

Utveckling av gångjärn till bastudörr

Olof Martinsson och Bertil Claesson

AVDELNINGEN FÖR PRODUKTUTVECKLING | INSTITUTIONEN FÖR
DESIGNVETENSKAPER
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA | LUNDS UNIVERSITET
2017

EXAMENSARBETE

TYLÖ[®]



Utveckling av gångjärn till bastudörr

Gångjärn till glasdörr för Tylö AB

Olof Martinsson och Bertil Claesson



LUNDS
UNIVERSITET

Utveckling av gångjärn till bastudörr

Gångjärn till glasdörr för Tylö AB

Copyright © 2017 Olof Martinsson och Bertil Claesson

Publicerad av

Institutionen för designvetenskaper

Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet

Box 118, 221 00 Lund

Ämne: Utvecklingsmetodik (MMKF01), produktinnovation (MMKN35),
konstruktionsteknik (MMKN55), datorbaserad konstruktionsanalys 1
(MMKN46), datorbaserad konstruktionsanalys (MMKN51),
CAD/CAM/CAE (MMTF25).

Avdelning: Institutionen för designvetenskaper

Huvudhandledare: Damien Motte

Bitr. handledare: Gustav Vassegård

Examinator: Giorgos Nikoleris

Abstract

This master thesis was performed in collaboration with the Swedish sauna company Tylö AB. They were in need of a new type of universal hinge for their sauna glass doors. Today, they use several different types of hinges, which all require different processing on the glass doors. This means a universal hinge would not only decrease the number of hinges in store, but also the number of glass doors kept in store. Furthermore, the processing on the glass doors is expensive and thus a universal hinge independent of processing would be the optimal solution.

The product development work has gone from brainstorming and benchmarking to computer analysis and function testing. The rather academic Ulrich & Eppinger way of developing products has been combined with the hands on practical method used at Tylö.

A well-functioning prototype has been developed from scratch. It consists of two parts, a bracket and a carrier. The carriers are glued to two of the door's corners. They have one vertical hole each, in which a pivot axis on the bracket is inserted. The hinges rotate around this axis. The brackets are attached to the door frame.

In addition, a more advanced concept with improvements to the prototype is presented as the prototype lack some essential properties when it comes to manufacturing and assembly. A few examples of improvements are rifled surfaces where the glue is applied, a plain bearing cap on the axis (to prevent wearing) and a spring that makes it possible to assemble the hinges with a quick click. The final product is universal thanks to modularity and completely independent of processed glass doors.

Keywords:

Product development, sauna, door hinge, Tylö AB

Sammanfattning

Detta examensarbete har gjorts i samarbete med Tylö AB, ett bastuföretag med säte i Halmstad. De hade behov av att utreda möjligheten att använda universella, gärna likadana, gångjärn på alla sina bastudörrar i glas. Idag används flera olika typer av gångjärn beroende på var dörren ska monteras och alla olika gångjärn kräver olika typer av bearbetning på glasdörren för att kunna monteras. Tylö vill kunna minska antalet gångjärn och glasdörrar i lager, vilket kan göras med ett universellt gångjärn. Kan gångjärnet dessutom göras oberoende av bearbetning i glasdörren kapas stora kostnader för denna bearbetning.

Produktutvecklingsarbetet har gått från brainstorming och idéletande till belastnings- och funktionsanalyser av lösningsförslag. Den akademiskt lagda utvecklingsprocessen från Ulrich & Eppinger har kombinerats med de praktiska metoderna som används på Tylö.

En välfungerande prototyp har tagits fram. Den består av två huvuddelar, en hållare och ett fäste. Hållarna limmas på två av glasdörrens hörn. Varje hållare har ett vertikalt hål i vilket en axeltapp från fästet sätts in. Gångjärnen roterar runt denna axel. Fästena fästs i dörrkarmen.

Dessutom har ett mer avancerat koncept tagits fram eftersom prototypen saknar vissa essentiella egenskaper när det kommer till tillverkning och montering. Exempelvis har limytorna räfflats, ett glidlager i form av en hylsa runt axeltappen har tagits fram (för att förhindra nötning vis rotationen) och axeltappen har gjorts fjädrande för att kunna montera gångjärnen med ett enkelt klick. Den slutliga produkten är helt oberoende av bearbetning i glasdörren och universell tack vare en modulär lösning med olika fästen beroende på var dörren ska monteras.

Nyckelord:

Produktutveckling, bastu, gångjärn, Tylö AB

Förord

Vi kom i kontakt med Tylö i slutet av 2016 angående examensarbete. Vår kontakt på företaget var Gustav Vassegård och tillsammans med sina kollegor kunde de erbjuda oss ett examensprojekt. Tylö behövde hjälp av produktutvecklare att minska sina höga lagerhållnings- och monteringskostnader som uppkommit på grund av en stor produktflora. Komponenter som är lika varandra i olika produkter bör ur ett kostnadsperspektiv göras exakt likadana för att minska antalet komponenter i lager.

Tylö använder glasdörrar som idag fästs med gångjärn som kräver hål i glasskivan och som vidare har helt olika hålbilder beroende på dörrens dimension och vilket basturum den ska sitta i. En bakomliggande tanke har under projektets gång varit att standardisera hålbilden, men vissa skivor har dessutom gångjärn som kräver specialbearbetning av glasskivan. Därför har målet hela tiden varit att ta fram ett gångjärn som inte är beroende av hål i glaset och som ska kunna användas till alla dörrstorlekar och olika basturum.

Vi vill tacka all trevlig personal på Tylö och framför allt Gustav Vassegård, Ronny Kristiansson, Rajko Burazor, Magnus Gustavsson och Kristina Söderström. Dessutom vill vi tacka vår handledare Damien Motte på designvetenskaper i Lund för goda råd och hjälp under arbetets gång. Sist men inte minst vill vi även tacka Jonny Nyman och Josef Forslund i verkstaden på IKDC som hjälpt oss med att ta fram en fungerande prototyp.

