

# Modifiering av ramverksdörrar

För minskat värmeläckage och bibehållet utseende



**Björn Frodin**

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i  
Kulturvård, Bygghantverk

15 hp  
2012

Institutionen för kulturvård  
Göteborgs universitet



# Modifiering av ramverksdörrar. För minskat värmeläckage och bibehållet utseende.

Björn Frodin

Handledare: Tomas Karlsson

Kandidatuppsats, 15 hp  
Bygghantverksprogrammet  
Lå 2012/VT



UNIVERSITY OF GOTHENBURG  
Department of Conservation  
Box 77  
SE-542 21 Mariestad, Sweden

www.conservation.gu.se  
Tel +46 31 7860000

Program in Conservation, Building Crafts  
Graduating thesis, 2012

By: Björn Frodin  
Mentor: Tomas Karlsson

Modification of frame work doors. With reduced heat leakage and maintained appearance.

#### ABSTRACT

In 2012 the requirement of energy consumption in all new houses was tightened. The same rules are applied if the use of the building is changed. Framework doors with there typical appearance is a part of old houses that then may need revision. There are currently no documented methods of how this can be done where even the framework doors characteristics is maintained. In this study, therefore, suggested methods have been developed. Some methods have also been tested in a laboratory experiment on real doors. Calculations have been performed to find out how much more energy efficient a modified framework door can be. The calculations show that the heat leakage at least can be halved. The appearance of the doors may after the modifications be maintained.

Title in original language: Modifiering av ramverksdörrar. För minskat värmeläckage och bibehållet utseende.  
Language of text: Svenska  
Number of pages: 33  
Keywords: ramverksdörrar, spegeldörrar, träspeglar, isolering, fönster, spröjs



## Sammanfattning

I och med att kraven 2012 skärptes ytterligare på att hus idag skall släppa ut mindre värmeenergi än tidigare är de gamla ramverksdörrarna en del som kan behöva ses över. Det finns idag inga dokumenterade metoder på hur detta kan utföras där även ramverksdörrens karakteristiska utseende bibehålls. I denna undersökning har därför förslag på metoder tagits fram. Några av metoderna har testats i en laboration på verkliga dörrar. Beräkningar har utförts och visar att värmeläckaget minst kan halveras. Utseendet hos dörrarna kan efter modifieringarna i stort sett bibehållas.







# Innehållsförteckning

1. Inledning.....	11
1.1 Bakgrund.....	11
1.2 Problemformulering.....	11
1.3 Syfte.....	11
1.4 Frågeställning.....	11
1.5 Avgränsningar.....	12
1.6 Befintlig kunskap.....	12
1.7 Metod.....	12
1.8 Förväntat resultat.....	12
1.9 Beskrivning av ramverksdörr.....	13
1.10 Isoleringstyper.....	14
1.11 Lämplig isolering för dörrar.....	15
1.12 Glastyper.....	15
2. Undersökning.....	16
2.1 Metoder för halvfranska dörrar.....	16
2.2 Metoder för helfranska dörrar.....	17
2.3 Metoder för glaspartier.....	19
3. Laboration.....	21
3.1 Laboration på halvfransk dörr.....	21
3.2 Laboration på helfransk dörr.....	24
3.3 Jämförelse av u-värde.....	28
3.4 Mätning av värmegenomsläpplighet.....	28
I kap.....	28
4. Avslutning.....	31
4.1 Diskussion.....	31
4.2 Slutsats.....	31
5. Bildförteckning.....	32
6. Käll- och litteraturförteckning.....	33
Tryckta källor:.....	33
Övriga källor:.....	33
Muntliga källor.....	33
Elektroniska källor.....	33
7. Bilagor.....	33



# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Redan på 1600-talet började ramverksdörrar att tillverkas i Sverige (Hidemark 2011 s. 187). Traditionellt har ramverksdörrar massiva träspeglar och enkelglas vilka släpper igenom mycket värmeenergi på grund av låg isoleringsförmåga. I januari 2012 kom den nya BBR (Boverkets byggregler) ut där kraven på energihushållning höjts ytterligare. Förändringen innebär skärpta krav med cirka 20 procent på byggnadens specifika energianvändning (kWh per m<sup>2</sup> och år) och genomsnittlig värmeisolering (W/m<sup>2</sup>K). Samma krav gäller vid ändring som för nya byggnader men kraven måste alltid anpassas utifrån ändringens omfattning, byggnadens förutsättningar, varsamhetskravet och förvanskningförbudet.

Ytterdörrarna är en del av huset som kan behöva ses över. I de fall innerdörrar inte kan användas på vinterhalvåret är alternativet att byta till en modern ytterdörr eller att modifiera den befintliga. Den dokumenterade kunskapen om hur gamla, i övrigt fungerande, ramverksdörrar kan modifieras med bibehållet utseende för bättre energihushållning är idag en kunskapsbrist. På äldre hus är dörrarna, precis som fönster, en viktig detalj i husets utseende vilket kommer att förvanskas om de ersätts med moderna dörrar eller byggs om på ett ovarsamt sätt.

## 1.2 Problemformulering

I och med att det saknas dokumenterad kunskap om hur ramverksdörrar kan modifieras med bibehållet utseende för att uppnå en bättre energihushållning, riskerar många ramverksdörrar att ersättas med nytillverkade dörrar med avvikande utseende. Många äldre hus kan därmed förlora en del av sitt kulturhistoriska värde som de ursprungliga ramverksdörrarna ger.

## 1.3 Syfte

Syftet med undersökningen är att ta fram metoder för hur ramverksdörrar kan modifieras för att minska värmeläckaget samtidigt som utseendet bibehålls.

## 1.4 Frågeställning

1. Vilka isolerings- och glastyper kan fungera för en ytterdörr av ramverksmodell med den miljö den vistas i och de begränsade tjocklekar en dörr kan ha?
2. Går det att modifiera en ramverksdörr utan att göra synliga ingrepp i dörren, utifall man vill återställa dörren till dess ursprungliga skick?
3. Kan det karakteristiska utseendet hos ramverksdörren bibehållas efter isoleringen?
4. Hur mycket energieffektivare blir en modifierad ramverksdörr jämfört med en icke modifierad dörr?
5. Kan en reflekterande produkt rekommenderas framför en isolerande produkt inuti speglarna?
6. Vilka verktyg och maskiner är nödvändiga att använda för att kunna utföra modifieringarna?

## 1.5 Avgränsningar

Undersökningen begränsar sig till att omfatta metoder för dörrar av halv- och helfransk modell med liksidig fyllning.

På grund av resursbrist och begränsat med tid kan inga mätningar utföras för att erhålla mer exakta u-värden (värmegenomgångskoefficient). En teoretisk uppskattning av hur mycket energieffektivare en modifierad ramverksdörr blir i förhållande till en icke modifierad dörr kommer däremot att utföras.

## 1.6 Befintlig kunskap

Den dokumenterade kunskapen om hur gamla ramverksdörrar kan göras mer energieffektiva är mycket liten. Flertalet tillverkare av nya ramverksdörrar med isolering inuti och flera glas finns, men dessa har mer anpassat sina metoder efter moderna material och maskinell tillverkning. Innanfönster hos enkelfönster har använts sedan länge under vinterhalvåret för att minska värmeläckaget. Därefter har både kopplade bågar, treglasfönster med gas emellan och lågenergiglas utvecklats. Inom byggindustrin finns idag ett antal högpresterande isoleringstyper med bättre isoleringsförmåga än t.ex. cellplast.

## 1.7 Metod

Lämplig litteratur används för att söka kunskap om fukt och värme och hur dessa faktorer påverkar dörrar. Även lämpliga isoleringstyper för dörrar tas fram. Här söks svar på fråga 1.

I undersökningen tas förslag på metoder fram. De mest lämpade visas med skisser i rapporten. Några av metoderna prövas i en laboration på verkliga dörrar. Här söks svar på frågorna 2, 3 och 6.

En beräkning av ett uppskattat u-värde för dörrarna i laborationen utförs för att kunna bestämma skillnaden i u-värde mellan ursprungsdörren och den modifierade dörren. Här söks svar på fråga 4.

En enkel mätutrustning för mätning av värmeläckage genom en dörrspegel tillverkas. Mätning utförs på ett isolerande material och ett värmereflekterande material. Här söks svar på fråga 5.

Resultatet från laborationen och mätningen sammanställs och redovisas i rapporten.

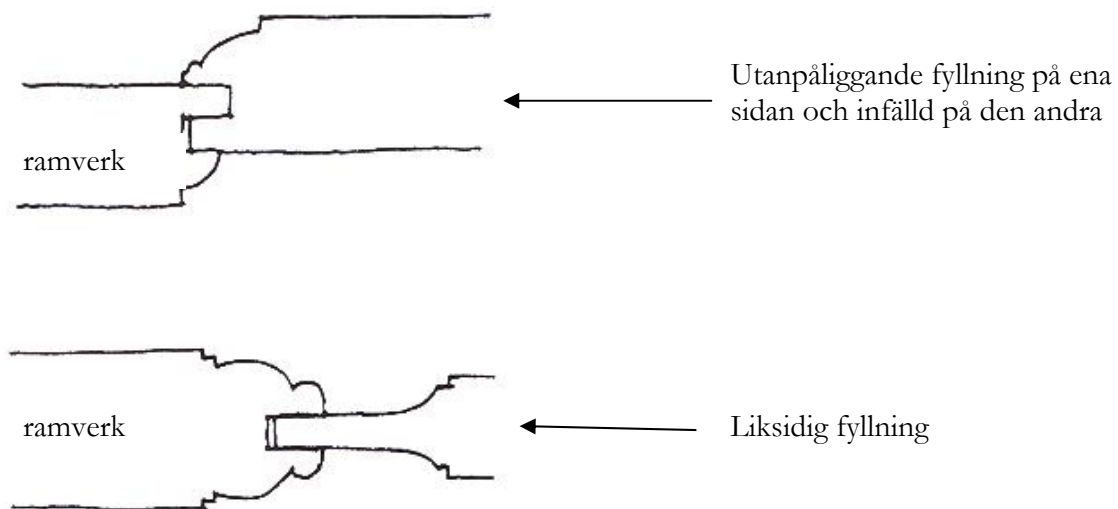
## 1.8 Förväntat resultat

De metoderna som testas i laborationen kommer teoretiskt att beräknas hur mycket energieffektivare de blir. En utvärdering av de föreslagna metoderna med dess för- och nackdelar kommer att utföras. Det karakteristiska utseendet som ramverket, speglarna och profilerna ger kommer fortfarande att finnas kvar efter modifieringarna. Dessutom kommer några alternativa isoleringsmaterial och glastyper att redovisas.

