eller var folk som flyttar in väljer att placera dem. Energiberäkningar vid exempelvis energideklarationer tar inte heller upp detta. Återkom gärna när ni sammanställer ert arbete med vad ni kommer fram till här. Det borde ju framförallt vara stora soffor och sängar som har påverkan.
2. Nja, som jag skrev i det tidigare svaret är det ofta upp till kunden själv att välja både möbler och placering. Tittar man på totalt klimatskärmsyta så är det ju ändå en förhållandevis liten del där möblerna blir en del i värmemotståndet, dessutom bör möbler egentligen inte stå i direkt anslutning till yttervägg för att förhindra eventuella fuktproblem som kan uppstå. Ställer man inte möblerna i direkt anslutning så blir det extra värmemotståndet en ganska liten del. Vi brukar upplysa kunderna att tänka på möblers placering en hel del när det gäller inomhusklimat dock utan att räkna på det,

exempel på detta kan ju vara att inte placera soffan precis framför en radiator.

3. Det beror på vilken typ av uppdrag det är men vi använder allt från egna kalkylark till TMF-energi, Bv2 och VIP

Bilaga B

PLANRITNINGAR FRÅN BOK

Lg h	Golv			Vägg		
	Yta [m ²]	Täckt [m ²]	Täckningsgrad [%]	Yta [m ²]	Täckt [m ²]	Täckningsgrad [%]
1	77,8	23,1	30 %	253,5	39,2	16 %
2	82,3	25,8	31 %	285,3	44,1	16 %
3	65,4	17,2	26 %	199,0	35,0	18 %
4	75,6	19,6	26 %	292,4	37,5	13 %
5	73,4	22,7	31 %	210,5	42,2	20 %
6	76,0	29,3	39 %	446,1	68,1	15 %
7	76,0	27,1	36 %	446,1	47,5	11 %
8	82,5	23,6	29 %	285,3	51,8	18 %
9	67,1	14,6	22 %	201,5	25,1	12 %
10	81,2	19,9	25 %	255,5	35,2	14 %
11	81,2	22,1	27 %	255,5	38,9	15 %
12	76,5	18,6	24 %	247,0	34,1	14 %
13	76,5	19,8	26 %	247,0	34,7	14 %
14	82,5	24,2	29 %	285,3	39,6	14 %
15	81,2	25,0	31 %	255,5	57,0	22 %
16	81,2	19,8	24 %	255,5	39,0	15 %
17	76,5	16,2	21 %	247,0	32,2	13 %

Bilaga C

IKEA-LÄGENHETER

Lg h	Golv			Vägg		
	Yta [m ²]	Täckt [m ²]	Täckningsgrad [%]	Yta [m ²]	täckt[m ²]	Täckningsgrad [%]
1	31,0	10,89	28 %	66,8	18,6	35 %
2	32,0	10,3	33 %	85,12	28,5	32 %
3	50,5	15,4	17 %	144,8	24,5	31 %
4	49,5	14,4	29 %	142,1	22,9	16 %
5	75,5	28,2	21 %	200,5	42,0	37 %
6	65,5	19,5	30 %	161,9	24,3	15 %
7	44,1	18,3	42 %	171,1	22,2	13 %
8	75,5	20,2	27 %	218,2	31,2	14 %
9	67,0	12,5	19 %	175,5	23,5	13 %
10	96,0	30,7	32 %	243,7	31,8	13 %

Bilaga D

HEMBESÖK MED INVENTERING

Lg h	Golv			Vägg		
	Yta [m ²]	Täckt [m ²]	täckningsgrad [%]	Yta [m ²]	Täckt [m ²]	Täckningsgrad [%]
1	71,6	16,8	12 %	170,5	20,0	23 %
2	81,2	32,7	40 %	197,1	57,0	29 %
3	63,0	15,2	24 %	216,1	32,3	15 %
4	77,7	20,1	26 %	208,3	62,2	30 %
5	44,1	18,3	42 %	171,1	22,2	13 %
6	70,9	13,8	19 %	228,2	44,2	19 %
7	35,2	5,7	16 %	133,5	22,4	17 %
8	65,4	10,2	16 %	200,8	31,1	16 %
9	45,0	6,9	15 %	107,5	27,5	26 %

Bilaga E

Tomt rum + test 1, logger 15 och 25

Logger	T _{start}	T _{max}	t _{max}
15, tomt rum	20,7 °C	23,0 °C	6 h 28 min
15, försök 1	21,3 °C	24,1 °C	6 h 25 min
15, försök 2	20,4 °C	24,5 °C	6 h 22 min
15, försök 3	20,9 °C	24,0 °C	6 h 36 min
25, tomt rum	20,8 °C	24,7 °C	6 h 35 min
25, försök 1	22,0 °C	26,9 °C	6 h 13 min
25, försök 2	22,1 °C	26,8 °C	6 h 36 min
25, försök 3	20,4 °C	26,5 °C	6 h 24 min

Test 2, logger 15 och 25

Logger	T _{start}	T _{max}	t _{max}
15, försök 1	21,8 °C	24,0 °C	6 h 24 min
15, försök 2	20,5 °C	23,8 °C	6 h 37 min
15, försök 3	20,7 °C	23,7 °C	6 h 36 min
25, försök 1	22,1 °C	27,2 °C	6 h 12 min
25, försök 2	20,9 °C	27,6 °C	6 h 38 min
25, försök 3	21,2 °C	27,8 °C	6 h 30 min

Jämförelse av testerna logger 15 och 25

Logger	T _{start}	T _{max}	t _{max}
15, tomt rum	20,7 °C	23,0 °C	6 h 28 min
15, test1	20,9 °C	24,2 °C	6 h 22 min
15, test 2	21,0 °C	23,8 °C	6 h 30 min
25, tomt rum	20,8 °C	24,7 °C	6 h 35 min
25, test 1	21,5 °C	26,7 °C	6 h 24 min
25, test 2	21,4 °C	27,5 °C	6 h 31 min