Lund, maj 2017

Olof Martinsson och Bertil Claesson

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Beskrivning av bastudörr/bastu och dagens gångjärn	1
1.2 Syfte och mål	8
1.3 Delproblem	9
1.4 Rapportdisposition	9
2 Metodik	10
3 Preliminär undersökning	12
3.1 Identifierade behov och målspecifikationer	12
3.2 Tylös målspecifikationer	15
3.3 Benchmarking	16
3.4 Patent	24
4 Konceptgenerering	31
4.1 Fastsättning	32
4.2 Öppningsmekanism	41
4.3 Sammansatta koncept	46
5 Konceptval	54
5.1 Glas mot trä eller aluminium	55
5.2 Glas mot glas	56
5.3 Viktat konceptval	57
6 Vidareutveckling av koncept	58
6.1 Manuella beräkningar	61
6.2 CAD-skisser och FEM-analys	64
6.3 Praktiska problem och idéer	69
7 Prototyptestning	75
7.1 Första prototyperna och det första testet	75

7.2 Andra prototyperna och det andra testet	78
7.3 Tredje prototyperna och det tredje testet	81
8 Vidareutveckling av prototyp	87
8.1 Montering	87
8.2 Infästning glas-glas	89
8.3 Infästning trä/aluminium	92
8.4 Packningar/räfflad yta	93
8.5 Brickor/hylsa	94
8.6 Modularitet	95
9 Resultat	97
9.1 Fungerande prototyp	97
9.2 Vidareutvecklade konstruktion	100
10 Diskussion och slutsats	102
10.1 Förbättringsmöjligheter	102
10.2 Slutsats	103
Referenser	104
Bilaga A – Ritningar, Tylös gångjärn	111
A.1 Sammanställningsritning	111
A.2 Gångjärn del A	112
A.3 Gångjärn del B	113
Bilaga B – Prototypritningar	114
B.1 Sammanställningsritning höger	114
B.2 Sammanställning vänster	115
B.3 Ritning axeltapp	116
B.4 Ritning fäste höger	117
B.5 Ritning fäste vänster	118
B.6 Ritning hållare höger	119
B.7 Ritning hållare vänster	120
Bilaga C – Limspecifikationer	121
C.1 Silglaze SCS2500	121

C.2 Ottoseal S 105	122
Bilaga D – Tidsplan och kommentarer	107
D.1 Ursprunglig tidsplan	107
D.2 Faktiskt utfall av tidsutnyttjandet	108
D.3 Arbetsfördelning	109
D.4 Kommentarer	110

1 Inledning

1.1 Beskrivning av bastudörr/bastu och dagens gångjärn

Tylö tillhandahåller bastuprodukter som kännetecknas av genuin svensk kvalitet. I Tylös sortiment finns framförallt produkter inom bastu, dusch och ångbad. De ligger i en prisklass som är högre upp än många konkurrenters och således kan och bör produkterna ha lång hållbarhet, bra funktionalitet och exklusivt utseende.

För att nå dessa egenskaper när det kommer till dörrupphängning används idag i de flesta applikationerna metoder som innefattar bearbetning av glasskivorna som används som dörrar. För glasdörrar finns det tre typer av gränssnitt mellan dörr och vägg: Glas mot trä, glas mot glas samt glas mot aluminium. Den sistnämnda förekommer i mindre utsträckning i färdiga basturum.

1.1.1 Glas mot trä

Gångjärn för glas mot trä skruvas fast i dörrkarmen och fästs i glaset med en skruv genom ett hål i glasdörren. Förutom att dörren hänger på skruven ger även skruvens axialkraft upphov till friktionskrafter som håller uppe dörren. Dessa gångjärn har Tylö själva tagit fram. För ritningar se bilaga A.



Figur 1: Dörr med Tylös gångjärn och träram



Figur 2: Tylös gångjärn som passar till dörr med tråkarm

1.1.2 Glas mot glas

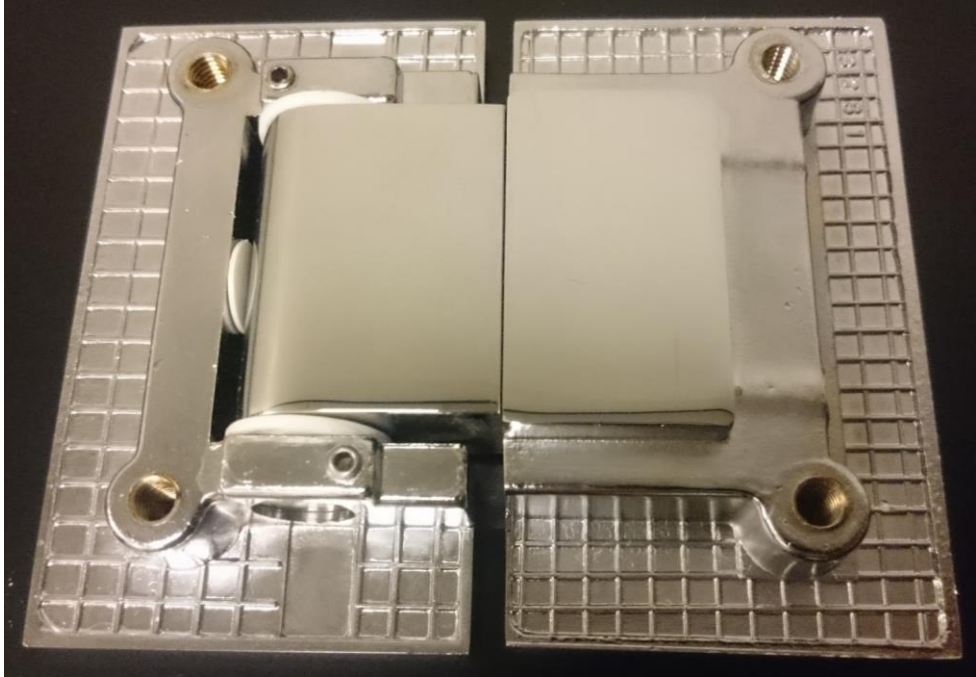
Gångjärnet för glas mot glas kräver urfräsning i både glaspanel och dörr. Även här hålls dörren uppe genom dels friktionskrafter och dels genom att vila på gångjärnet övre sida. Gångjärnen köps in från ett annat företag. De är komplexa och således väldigt dyra.