Resultatet av undersökningen kommer att presenteras i form av en skriftlig rapport. Innehållet i rapporten kan användas av privatpersoner, hantverkare, antikvarier och andra intresserade med grundläggande träkunskap som vill få en inblick i hur en ramverksdörr kan modifieras för minskat värmeläckage och bibehållet utseende.

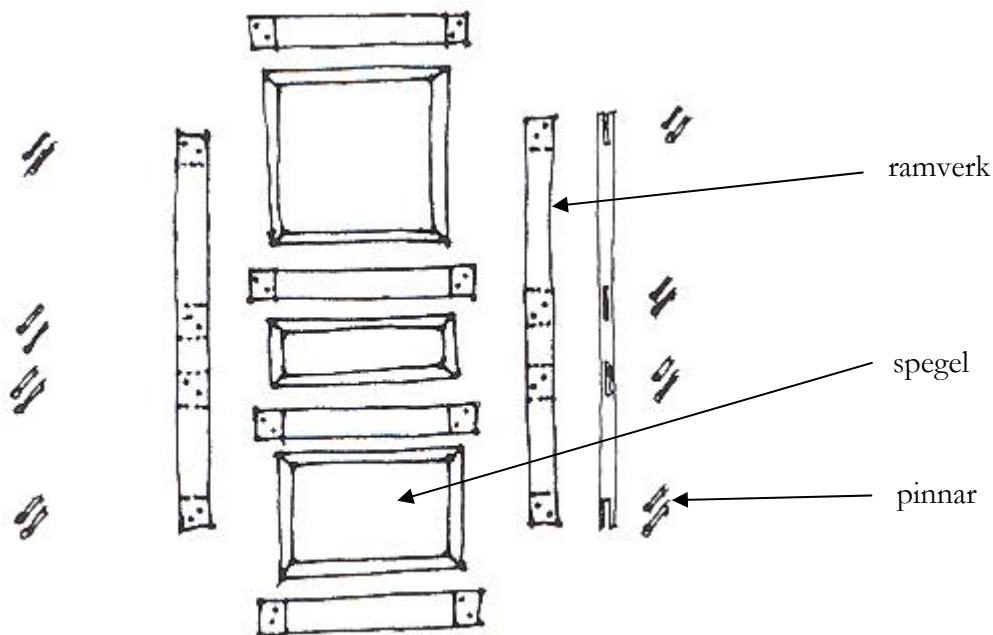
## 1.9 Beskrivning av ramverksdörr

Ramverksdörrar med liksidig fyllning är vanligt förekommande i bostadshus från 1700-talet och framåt. Men redan på 1600-talet tillverkades i Sverige ramverksdörrar med utanpåliggande fyllning på ena sidan och infälld på den andra (Figur 1) (Hidemark 2011 s. 186).



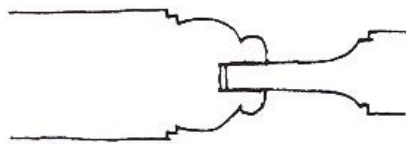
Figur 1 Beskrivning av utanpåliggande och liksidig fyllning hos en ramverksdörr.

En ramverksdörr består av två huvuddelar, ramverket och speglarna (Figur 2). Vissa dörrar kan ha glaspartier istället för träspeglar. Spegelarna skjuts in i notspår i ramverket eller i notspår i mellanliggande list. Ramverket hålls ihop med pinnar och kilar.

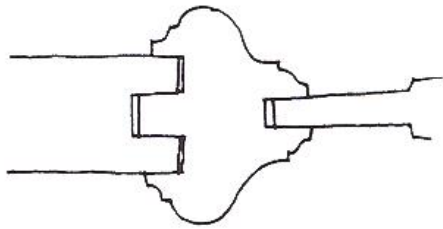


Figur 2 En ramverksdörr med dess ingående delar.

De dörrtyper som studeras i denna undersökning är av halv- och helfransk modell. I den halvfranska modellen hyvlas profilerna direkt på ramverket. I den helfranska modellen hyvlas profilerna på mellanliggande lister. Listan kan vara hel och ligger då emellan ramverket och spegeln (Figur 3). Den kan även bestå av två lösa halvor som täcker mötet mellan spegeln och ramverket (Figur 4). På en befintlig målad dörr kan det vara svårt att avgöra vilken typ av list som använts.

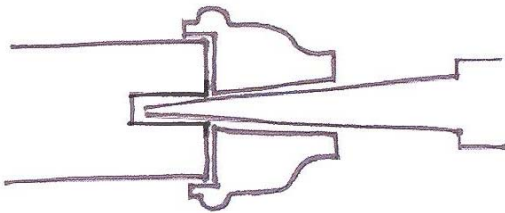


Halvfransk modell



Helfransk modell med hel mellanliggande list

Figur 3 Beskrivning av halv- och helfransk dörr.



Helfransk modell med lösa utanpåliggande lister

Figur 4 Helfransk dörr med lös list.

## 1.10 Isoleringstyper

Optimalt vore att ha en dörr lika tjock och välisolerad som ytterväggarna för att inte släppa igenom värme i onödan. Men i denna undersökning är utgångsläget ramverksdörrar som har tjocklekar av ca 40-45 mm. Tunnare ramverksdörrar finns men dessa är mer vanliga som innerdörrar. För att inte förvansa dörrens utseende och för att den inte skall bli för tung kan man anta att en modifierad dörr inte får bli tjockare än ca 65 mm. Därmed är det relativt små tjocklekar, ca 10 -30 mm, som det isolerande materialet kan ha. För att få en hög isolerande effekt av den begränsade isoleringstjockleken bör ett material med lågt lambdavärde (värmekonduktivitet) eftersträvas. Tabell 1 visas ungefärliga lambdavärden för olika isoleringsmaterial: tretex, hampa, cellulosafiber, lin (Löfgren 2011 s. 97), PUR, PIR, aerogel, VIP (Clase 2010 s. 8-16), mineralull, EPS (Sandin 2010 s. 40).

Tabell 1 Olika isoleringsmaterial och deras ungefärliga lambdavärde.

MATERIAL	$\lambda$ -värden [W/mK]
tretex	0,050
hampa	0,042
cellulosafiber	0,040
mineralull	0,038
lin	0,038
EPS (cellplast)	0,036
PUR (polyuretan-)	0,027
PIR (polyisocyanurat-)	0,023
aerogel	0,013
VIP (vakuumisolering)	0,005

Grovt kan isoleringarna delas in i två huvudkategorier, högpresterande och normal isolering. Till den normala isoleringen hör mineralull (glasull och stenull), cellulosa, lin, hampa och EPS (cellplast). Högpresterande isolering är PUR (polyuretan-), PIR (polyisocyanurat-), aerogel, och VIP (vakuumisolering). De högpresterande isoleringarna har lambdavärden lägre än 0,03 W/mK och de normala isoleringarna har lambdavärden större än 0,03 W/mK.

## 1.11 Lämplig isolering för dörrar

Enligt informant 1 är EPS (cellplast) det vanligaste isoleringsmaterialet i nyttillverkade dörrar idag. Högpresterande isoleringar används inte i dörrar idag vad han vet. Orsaken är att priserna är höga på grund av kostsam tillverkning och de små mängder som dörrtillverkarna köper in. Även ett begränsat utbud av tjocklekar påverkar användningen.

Det finns ett flertal sorter högpresterande isoleringar i Clase (2010 s. 8-24). Produkten med lägst lambdavärde ( $\lambda=0,005$  W/mK) är VIP (vakuumisolering). Den finns i tjocklekar från 10 mm och uppåt. Den finns bara i standardformat och kan inte skäras till önskad form. Dessutom är den känslig vid hantering och förlorar sin funktion om den punkteras. Aerogel med lambdavärde 0,013 W/mK är en intressant produkt som kan bli aktuell för dörrar i framtiden. Den finns idag att få tag på i tjockleken 30 mm men den har ett högt pris enligt informant 1.

EPS-isolering (cellplast) har fördelen att den är lätt, billig och finns i många olika tjocklekar. Den kan dessutom skäras till önskat format med kniv. En nackdel är att cellplast dämpar ljud dåligt. Lambdavärdet för cellplast är ca 0,036 W/mK. Tjocklekar finns från 10 mm och uppåt.

Det händer att dörrar ibland även behöver dämpa ljud. Då behöver en tyngre isolering användas, tretex kan då vara lämpligt. Den finns i skivor med tjockleken ca 13 mm, lambdavärdet är ca 0,05 W/mK.

Cellulosa-, lin- och hampaisolering är ekologiska alternativ, liksom tretex. Problemet är att de inte finns i tunnare skivor. Tjocklekarna börjar vid 30 mm. Lindrev finns i tjocklekar från ca 6 mm med bredder ca 60-100 mm. De kan fungera vid isolering av ramverket. Hampan går att få tag på både som kort- och långfibrig lösull. Den kortfibriga varianten, som är anpassad för att kunna sprutas, är lättast att få ut i hörnen i speglarna. Lambdavärdet för dessa produkter är ca 0,04 W/mK. Viktigt är att kolla upp om produkterna har några tillsatser (för t. ex brandskydd) i form av salter som kan göra att de sväller om de blir fuktiga.