Figur 3: Basturum Sensation (Tylö AB 2017c)



Figur 4: Gångjärn från extern leverantör till basturum med hel glasfront



Figur 5: Insidan av gångjärnen

1.1.3 Glas mot aluminium

Den tredje typen av gångjärn finns i basturum med ett gränssnitt av glas mot aluminium. I detta fall finns två olika typer av gångjärn. Den ena typen av gångjärn fästs i en skena med hjälp av lim längs dörrens ena långsida. Skenan sitter fast med axeltappar uppe och nere i aluminiumramen. I detta fall behöver glaset inte bearbetas.



Figur 6: Basturum Impression Corner (Tylö AB 2017b). Observera aluminiumlisten längs dörrens högra långsida.

Den andra typen av gångjärn fungerar på samma sätt som Tylös egentillverkade gångjärn. Figur 7 visar hur en sådan bastudörr kan se ut.



Figur 7: Glasdörr i aluminiumram med vanliga gångjärn, närbild t.v. och hel dörr t.h. (Tylö AB 2017a)

1.2 Syfte och mål

Projektets syfte är att utveckla ett gångjärn till Tylös bastudörrar som kan fästas utan dyra bearbetningar i glasdörren. Produkten ska uppfylla alla de krav som ställs för de nuvarande bastudörrarna och ha ett stilrent utseende. Om möjligt ska den slutgiltiga produkten fungera till alla Tylös nuvarande bastudörrar. Vid projektets slut ska det finnas ett färdigt produktkoncept tillsammans med en fungerande prototyp. Några enkla tester ska utföras för att se och verifiera produktens verkningsätt och funktion. Hållfasthet och tillverkningsmetoder ska undersökas och redovisas.

För tidsplan med kommentarer, se bilaga A.

1.3 Delproblem

En rad aspekter måste beaktas för att nå ett fungerande slutresultat. Många av dem går in i varandra på olika sätt och en del avvägningar måste göras för att alla ska kunna uppfyllas.

- Funktionalitet
- Hållfasthet
- Säkerhet
- Modularitet
- Livslängd
- Utseende
- Montering
- Kostnader

1.4 Rapportdisposition

Rapporten är uppbyggd kronologiskt med Ulrich och Eppingers (Eppinger, S. och Ulrich, K. 2014) produktutvecklingsprocess som grund. Den inleds med en översikt över researcharbetet med kundbehov och benchmarking. Därefter följer konceptgenerering och konceptval, vidareutveckling samt prototypstening. Sist redovisas en detaljutvecklad produkt som resultat.

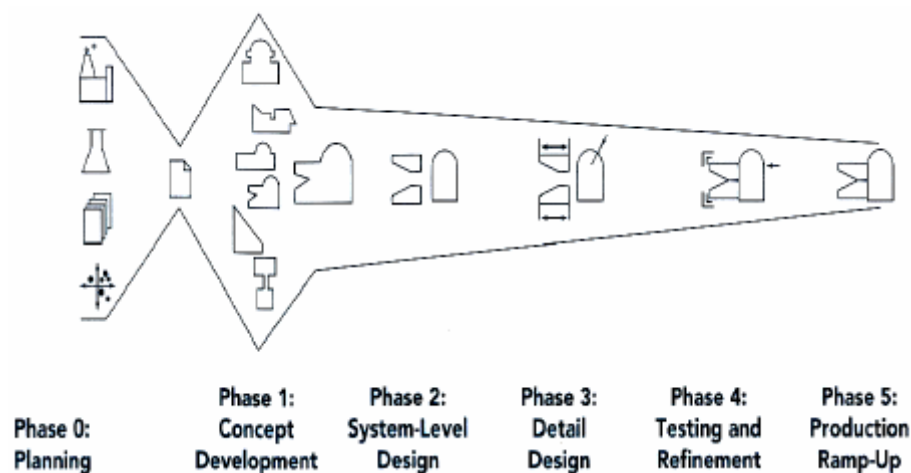
Fokus i rapporten ligger på en utförlig konceptgenerering och ett välgenomtänkt konceptval. Den slutliga produktens utformning och funktion är det viktiga. Således har mindre fokus lagts på exempelvis materialval och kostnader.

Bilder utan angiven källa har tagits av Bertil Claesson och Olof Martinsson under arbetets gång.

2 Metodik

Arbetet utförs i enlighet med den utvecklingsprocess som tagits fram av Ulrich och Eppinger (Eppinger, S. och Ulrich, K. 2014). Detta är en generisk metod som är till hjälp för att strukturera och systematisera ett utvecklingsprojekt. Den har valts tack vare sin bredd och för att författarna har arbetat med metoden tidigare. Vid behov kan teamet avvika från eller förbigå vissa steg då metodiken först och främst fungerar som riktlinjer till projektet snarare än ett regelverk. Det kommenteras i respektive stycke huruvida avvikelser har gjorts från metoden.

Ulrich och Eppinger delar upp produktutvecklingsarbetet i sex huvudsteg (figur 8).



Figur 8: Ulrich och Eppingers produktutvecklingsprocess (Eppinger, S. och Ulrich, K. 2014)

Varje steg har en rad rekommenderade understeg som gäller marknadsföring, konstruktion, tillverkning och övriga funktioner. De modifieras till en viss grad för att passa projektet. Framför allt är delar av marknadsföringen överflödiga på grund av att företaget har en klar bild över dessa områden. Den största vikten läggs således på konstruktions- och tillverkningsdelarna som har ställts upp som tydliga krav av företaget.

Planering redovisas i form av en uppdragsbeskrivning och en tidsplan (bilaga A). Konceptgenereringen följer Ulrich & Eppingers mall med många olika lösningar. Utveckling på systemnivå presenteras som vidareutveckling av koncept och görs

dels med hjälp av teori och dels utifrån praktiska erfarenheter. Detaljutvecklingen och testningen utförs i omvänd ordning. Vidareutvecklingen består av förbättringar av en fungerande prototyp. Produktionsupptakt görs inte.

För alla CAD-ritningar används Creo Parametric och för FEM-analysen används Ansys Workbench.

3 Preliminär undersökning

Metodiken avviker därefter något från den generiska utvecklingsprocessen gällande målspecifikationer. Eftersom Tylö inte har standardvärden för alla krav en bastudörr skulle en kvantifiering av deras utlåtanden behövas. En sådan kvantifiering är tidskrävande och ger inte tillräckligt mycket information för att vara aktuell att göra.

Vidare har ingen kundundersökning gjorts eftersom Tylö har lång erfarenhet av kunders önskemål gällande produkterna. Utlåtanden från Tylö fungerar som grund för de uppställda behoven eftersom de delvis kommer från kunderna från början.

I den preliminära undersökningen görs en benchmarking för att få inspiration från konkurrenter. Det genomförs även en patentsökning med samma syfte.

3.1 Identifierade behov och målspecifikationer

För att möta företagets behov ställs en tabell med företagets utlåtanden upp. Den redovisar olika egenskaper som önskas och översättningar av dessa till behov. Dessa behov ställs sedan upp i en lista där de är kategoriserade och sorterade efter hur viktiga de är.

Tabell 1: Företagsutlåtanden och tolkade behov

<i>Företagsutlåtande</i>	<i>Tolkat behov</i>
Det är dyrt med bearbetningar i glasdörren	Dörren kräver mindre bearbetning
Det är dyrt med många olika dörrar i lager	Det finns få dörrmodeller
Det är viktigt med "kassaskåpskänslan"	Dörren har en lyxig och rejäl känsla
Det är viktigt att dörren tål fukt	Dörren tål fukt
Det är viktigt att dörren tål värme	Dörren tål värme
Det är viktigt att dörren tål salter	Dörren tål salter
Man vill inte bränna sig på dörren	Dörren blir inte för varm
Det finns regler som säger att dörren skall kunna öppnas utåt	Dörren öppnas utåt
Vi vill att dörren skall vara snygg	Dörren har ett stilrent utseende
Vi vill att dörren skall vara flexibel	Dörren passar till flera typer av basturum
Vi vill att dörren skall vara hållbar	Dörren håller för större krafter än egenvikten
Vi vill att dörren skall vara billig	Dörren är billigare att tillverka
Vi vill att dörren skall vara smidig att använda	Dörren är lättanvänd
Det vore bra om dörren är enkel att montera hos kund	Dörren är lättmonterad
Det är bra om vår dörr "sticker ut" på marknaden	Dörren har ett karakteristiskt utseende
Vi skulle vilja bli bättre på miljötänk	Dörren är miljömässigt anpassad
Det vore bra om dörren går snabbt att montera i fabriken	Dörren har korta ledtider med avseende på montering
Våra dörrar skall kunna fungera som både höger- och vänsterhängda dörrar	Dörrarna går att montera åt båda hållen
Dörren måste hålla länge	Dörren håller med oförändrad funktion under lång tid
Våra dörrar skall vara säkra att använda	Dörren är säker

Nedan översätts de tolkade behoven till egenskaper i olika kategorier, ordnade efter hur viktiga de är för produkten. Dessa kommer att användas som icke kvantifierade målspecifikationer.

Dörren är hållbar

- Dörren håller länge med oförändrad funktion
- Dörren tål tillfälliga stora belastningar
- Dörren tål värme
- Dörren tål fukt
- Dörren tål salter

Dörren är säker

- Handtaget blir inte för varmt
- Gångjärnen blir inte för varma
- Glaset blir inte för varmt
- Dörren är fast inspänd även vid extrema situationer
- Dörren är lätt att öppna

Dörren är billigare att tillverka

- Glaset har färre hål
- Glaset har färre specialbearbetningar
- Dörren passar till flera typer av basturum

Dörren har en lyxig och rejäl känsla

- Dörren glappar inte
- Dörren har ett tillfredsställande ljud vid stängning
- Dörren låter inte
- Dörren har ett lyxigt utseende
- Dörren har ett karakteristiskt utseende
- Dörren har ett stilrent utseende
- Dörren är tät (förutom där det behövs)

Dörren är lättanvänd

- Dörren är lätt att öppna och att stänga
- Dörren går inte för trögt och inte för lätt

Dörren har en enkel konstruktion

- Dörren är enkel att montera i fabriken
- Det finns få dörrmodeller
- Dörren går att montera åt båda hållen
- Dörren kan monteras av en oerfaren bastubyggare

Dörren är miljömässigt anpassad

- Dörrens material går att återvinna
- Dörrens material är energisnålt
- Tillverkningen av dörren är energisnål
- Dörren håller länge med oförändrad funktion

3.2 Tylös målspecifikationer

- Värmetålig upp till katastroftemperatur 165 °C
- Fukttålig - vattentålig och tål 100 % luftfuktighet under en längre tid
- Salttålig

Dessa målspecifikationer innebär i praktiken att Tylö testar sina kommande produkter i en testanläggning. Deras tester säkerställer att komponenterna uppfyller de ovanstående målspecifikationerna.

3.3 Benchmarking

För att bilda sig en uppfattning av konkurrenters produkter och för att söka inspiration till egna koncept genomförs benchmarking. Vanligt är att denna görs med avseende på siffror som gör att det svart på vitt går att jämföra framtagna koncept med konkurrenters produkter. I detta fall är emellertid funktionalitet av största intresse och således är det främst utseendet på konkurrerande produkter som beaktas. Dessutom är kraven från Tylö så pass tydligt uppställda att det inte skulle betyda särskilt mycket att veta exempelvis hur stor vikt konkurrerande gångjärn klarar, så länge det egna kan hålla dörren på plats. En intressant och viktig del i projektet är att utreda huruvida det är möjligt att fästa dörren utan bearbetningar eller hål i dörren och därför har sådana existerande lösningar analyserats noggrant.

Ett antal konkurrenter som är rimliga att jämföra med presenteras nedan. Listan kan göras väldigt lång men begränsas till ett antal internationella bastutillverkare samt några tillverkare av beslag och gångjärn till glas.

Harvia: Finskt företag som likt Tylö säljer bastur med tillbehör.

Helo: Finskt bastuföretag och systerföretag till Tylö.

Sawo: Ytterligare ett finskt bastuföretag.

Cedarbrook: Amerikanskt bastuföretag.

Colcom Group: Italienskt företag som är specialister på oljehydrauliska gångjärn, men som även har enklare varianter.

Roca Industry AB: Tillverkar och säljer en mängd produkter inom områden som marint, verkstad, fordon, leksaker och livsmedel. Tylö köper idag in gångjärn för glas-glas-dörrar härifrån.