Det finns en tredje kategori som inte kan kallas för isolering och det är värmereflekterande produkter. De ser till att värmestrålning som försöker ta sig ut till den kalla omgivningen reflekteras tillbaka. För att fungera kräver den luftspalter på ca 15-25 mm på varje sida. Ligger den i direkt kontakt med kringliggande material kommer värmen att ledas ut genom konduktion. Enligt Clase (2010 s. 21), har inte produkten levt upp till den isolerande effekt som angetts.

## 1.12 Glastyper

För att minska värmeläckaget ut genom fönsterdelen i dörren rekommenderas att montera ytterligare en ruta i dörren om den bara har enkelglas från början. Ett bättre alternativ än vanligt glas är då att använda LE-glas (lågmissionsglas) som släpper ut mindre värmestrålning jämfört med vanligt glas. I Fredlund (1999 s. 43) finns exempel på hur stor effekt LE-glas har i olika typer av fönster.

Optimalt avstånd mellan två fönsterglas ur u-värdessynpunkt är enligt Bokalders (2009 s. 196) 25 mm.

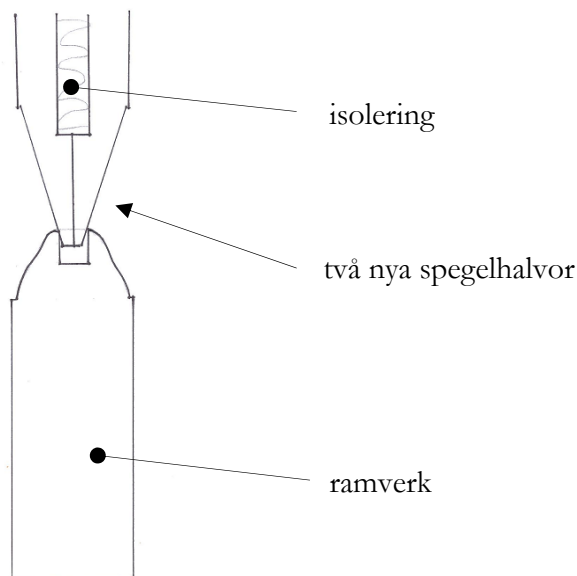
## 2. Undersökning

Tanken med metoderna nedan är att undvika synliga ingrepp i befintliga delar. I dörrar som plockas isär och då ersätts med nya delar skall originaldelarna sparas utifall dörren skall återställas till sitt ursprungliga utseende.

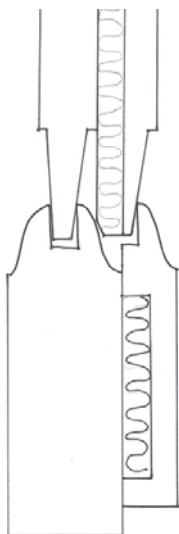
### 2.1 Metoder för halvfranska dörrar

Två alternativ för halvfranska dörrar föreslås enligt Figur 5 och Figur 6. Metod A1 kräver att dörren tas isär. Nya spegelhalvor tillverkas där isolering placeras i ett hålrum som förslagsvis fräses fram.

Metod A2 kräver inga ingrepp i den befintliga dörren. En ny spegelhalva tillverkas som läggs utanpå den andra med isolering i mellan. Frisen på spegeln ges samma mått som på befintlig dörr. Ett nytt ramverk tillverkas med ett spår fräst på insidan för infällning av isolering. De nyttillverkade delarna monteras på insidan (varma sidan) av dörren. Ramverket skruvas fast med försänkta skruvar. Spegelarna kläms då fast mot de gamla speglarna. Tabell 2 visar för- och nackdelar med de olika metoderna.



Figur 5 Metod A1 för halvfranska dörrar. Metoden kräver att dörren tas isär.



Figur 6 Metod A2 för halvfranska dörrar. Nytt ramverk, spegel och isolering monteras utanpå den befintliga dörren.



Tabell 2 Fördelar och nackdelar med metod A1 och A2.

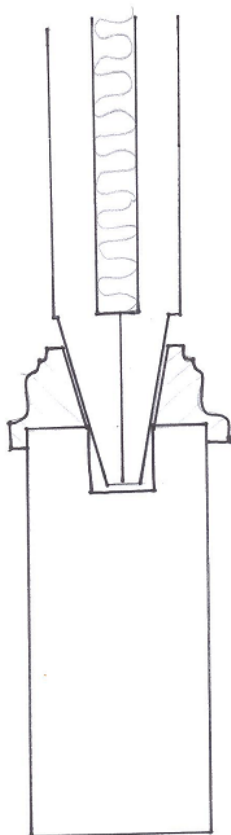
	Metod A1	Metod A2
fördelar	Tjockleken på dörren ändras inte. Profilerna på ramverket behålls.	Dörren behöver inte tas isär. Dörren kan sitta kvar i karmen under tillverkning av nya delar. Man kan få in en extra tätninglist mot karmen för att minska drag
nackdelar	Dörren måste tas isär. Risk att profiler på ramverk skadas.	Kostsamt att tillverka ny profilhyvel eller nytt frässtål för endast en dörr, om inte gamla finns. Dörren blir tyngre, kan kräva fler gångjärn.

## 2.2 Metoder för helfranska dörrar

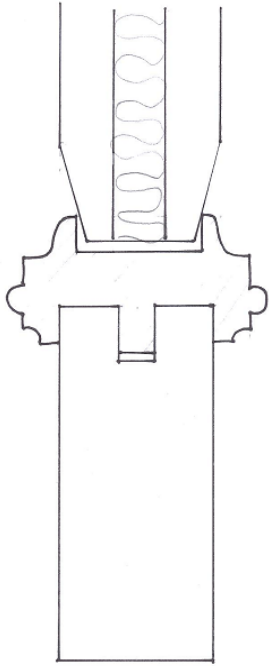
Tre metoder, B1-B3, för helfranska dörrar föreslås enligt Figur 7 - Figur 9. Metod B1 är samma som metod A1 för halvfranska dörrar, metoden kräver att dörren tas isär.

Metod B2 kräver även den att dörren tas isär. Ett nytt listverk med bredare notspår samt nya spegelhalvor behöver tillverkas. Alternativt kan den gamla spegeln återanvändas på ena sidan. Det krävs dock att den inte är för tjock om det skall få plats isolering mellan spegelhalvorna.

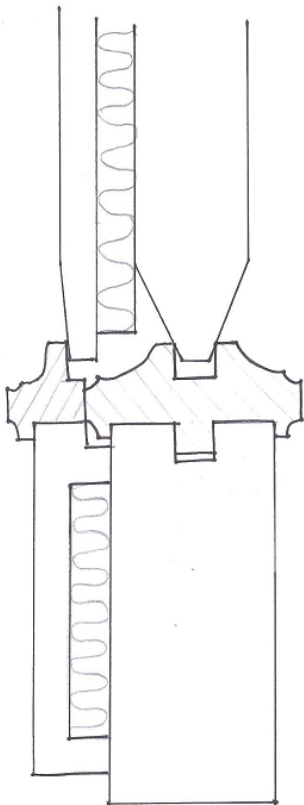
Metod B3 är samma som A2 för halvfranska dörrar. Det kan bli problem att få in isolering mellan speglarna med denna metod om tjockleken på spegeln är större än på ramverket. Ett exempel på en sådan situation visas i Figur 10.



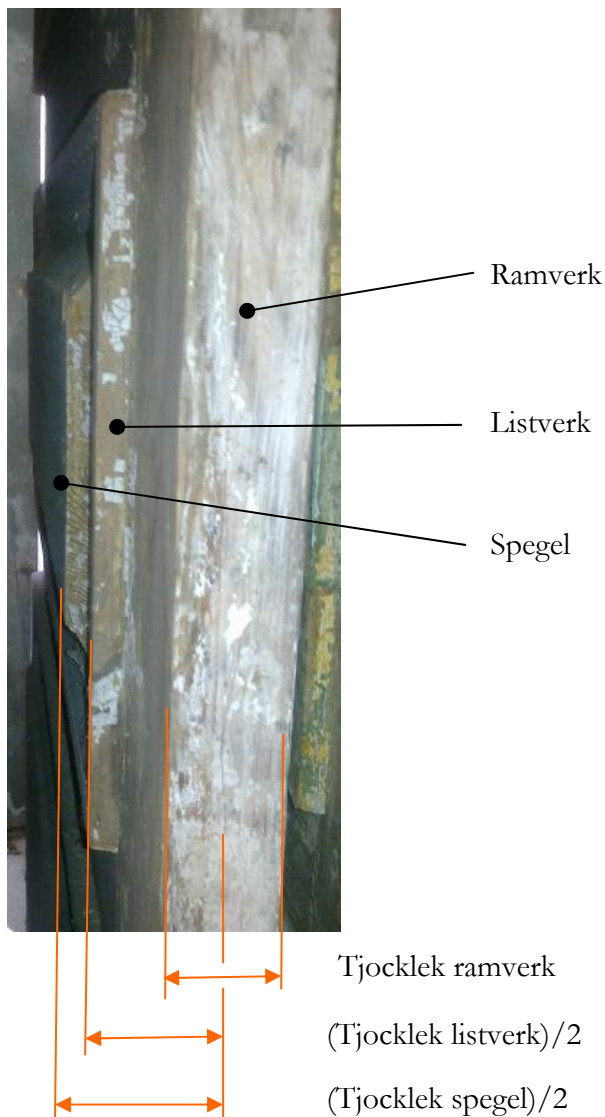
Figur 7 Metod B1 för helfranska dörrar.



Figur 8 Metod B2 för helfranska dörrar.



Figur 9 Metod B3 för helfranska dörrar.



Figur 10 Helfransk dörr med tjocka dörrspeglar.  
 Tabell 3 Fördelar och nackdelar med metod B1 - B3.