INR Sverige AB: Bedriver verksamhet inom glasinredningar och andra inredningar framför allt i offentlig miljö. Säljer olika typer av duschkabiner som i många avseenden liknar Tylös inglasade bastur, speciellt kring dörren.

Mithras Glass Hardware Factory: Kinesiskt bolag som tillhandahåller alla möjliga beslag avsedda för glas

IKEA: Möbelföretag känt för sina smarta monteringslösningar.

3.3.1 Gångjärn som används idag

3.3.1.1 Glas mot glas

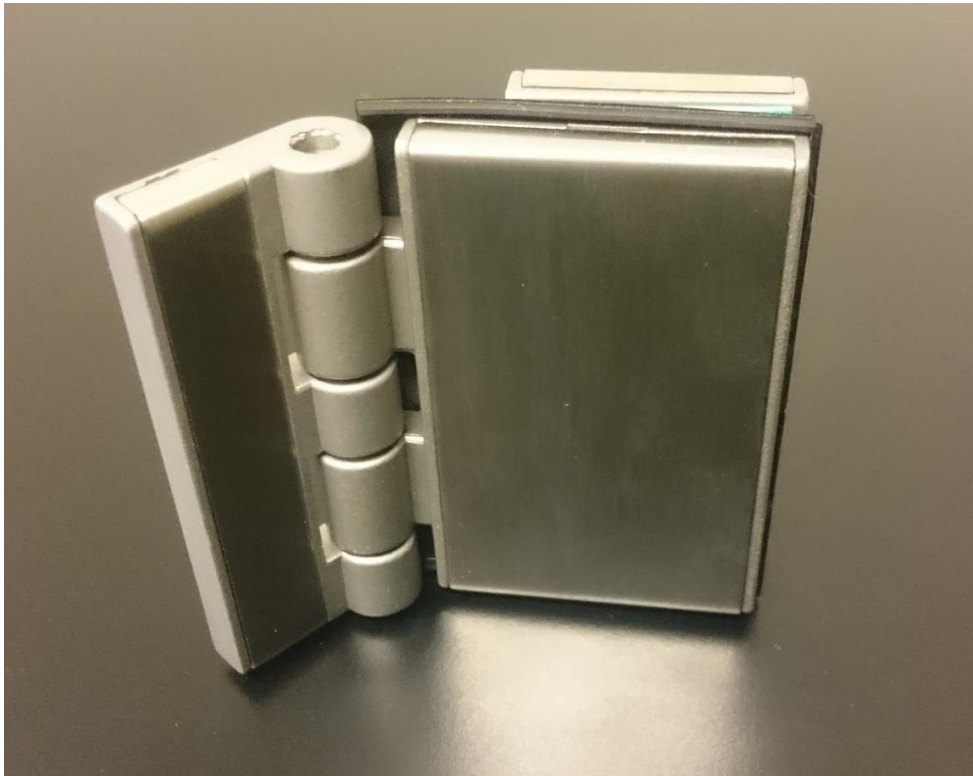
Detta gångjärn används i basturum där både vägg och dörr är av glas. Det fästs i en urfräsning i vart och ett av glaspartierna. Gångjärnet kan öppnas 135°, vilket i praktiken innebär åt ett håll. Det tillverkas av Roca som rekommenderar en maximal dörrvikt på 50 kg per par gångjärn och maximal dörrbredd på 1000 mm. Varje sådant här gångjärn kostar i storleksordningen några hundra kronor för Tylö att köpa in.



Figur 9: Rocas gångjärn för glas mot glas

3.3.1.2 Trä eller aluminium mot glas

Det här är ett gångjärn som används i basturum med trä- eller aluminiumkarm mot glasdörren. Det skruvas fast i karmen och fäster i glaset med hjälp av en skruv genom ett hål. Gångjärnet kan öppnas åt ett håll. Det har utvecklats av Tylö men tillverkningen sker utomlands, vilket har gjort att priset ligger på några tiotusent per gångjärn. De kostar alltså ungefär en tiondel av vad Rocas gör.



Figur 10: Tylös gångjärn för glas mot trä eller aluminium

3.3.2 Harvia, Helo, Sawo, Cedarbrook

Enkla gångjärn av samma typ som Tylö använder. Dessa kräver hål eller fräs i glaset och således är de inte innovativa på de sätt som eftersöks. Skillnaden ligger mer i utseendet som emellertid kan vara bra att ta med sig. De tillhandahåller främst trä-glas-dörrar. De glas-glas-gångjärn som hittats är funktionsmässigt och monteringsmässigt likadana som Rocas som används hos Tylö idag.

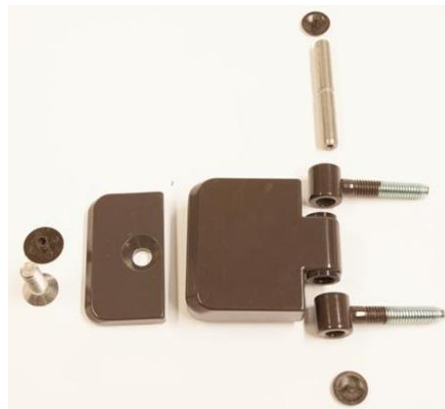
Exempelbilder:



Figur 11: Sawos trä-glas-gångjärn (SaunaShop 2017).



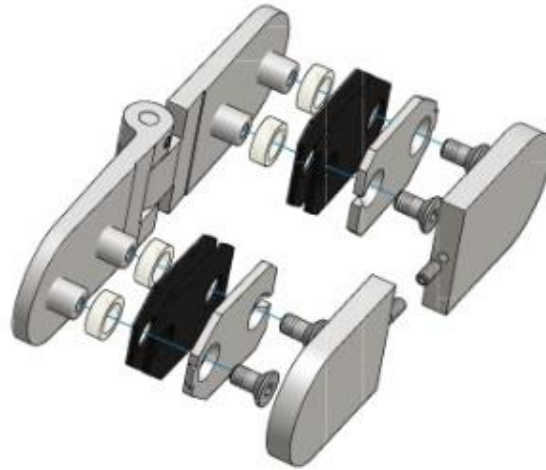
Figur 12: Harvias trä-glas-gångjärn (Aqualine Saunas 2016).



Figur 13: Helos trä-glas-gångjärn (Helo 2017).

3.3.3 Roca Industry

Roca har ett brett sortiment av gångjärn för alla möjliga typer av applikationer. För bastumiljö är utbudet begränsat men utöver glas-glas-gångjärnet som används av Tylö finns ett intressant gångjärn som visas i figur 14.



Figur 14: Glas-glas-gångjärn från Roca som kräver hål och fyra skruvar (Roca 2017).

Detta gångjärn tar upp last dels med hjälp av friktion och dels genom att glaset vilar på gummilisten som sitter runt skruvhålen. Intressant är att Roca rekommenderar att dörren maximalt väger 30 kg och är 700 mm bred för två sådana här gångjärn vilket är lite för lite för behovet.

3.3.4 INR Sverige AB

INRs duschdörrar är i mångt och mycket lika Tylös bastudörrar. Företaget har stilrena och smarta produkter. Det kanske mest intressanta gångjärnet de har är ett par av korta lister. Ett sitter ovanför dörren och ett sitter under med stöd i golvet.



Figur 15: Gångjärn från INR på ovan- och nedansidan av dörren (INR 2016a).

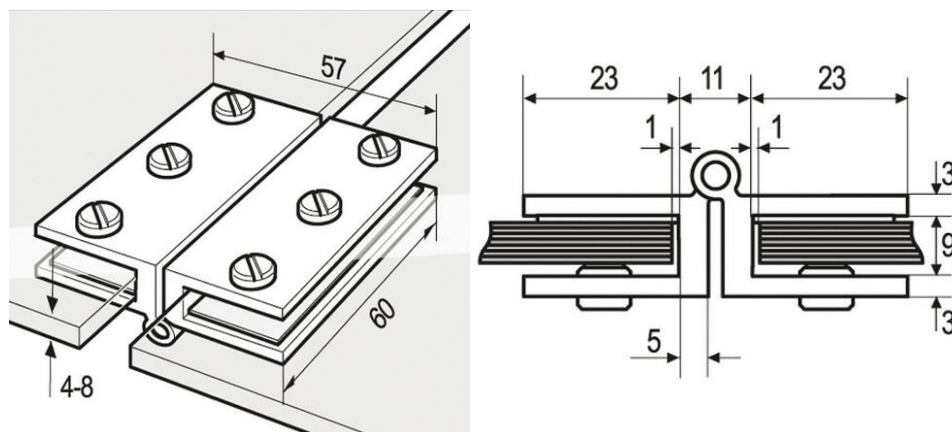
De har ytterligare ett intressant gångjärn som enligt deras egen hemsida är patenterat, men något sådant patent har inte kunnat hittas hos PRV. Det är ett listgångjärn som går längs hela sidan av dörren och roterar runt två små vertikala pluggar, en där uppe och en där nere på listen. Den har också en inbyggd lyftfunktion som gör att dörren lyfter sig ca 7 mm då den öppnas (vilket är bra för duschkabiner som bör sluta tätt mot golvet i stängt läge). Den gör också att dörren hålls på plats i sitt mittläge vilket är bra för att ge känsla av kvalitet och exakthet.



Figur 16: Gångjärn från INR med list längs hela sidan av dörren (INR 2016b).

3.3.5 Mithras Glass Hardware Factory

Denna beslagsspecialist har alla möjliga typer av gångjärn och dessutom flera varianter för glas-glas-konstruktioner.



Figur 17: Gångjärn från Mithras som klämmer med skruvar mot glaset (Mithras 2017a).

Intressant koncept där skruvar trycker på glaset och skapar friktion. Dessvärre rekommenderas dessa för en maximal dörrvikt på 5 kg per par och en maximal bredd på 1000 mm. Med lim kan hållfastheten ökas.

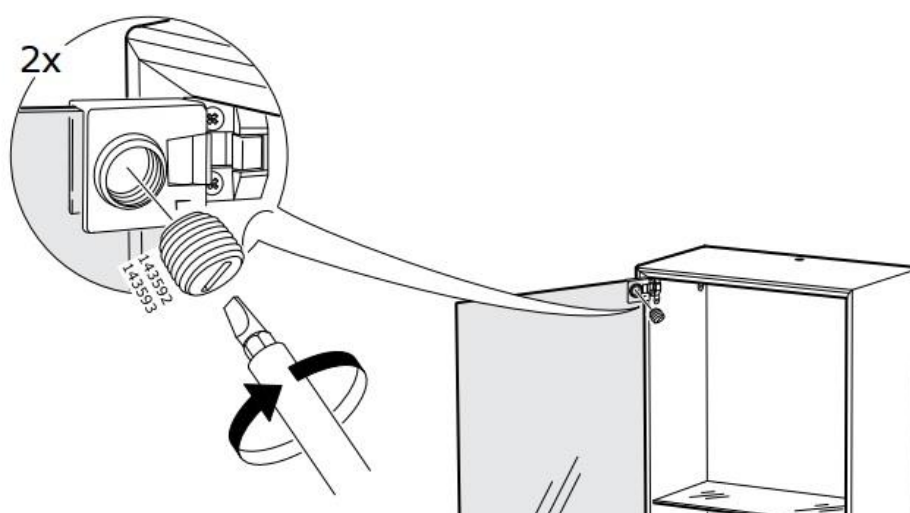


Figur 18: Gångjärn från Mithras avsett för trä-glas-konstruktioner (Mithras 2017b).