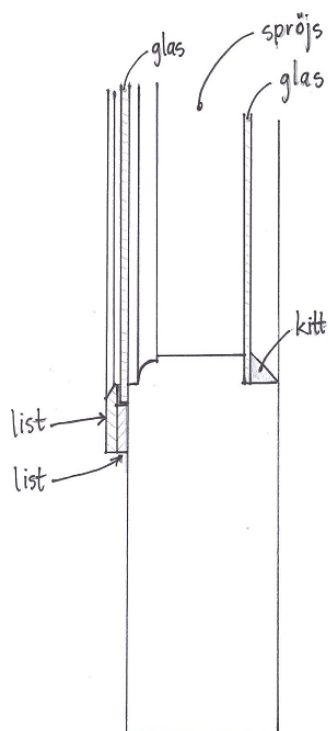
	Metod B1	Metod B2	Metod B3
fördelar	Tjockleken på dörren ändras inte. Profilerna på ramverket behålls.	Det går att få in mer isolering mellan speglarna än vid metod B1. Originalspegeln kan eventuellt användas på ena sidan om den inte är för tjock.	Dörren behöver inte tas isär.
nackdelar	Dörren måste tas isär. Risk att profiler på ramverk skadas.	Dörren måste tas isär. Kostsamt att tillverka ny profilhyvel eller nytt frässtål för endast en dörr, om inte gamla finns.	Kan bli problem om spegeln är tjockare än ramverket.

### 2.3 Metoder för glaspartier

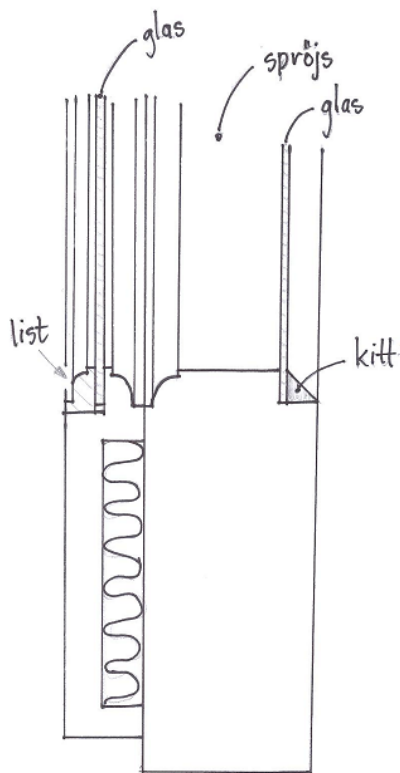
Det är tämligen vanligt att ramverksdörrar har partier med glas. Metoderna C1 och C2 visar hur dörrar med enkelglas kan kompletteras för att få dubbla glas med bättre värmeisolerande effekt. Ofta har dörrar med glas en eller flera spröjs som delar upp glaset i mindre delar. Om metod A1, B1 eller B2 är tänkt att användas för träspeglarna kan metod C1 användas för den glasade delen. Här spikas en list på insidan av ramverket som är något större än den nya glasrutans. Ytterligare en list med eller utan profil, vilken fixerar den nya glasrutans, spikas eller

skrivas sedan genom den första listen och in i ramverket. Glasrutan är här hel utan någon spröjsindelning (Figur 11).

Metod C2 är tänkt att användas tillsammans med metod A2 och C3. Här monteras glasrutan i det nya ramverket. I skissen enligt Figur 12 är det en trälist som fixerar glaset.



Figur 11 Metod C1 för komplettering med glas.



Figur 12 Metod C2 för komplettering med glas.

### 3. Laboration

Tre metoder valdes att testas i en laboration. Urvalet gjordes för att få testa både att bygga på en befintlig dörr och prova att ta isär en befintlig dörr. Den tredje metoden som testades var att komplettera en fönsterdel med ett extra glas.

#### 3.1 Laboration på halvfransk dörr

Metod A2 enligt ovan har provats på en befintlig dörr av halvfransk modell. Originaldörren (Figur 13) har tre lika stora speglar i trä. Dörrens yttermått är 203 cm x 83,5 cm, tjockleken är 4,2 cm.



Figur 13 Utseendet hos den halvfranska dörren innan modifiering.

Höjdskillnaden mellan spegel och ramverk mättes enligt Figur 14. Måttet i detta fall varierade mellan 10-12 mm. Maximal tjocklek som den färdiga dörren får ha bestämdes till 65 mm. Det betyder att den påbyggda delen inte får vara tjockare än  $65 - 42 = 23$  mm.

Ett nytt ”halvt” ramverk med tjocklek 23 mm tillverkades. Profilen på ramverket hyvlades för hand. En profilhyvel med samma profil som på ursprungsdörren gick inte att hitta. En hyvel med liknande utseende användes istället. I ramverket frästes ett 50 mm brett och 10 mm djupt spår för infällning av isolering, i detta fall cellplast. Det frästa spåret ger även en viss viktbesparing. Det nya ramverkets utseende visas i Figur 15. Maskiner och verktyg som använts till ramverket är justersåg, rikthyvel, planhyvel, fräs och profilhyvel.

Tre stycken speglar med tjocklek 15 mm tillverkades. Sidan som inte är synlig efter montering är helt slät, utsidan på speglarna har samma mått på frisen som på ursprungsdörren. Frisen sågades i en justersåg. Vissa problem med brännmärken framförallt vid sågning i ändträ uppstod. Spåren hyvlades bort med en rubank eller putsades bort med en karosserifil.

Utseendet på den nya spegeln visas i Figur 16. Maskiner och verktyg som användes var justersåg, planhyvel, rikthyvel, rubank och karosserifil.

Mellan de gamla speglarna och de nya placerades 10 mm cellplast. I mötet mellan ramverksdelarna har tråklossar monterats för att täta mot cellplasten samt för att ge en förstyvande effekt i mötet mellan de nya ramverksdelarna (Figur 17).

Ramverket skruvades fast med spårskruv som försänktes i ramverket. Träspeglarna kläms fast av ramverket (Figur 18). Cellplasten anses ha tillräcklig tryckhållfasthet för att speglarna inte skall sitta för löst eller för hårt. Den färdiga dörren visas i Figur 19.



Figur 14 Mätning av höjdskillnad mellan ramverk och spegel.



Fräst spår för isolering.

Urtag för att erhålla lämplig klämkraft mot spegeln.

Handhyvlat profil.

Figur 15 Spår fräst i det nya ramverket.



Fris sågad i justersåg. De mörka fläckarna är brännmärken efter sågklingan.

Figur 16 Den nya spegeln har slät undersida och en sågad fris på ovansidan. 10 mm cellplast ligger mellan den gamla och den nya spegeln.



Träkloss

Figur 17 Träklossar infällda i mötet mellan de nya ramverksdelarna.



Figur 18 Det nya ramverket skruvas fast på befintlig dörr. Spegelarna kläms fast av ramverket.



Figur 19 Färdig halvfransk dörr.

### 3.2 Laboration på helfransk dörr

Dörrens yttermått är 204 cm x 85 cm, tjockleken är 4,5 cm. Två metoder kommer att testas på denna dörr, metod B2 för träspeglar och C1 för fönsterdelen. Dörren plockades isär och de gamla speglarna och listerna togs bort. Dörren kommer slutligen att ha två stycken träspeglar och en glasad del med spröjs (Figur 20).

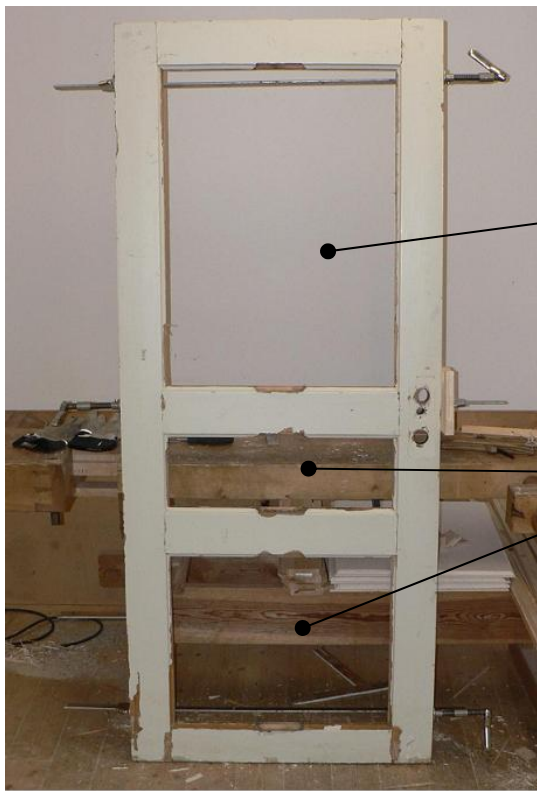
Nya lister som fälls in i ramverket och som fixerar träspeglarna och glaspartierna tillverkades (Figur 21 och Figur 22). Bredden på spåret i listen för träspeglarna är anpassat för att 20 mm isolering, i detta fall cellplast, skall få plats. Avståndet mellan glasen på utsidan och insidan är 25 mm. Maskiner som användes vid tillverkningen av listerna var justersåg, rikt- och planhyvel och fräs.

Träspeglar tillverkades på samma sätt som för (fris på utsidan och slät insida) den halvfranska modellen, tjockleken var 15 mm även här. I Figur 23 visas utseendet när listen, 20 mm isolering och träspeglarna är monterade. Maskiner och verktyg som användes till träspeglarna var justersåg, planhyvel, rikthyvel, rubank och karosserifil.

Figur 24 och Figur 25 visar utseendet när lister för den glasade delen och spröjs är monterat i ramverket. På dörrens utsida hålls rutorna på plats av stift och kitt. På dörrens insida monteras en hel glasruta som hålls på plats av en profilerad list, samma profil som på lister för träspeglarna användes. Den färdiga dörren visas i Figur 26.

Maskiner och verktyg som användes var justersåg, planhyvel, rikthyvel, rubank, karosserifil och profilhyvel.

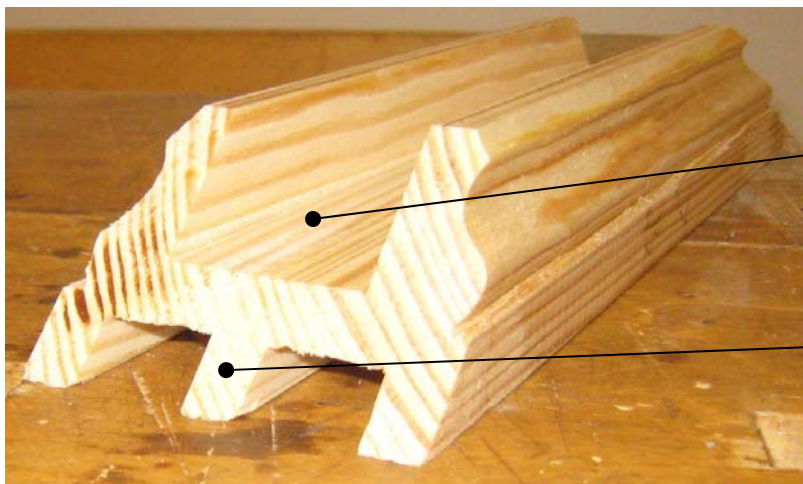




Utrymme för glas och spröjs

Utrymme för träspeglar

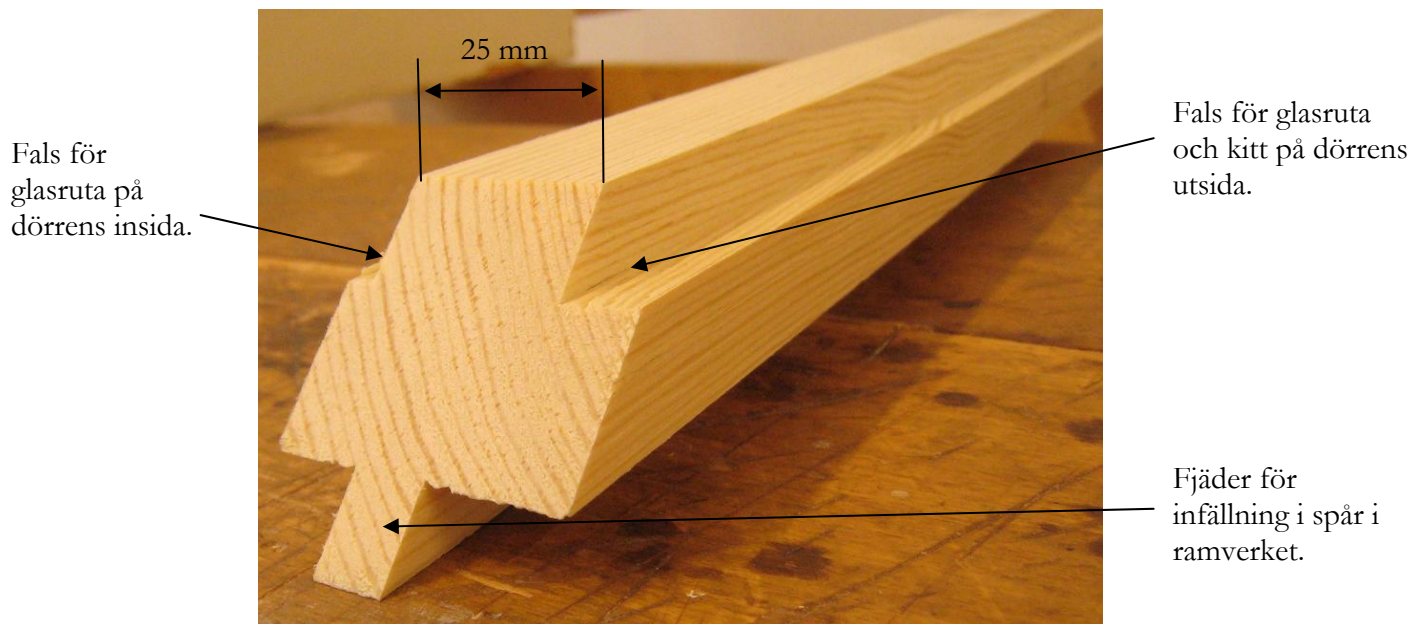
Figur 20 Utseende efter modifiering av ramverket.



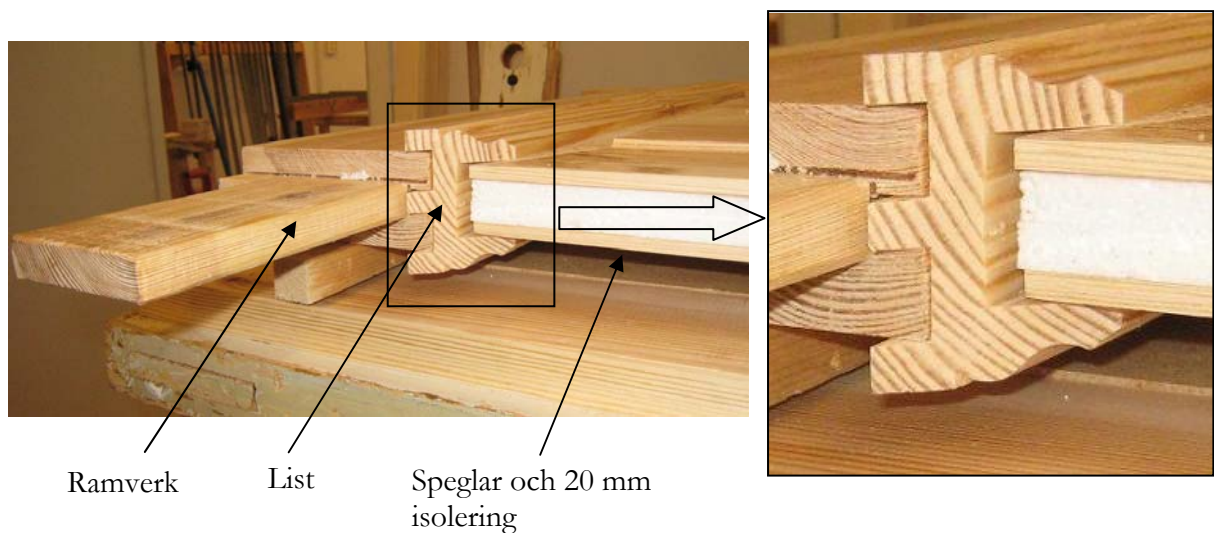
Fräst spår för  
speglar och  
isolering.

Fjäder för  
infällning i spår i  
ramverket.

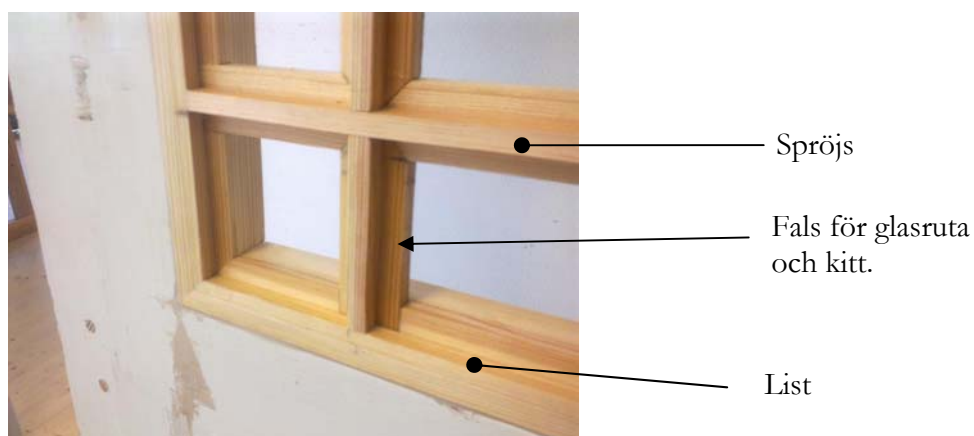
Figur 21 List för fixering av träspeglar vilken fälls i ramverket.



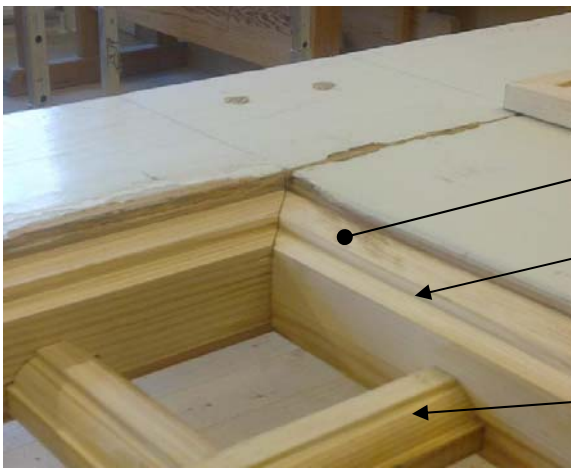
Figur 22 List för fixering av glasrutor vilken fälls in i ramverket.



Figur 23 List, isolering och speglar monterat i ramverket.



Figur 24 List och spröjs monterat i ramverk, bilden visar dörrens utsida.

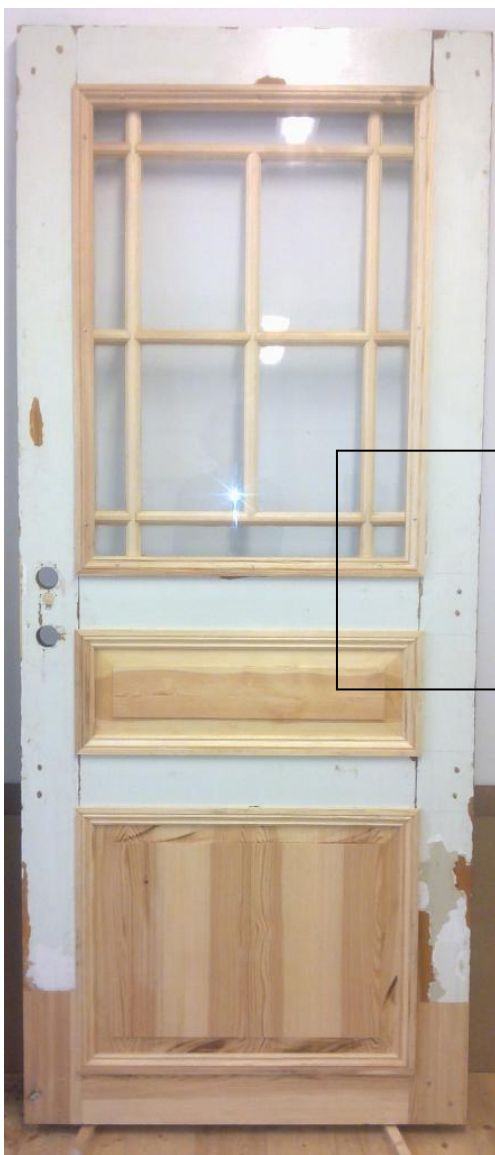


List

Fals för glasruta. Glaset kommer att klämmas fast av en profilerad list med samma profil som list till speglarna.