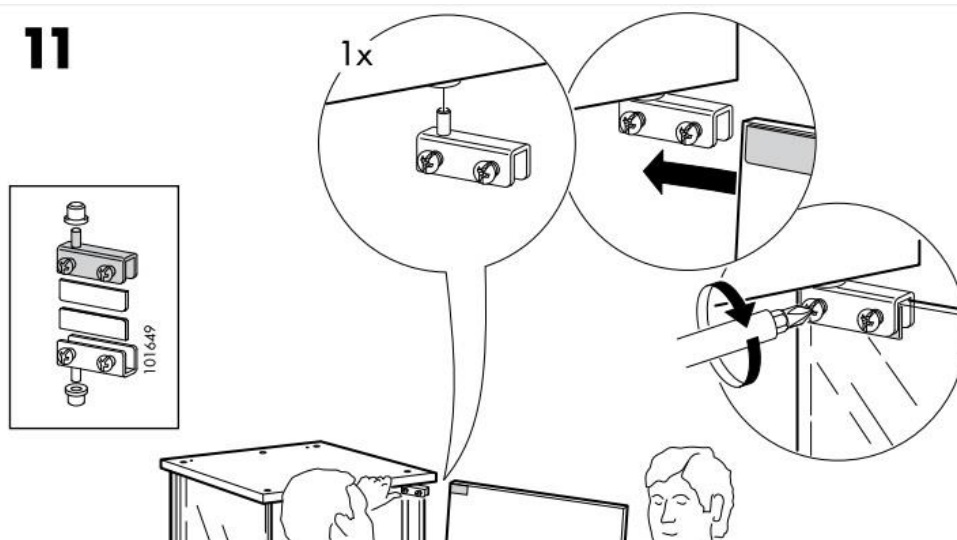
Fungerar på samma sätt som glas-glas-gångjärnet som används idag, men med skillnaden att denna fästs i trä eller aluminium på insidan av karmen. Det intressanta här är just infästningen som är annorlunda mot de flesta trä-glas-gångjärn som hittats. Roca har ett liknande gångjärn som rekommenderas för en maximal dörrvikt på 50 kg, i likhet med glas-glas-gångjärnet.

3.3.6 IKEA

IKEA har inga bastuprodukter eller glaspartier men däremot vitrinskåp och liknande med glasdörrar som kräver någon form av upphängning. Dessa glasdörrar är betydligt mindre än en bastudörr men två intressanta typer av gångjärn har hittats som mycket väl skulle kunna dimensioneras upp för att passa en bastudörr.



Figur 19: Gångjärn till IKEAs vitrinskåp Nornäs (IKEA 2013, 20).



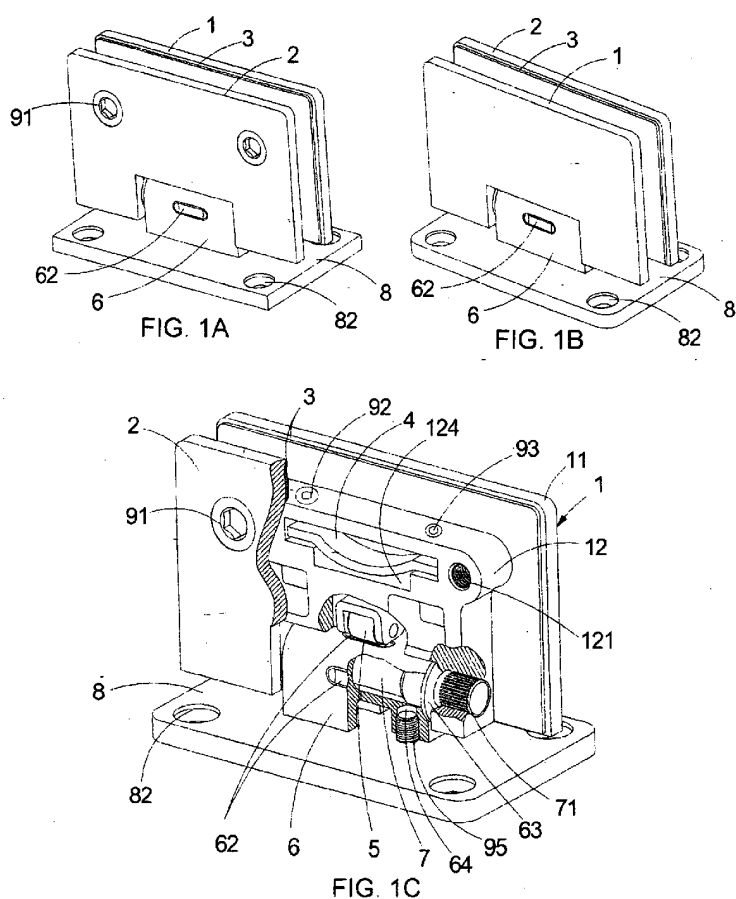
Figur 20: Gångjärn till IKEAs vitrinskåp Detolf (IKEA 2002, 19).

3.4 Patent

För att få en klarare bild av vad som finns på marknaden, och för att få inspiration till nya idéer genomförs en undersökning av patent som finns registrerade hos Patent- och Registreringsverket. Av intresse är framför allt öppningsmekanismer och fästen mot glas.

3.4.1 Hela gångjärn

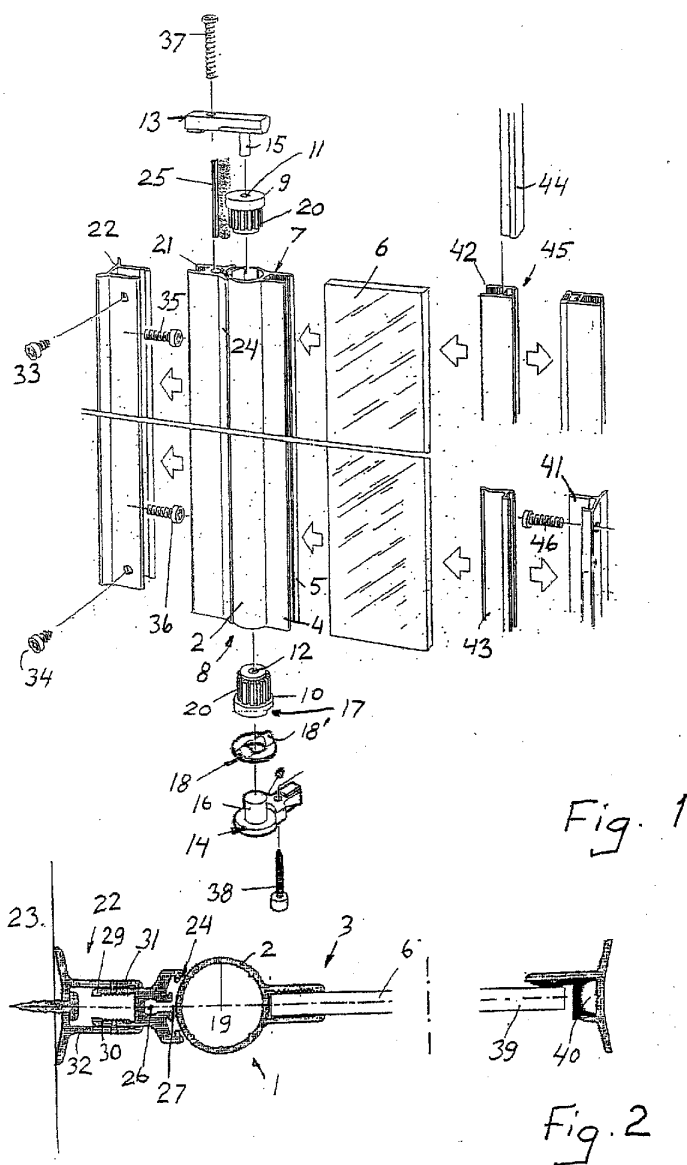
Guangdong Kin Long Hardware Products 2008 (patent i kraft): Helt bastugångjärn för användning mellan trä och glas. Likt Rocas som Tylö använder för glas mot glas. Gångjärnet kräver utfräsning i glaset och har en inbyggd dämpningsfunktion.