Spröjs

Figur 25 List och spröjs monterat i ramverk, bilden visar dörrens insida.



Insida dörr



Utsida dörr

Figur 26 Färdig dörr sedd från insidan.

### 3.3 Jämförelse av u-värde

För att kunna bestämma hur u-värdet ändras hos en modifierad ramverksdörr jämfört med den ursprungliga dörren har beräkningar i programmet Excel utförts. U-värdet som bestäms kan anses vara ett ”vikttat” u-värde. Det betyder att u-värdet för varje del i dörren bestäms och därefter beräknas det ”viktade” u-värdet för hela dörren genom att ta hänsyn till hur stor yttandelen för varje del i dörren bidrar med. Beräkningarna används för att jämföra den ursprungliga dörrens u-värde med den modifierade dörrens u-värde. Något exakt u-värde kan inte bestämmas med denna beräkning, då behövs mätningar utföras eller anpassad programvara användas, men det kan ändå användas för att bestämma hur mycket energieffektivare en modifierad dörr blir.

För provet enligt kapitel 3.1 Laboration på halvfransk dörr, blir u-värdet för ursprungsdörren  $5,5 \text{ W/m}^2\text{C}$ . U-värdet på den modifierade dörren blir  $2,1 \text{ W/m}^2\text{C}$ . U-värdet har därmed minskats med 62 %.

För provet enligt 3.2 Laboration på helfransk dörr anses ursprungsdörren ha samma utseende som den modifierade men med en fönsterdel med enkelglas och träspeglar med tjocklek 25 mm.

Ett fönster med enkelglas uppskattas ha u-värde på  $5,8 \text{ W/m}^2\text{C}$  enligt [www.sabo.se](http://www.sabo.se). Ett 2-glas fönster med ett klart glas och ett LE-glas uppskattas ha u-värdet  $1,6 \text{ W/m}^2\text{C}$  enligt Fredlund (1999 s. 43).

Enligt beräkningarna har ursprungsdörren ett u-värde på  $4,3 \text{ W/m}^2\text{C}$ . Den modifierade dörren har u-värdet  $2,3 \text{ W/m}^2\text{C}$ . U-värdet har här minskat med 47 %.

### 3.4 Mätning av värmegenomsläpplighet

#### I kap

1.11 Lämplig isolering för dörrar, nämns det att det finns en produkt som reflekterar värme istället för att se till att luften står still som hos isolerande material. För att få en uppfattning om produkten kan fungera i speglarna i en ramverksdörr gjordes en enkel mätutrustning enligt Figur 27. I värmelådan i botten placerades en värmefläkt i form av en hårtork. Effekten hos hårtorken var 1000 W. Denna låda har inget tak utan värmen som stiger träffar provlådan som ligger direkt ovanför. Provlådan symboliserar en dörrspegel. I temperaturlådan högst upp sitter en givare som registrerar temperaturen ca 2 mm ovanför ytan på provlådan (Figur 28). Temperaturlådan är till för att hålla luften precis ovanför provlådan stilla, annars finns risk att luften i det omgivande rummet stör mätresultatet.

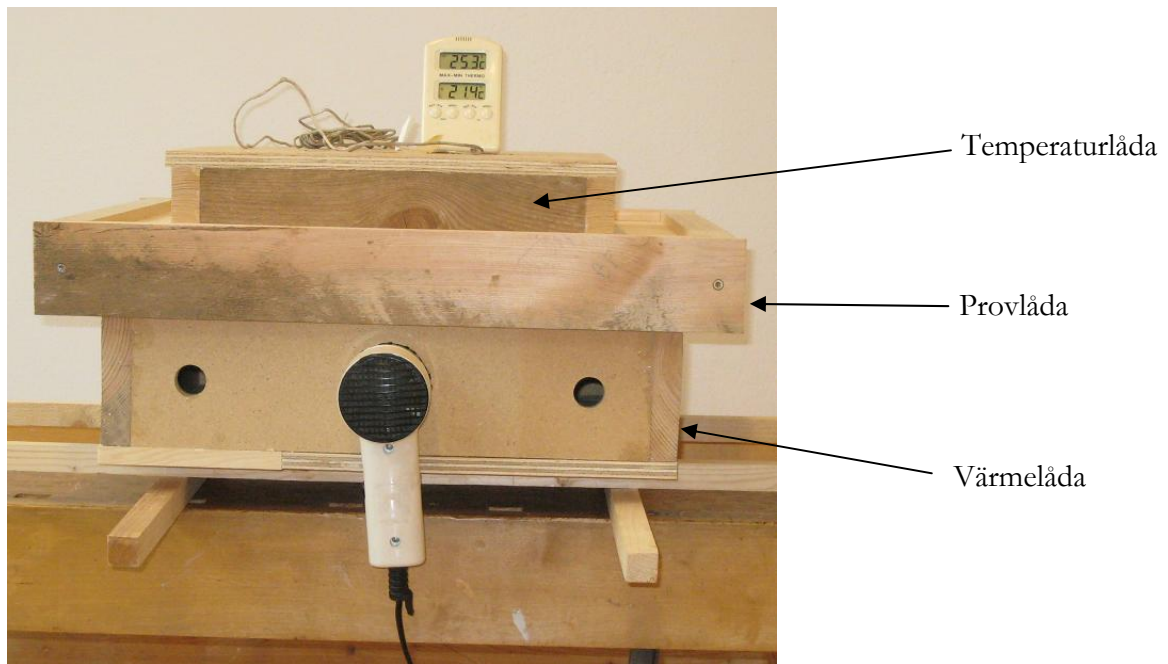
Provlådan har ett 20 mm högt utrymme i mitten som kan fyllas med valfri isolering. Tjockleken på träspeglarna i provlådan är 15 mm.

Två mätningar utfördes. Först fylldes provlådan med 20 mm cellplast. Denna mätning kan då symbolisera speglarna i dörren i kap 3.2 Laboration på helfransk dörr (Figur 29).

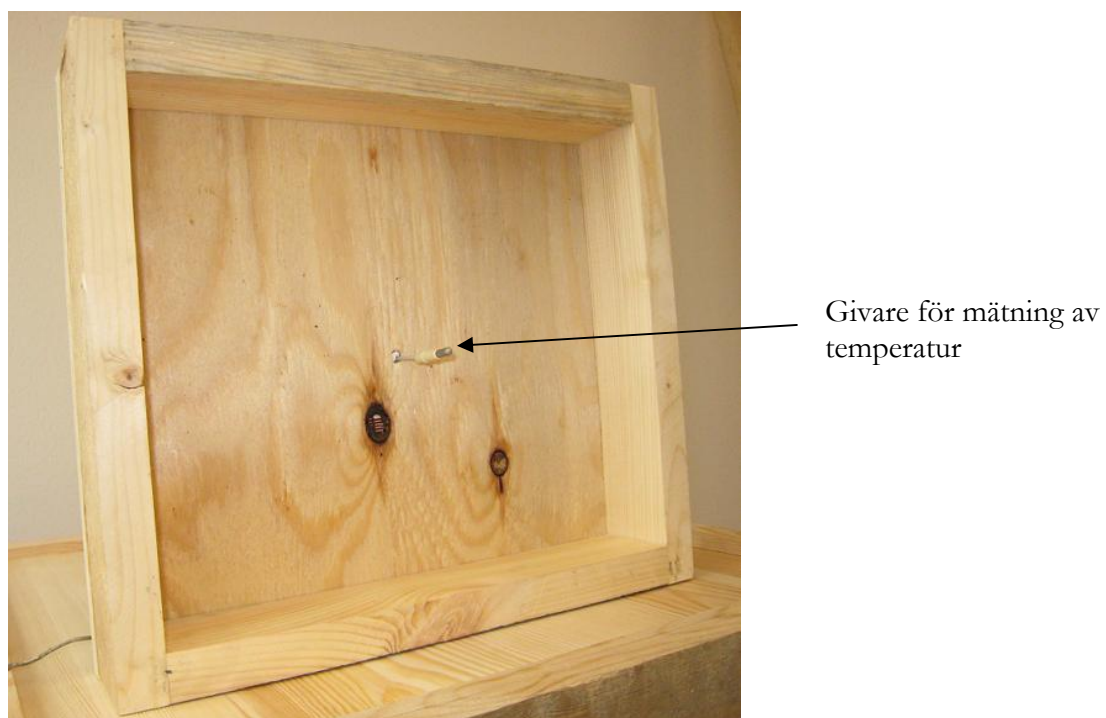
I den andra mätningen monterades den värmereflekterande produkten Thermoreflekt Super Polynum 4 mm i lådan. Produkten monterades med dubbla lager av dubbelhäftande tejp. Luftspalten blir då ca 8 mm på båda sidorna mellan Thermoreflekt och speglarna (Figur 30). Värt att nämna är att leverantören av Thermoreflekt rekommenderade en luftspalt på ca 25 mm.

Registreringen av temperaturen pågick i 160 minuter i båda proven. Fläkten var på hela tiden för båda proven. I Figur 31 visas resultatet från mätningarna. Resultatet visar ingen större

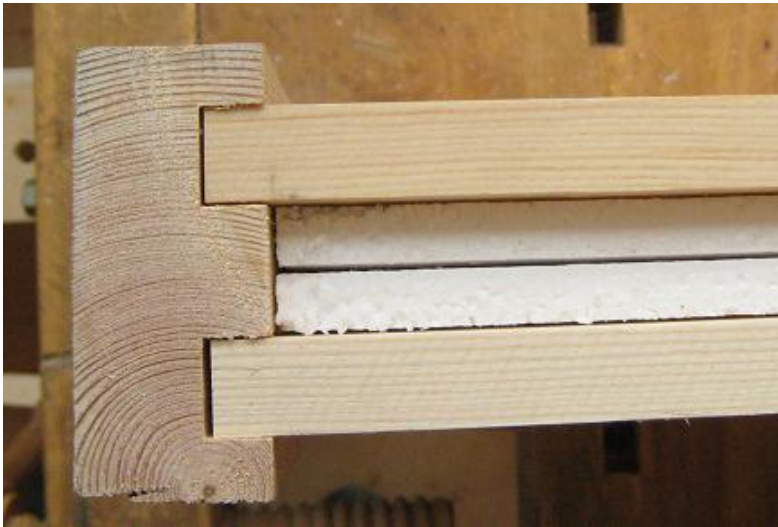
skillnad i lutning på kurvorna. Att kurvorna är separerade från varandra beror på att den omgivande temperaturen skiljde något vid de olika mätningarna.



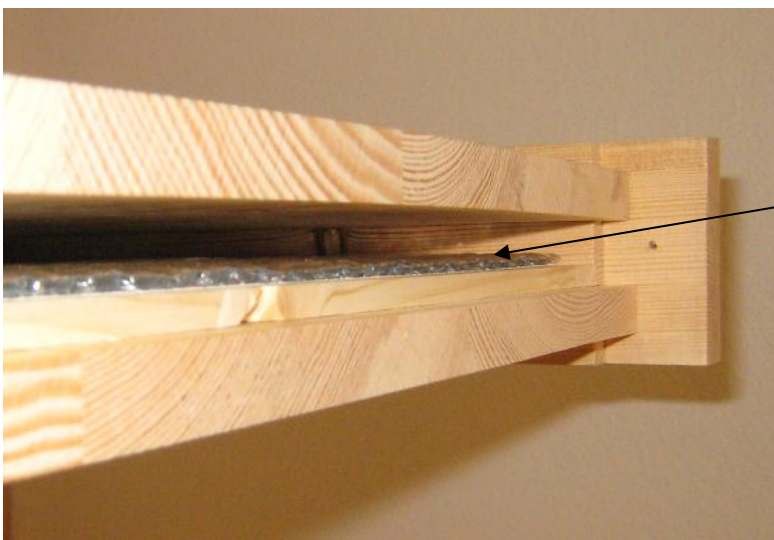
Figur 27 Mätutrustning för mätning temperatur.



Figur 28 Temperaturlådan med givare för termometer.

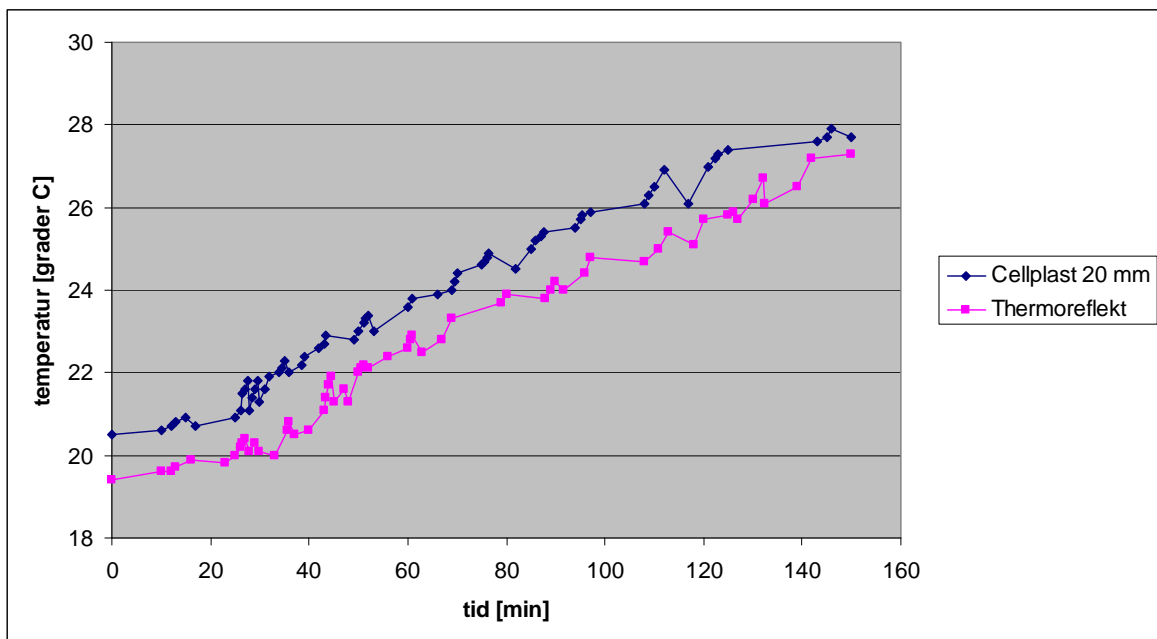


Figur 29 Provlådan fylld med 20 mm isolering av cellplast.



Thermorefleks

Figur 30 Provlådan med Thermorefleks, ca 8 mm luftspalt finns på båda sidorna av produkten.



Figur 31 Resultat från uppmätta temperaturer i temperaturlådan.

## 4. Avslutning

### 4.1 Diskussion

Det är inte lätt att beskriva teoretiskt hur alla delar skall tillverkas och monteras utan att själv ha provat att tillverka och montera dessa. Den begränsade tiden som fanns till förfogande för undersökningen gjorde att tre av metoderna valdes att prova praktiskt. De praktiska proven gav även svar på vilka maskiner och verktyg som behövdes för att tillverka delarna.

Eftersom det inte fanns resurser för mätning av u-värdena på dörrarna fick uppskattning av skillnader i u-värden göras med hjälp av beräkningar. De beräknade u-värdena kan inte ses som några verkliga värden men den talar med stor sannolikhet om hur mycket u-värdet minskar hos de modifierade dörrarna jämfört med originaldörren.

I laborationen med den halvfranska dörren kommer ena sidan (insidan) att få utseendet av en helt ny dörr även om alla profiler och spegelmått är lika originalets. Den påbyggda delens yttermått är även något mindre än den ursprungliga dörrens yttermått, för att den modifierade dörren skall kunna stängas utan att ta i karmen. Detta kommer mest att vara synligt när dörren är öppen. Utseendet hos utsidan på dörren kommer att vara oförändrad.

Den helfranska dörren som modifierades har fått nya speglar som flyttats isär för att göra plats för isolering. Även listerna har modifierats. Utseendet efter detta ingrepp störs inte nämnvärt utan kunde lika gärna ha varit ursprungligt. På insidan där ett extra glas har monterats kommer utseendet att avvika från originalet i och med en utskjutande del.

Vid mätningen av värmegenomsläppligheten byggdes en enkel mätutrustning. Kurvorna som visar temperaturens variation under mättiden är lite hackiga. En möjlig förklaring till detta kan vara att det finns en termostat i fläkten som stänger av värmen stundvis även om fläkten snurrar, detta hade lättare kunnat bestämmas om en temperaturgivare hade funnits i värmelådan. Även termometern som var av enkel modell kan bidra till sämre mätnoggrannhet. Temperaturkurvorna för mätning med cellplast och Thermoreflekt har samma lutning, endast starttemperaturen skiljer. Kanske hade lutningen ändrats om mätningen hade skett under en längre tid och med större temperaturskillnader. Eftersom luftspalten endast är 8 mm per sida, mot 25 mm per sida som leverantören rekommenderade, skulle det ha varit av intresse att även gör en mätning med större luftspalter för att se skillnaden dem emellan. Resultatet från mätningen räcker inte för att kunna rekommendera reflekterande produkter istället för isolerande. Fler mätningar behövs för detta.

### 4.2 Slutsats

Frågorna som skulle besvaras i undersökningen var.

Vilka isolerings- och glastyper kan fungera för en ytterdörr av ramverksmodell med den miljö den vistas i och de begränsade tjocklekar en dörr kan ha?

I dagsläget är cellplasten den mest användbara produkten att använda vid isolering av ramverksdörrar. Den har fördelarna att den är billig, finns i många olika tjocklekar och är lätt att skära till önskat format. Lin- och hampaskivor finns inte i tunnare skivor än 30 mm, men som lösull kan hampa vara ett alternativ. Det finns även mer högpresterande isoleringar med

låga lambdavärden men dessa är dyra och finns endast i begränsat antal tjocklekar. Inom några år kan dessa produkter vara intressanta att använda, då framförallt aerogel. Om man skall komplettera enkelglaset i en dörr med ytterligare en ruta rekommenderas att använda LE-glas. LE-glas reflekterar tillbaka värmestrålning som vill ta sig ut genom glaset.

Går det att modifiera en ramverksdörr utan att göra synliga ingrepp i dörren, utifall man vill återställa dörren till dess ursprungliga skick?

Ja, dörren kan byggas på med ett kompletterande ramverk och dörrspeglar med isolering emellan. Det enda ingreppet som då görs i den gamla dörren är små hål i ramverket från skruvarna som fäster de nya delarna. Dessa hål blir mer eller mindre osynliga om dörren skall återställas till ursprungligt skick. Skulle de vara synliga efteråt kan träplugg användas. Även i fallet när dörren plockas isär och isolering endast läggs mellan speglarna kan dörren återställas till sitt ursprungliga skick om alla utbytta delar sparas. I detta fall är det endast skador från isärtagning och hopsättning som kan bli synliga.

Kan det karakteristiska utseendet hos ramverksdörren bibehållas efter modifieringen?

Ja, det kan det göra om inte en extremt välisolerad dörr som kräver stora isoleringstjocklekar behövs. Vid påbyggnad utan att ta isär dörren kommer utsidan av dörren att vara oförändrad. På insidan kommer det som avviker mest att vara att yttermättet på den påbyggda delen är något mindre än hos originaldörren. När en dörr tas isär och isolering läggs inne i speglarna kommer utseendet i stort sett att bibehållas. Denna metod är bäst lämpad för helfranska dörrar. Med denna metod är det svårt att se om någon modifiering över huvud taget har skett, om man inte vet originaldörrens utseende.

Hur mycket mindre värme kan en modifierad ramverksdörr släppa ut jämfört med en icke modifierad dörr?

Av resultatet från beräkningarna att döma kan u-värdet minskas med minst 47 % med metoderna som presenterats i undersökningen. Beräkningarna kan däremot inte ge något exakt svar på vad u-värdet är. Då krävs mätningar eller beräkningar med anpassad programvara.

Kan en reflekterande produkt rekommenderas framför en isolerande produkt inuti speglarna? Resultatet från mätningen räcker inte för att svara på frågan. Fler mätningar behövs för detta.

Vilka verktyg och maskiner är nödvändiga att använda för att kunna utföra modifieringarna?

För att kunna utföra modifieringarna rationellt behövs åtminstone en bandsåg, rikthyvel och planhyvel. Diverse handverktyg som hyvlar och fintandad såg samt stämjärn behövs också. En justersåg är främst användbar vid sågning av friserna på dörrspeglarna om inte en frishyvel finns tillhands. En fräs är även effektiv när falsar och spår skall tas fram. Alternativt kan falshyvel, skrubbhyvel och putshyvel användas men det kommer att ta längre tid med dessa verktyg.

## 5. Bildförteckning

Figur 1 - *Så renoveras torp och gårdar* (Hidemark m.fl., 2011, s187).

Figur 3

Figur 4- Egna bilder

Figur 31



## 6. Käll- och litteraturförteckning

### Tryckta källor:

Hidemark, Ove & Söderström, Göran (2011). *Så renoveras torp & gårdar*. 9., [rev. och uppdaterade] utg. Västerås: Ica

Bokalders, Varis & Block, Maria (2009). *Byggekologi: kunskaper för ett hållbart byggande*. [Ny och uppdat. utg.] Stockholm: Svensk Byggtjänst

Sandin, Kenneth (2010). *Praktisk byggnadsfysik*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur

Bong, J M (1906). *Byggnadssnickaren på landet*. 3. uppl. Stockholm

Löfgren, Eva & Hansson, Paul (red.) (2011). *Energiboken: energieffektivisering för småhusägare*. Stockholm: Svenska byggnadsvårdsföreningen

### Övriga källor:

Gohardani, Navid (2010). *Vakuumisolering vid byggnadsrenovering och tilläggsisolering*, Examensarbete Nr 397, KTH

Clase, Magnus & Lindén, Ene (2010). *Inventering och utvärdering av högpresterande isolering*. Göteborg: Sveriges byggindustrier

*Lågemissionsglas och renovering förbättrar äldre fönsters värmeisolering* Fredlund Bertil (1999), LTH Lund, TABK-99/3055

### Muntliga källor

Informant 1: Sten-Owe Kollén, försäljare Thermisol, samtal 10.02.2012

### Elektroniska källor

Sveriges allmännyttiga bostadsföretag

[http://www.sabo.se/kunskapsomraden/energi/fraga\\_energiexperterna/Sidor/Matning\\_forbr.aspx](http://www.sabo.se/kunskapsomraden/energi/fraga_energiexperterna/Sidor/Matning_forbr.aspx)

## 7. Bilagor

Bilaga 1 U-värdesberäkning i Microsoft Office Excel 2007



Bilaga 1:  
U-värdesberäkning



## Beräkning av U-värde (värmegenomgångskoeff) för dörr, metod B2 och C1

Formler från Praktisk byggnadsfysik, Kenneth Sandin, 2010

[1] s 39

Värmemotstånd

$$R=d/\lambda$$

$$d=\text{tjocklek [m]}$$

$$\lambda=\text{värmekond [W/mK]}$$

Värmegenomgångskoefficient

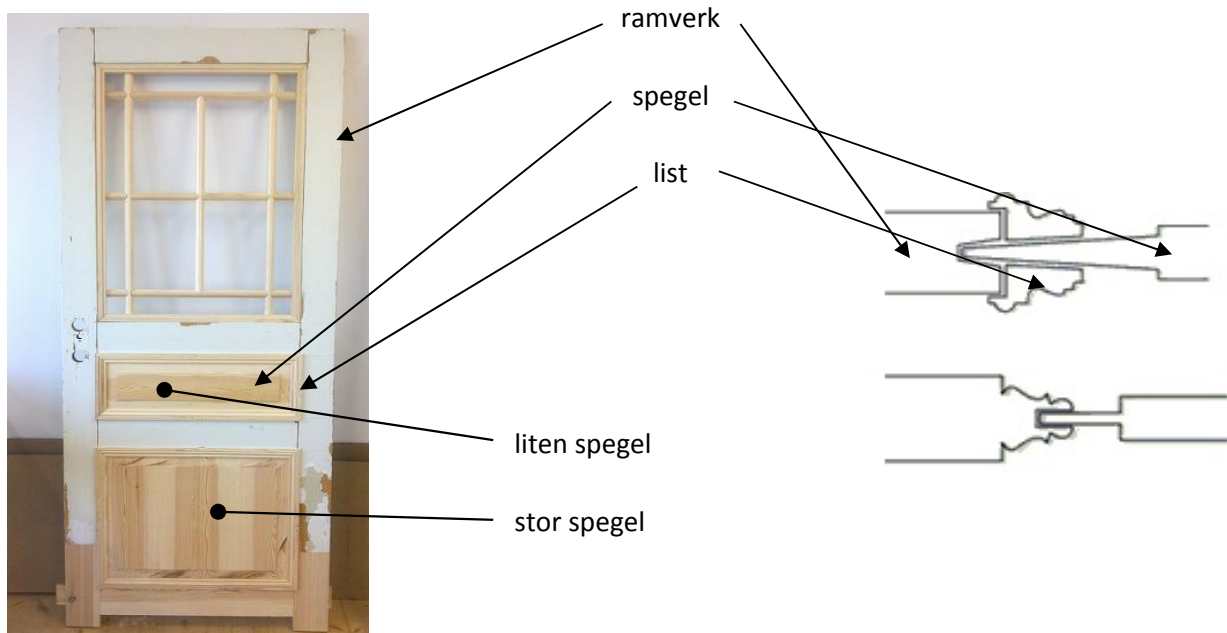
$$U=1/\sum R$$

$\sum R$ =värmemotstånden genom alla skikt

För att erhålla ett U-värdet för t.ex.en dörr måste en mätning utföras.

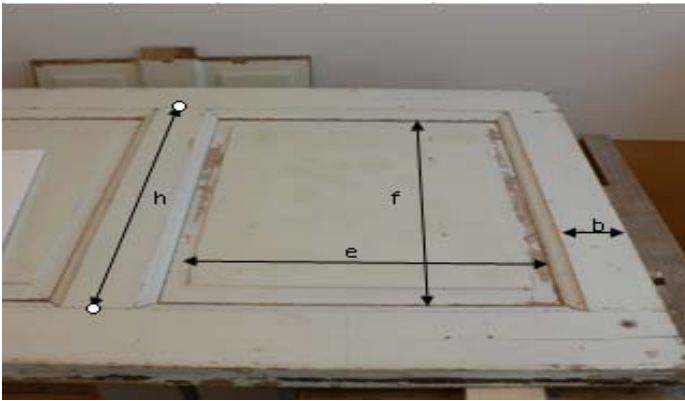
I detta dokument används en "viktad" metod för att få en uppfattning om hur mycket bättre u-värdet blir för en modifierad dörr jämfört med en ursprungsdörren.

Dela upp dörren i tex tre delar.



Areaberäkning:

		Andel [%]
Totala ytan av dörren är BxH	$A_{\text{tot}}$	
Beräkna ytan av ramverksdel	$A_r$	$A_r/A_{\text{tot}}$
Beräkna ytan av spegeldel i trä	$A_{\text{st}}$	$A_{\text{st}}/A_{\text{tot}}$
Beräkna ytan av spegeldel i glas	$A_{\text{sg}}$	$A_{\text{sg}}/A_{\text{tot}}$
Beräkna ytan av listdel	$A_l$	$A_l/A_{\text{tot}}$



		Andel [%]	
$A_{tot}$	1,748475		
$A_r$	0,7293	$A_r/A_{tot}$	0,417106336
$A_{st}$	0,3567	$A_{st}/A_{tot}$	0,204006348
$A_{sg}$	0,4698	$A_{sg}/A_{tot}$	0,268691288
$A_l$	0,192675	$A_l/A_{tot}$	0,110196028

r	0,04	medeltjockl listdel (antagen)
s	0,027	tjocklek spegel
t	0,045	tjocklek ramverk
B	0,855	bredd dörr
H	2,045	höjd dörr
b	0,11	bredd ramverk (utan profil)
h	0,635	se bild
e	0,165	höjd (jämntjock liten spegel)
f	0,58	bredd (jämntjock liten spegel)
z	0,45	höjd (jämntjock stor spegel)
v	0,58	bredd (jämntjock stor spegel)
y	0,81	höjd glasdel
w	0,58	bredd glasdel
k	0,015	tjocklek ny spegel
l	0,02	tjocklek isolering spegel
p	0,055	tjocklek ny list

ORIGINALDÖRR:	d	R	$\Sigma R$	U
ramverksdel		0,045	0,3	3,1111111111
spegel enbart trä		0,027	0,2	5,185185185
listdel		0,04	0,3	3,5
Fönsterdel 1-glas	(uppskattat värde, se rapport)			5,8
<b>MODIFIERAD DÖRR:</b>				
ramverksdel		0,045	0,3	3,1111111111
spegel trä		0,03	0,2	
spegel isolering		0,02	0,6	
			0,78571429	1,272727273
lister		0,055	0,4	2,545454545
Fönsterdel 2-glas 1 klarglas + 1 LE-glas	(uppskattat värde, se rapport)			1,6

Viktat U-värde, originaldörr  
4,29957

Viktat U-värde, modifierad dörr  
2,267714