Figur 21: Bastugångjärn för användning mellan trä och glas (Bai 2008).

Glasmästeribranschens Sverige 2004 (patent i kraft): Listgångjärn med rotation uppe och nere för alla typer av dörrar. Det är alltså en skena som går längs hela sidan av glaset och fästs längs hela sidan av ramen, förslagsvis med lim.

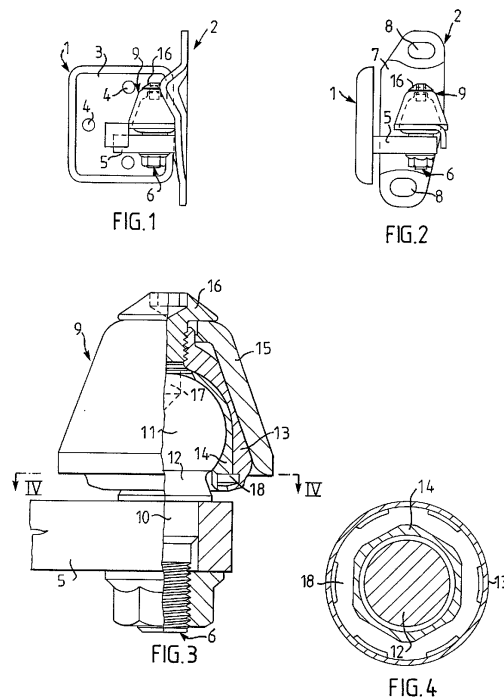
529 220



Figur 22: Listgångjärn för glasdörrar (Fellman 2004).

3.4.2 Öppningsmekanismer

Volvo 1989 (ej i kraft): Gångjärn avsett för dörr eller lucka i motorfordon. Rotationen sker runt en kula (figur 23-3) som till skillnad från en rak axeltapp kan ta upp vertikal last. Intressant för utvecklingen av ett fäste för den övre delen av karmen eftersom denna lösning gör att det kan ta upp vertikal last och dörren kan hängas där.

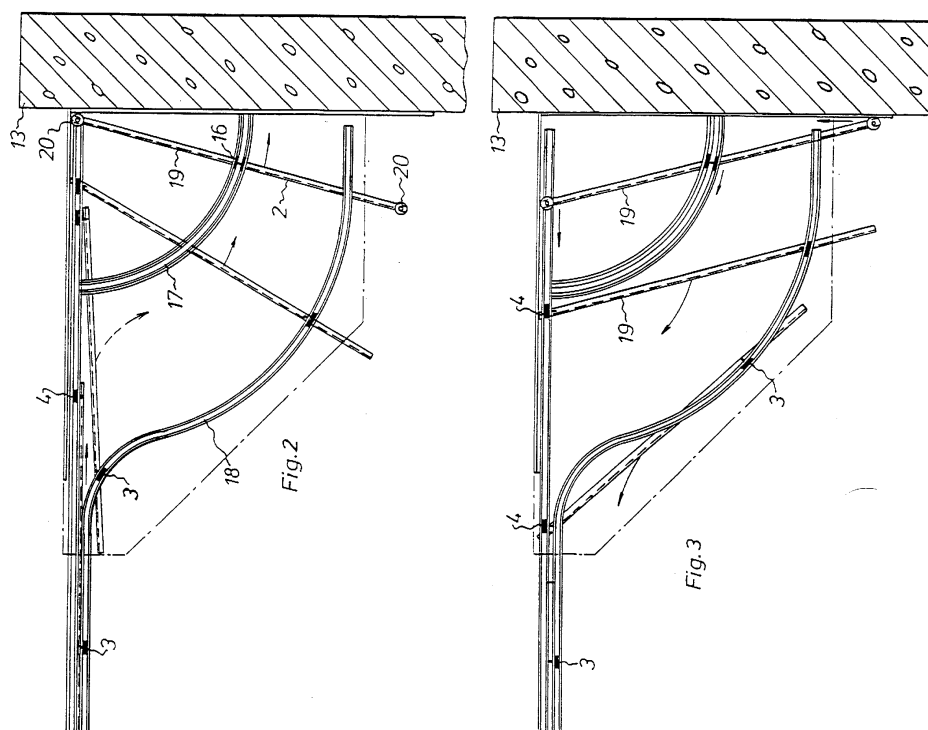


Figur 23: Gångjärn för lucka i motorfordon från Volvo (Hörberg och Svensson 1989).

Lemmenkäinen OY 1998 (ej i kraft): Vridmekanism för balkongdörrar med spår. Komplicerad och stor lösning för vridningen, men patentet tas med eftersom det belyser möjligheterna att använda någon slags skena eller spår för rotationen.

0390831

0390831



Figur 24: Vridmekanism för balkongdörrar med hjälp av spår (Karhu 1998).

Bebek Vuksic 1987 (ej i kraft): Fjädersgångjärn med dämpning, invändig mekanism. Integrerad lösning för dämpning i ett gångjärn som dels visar att en dämpningsmekanism kan göras liten, och dels att den kan bli ganska komplex.

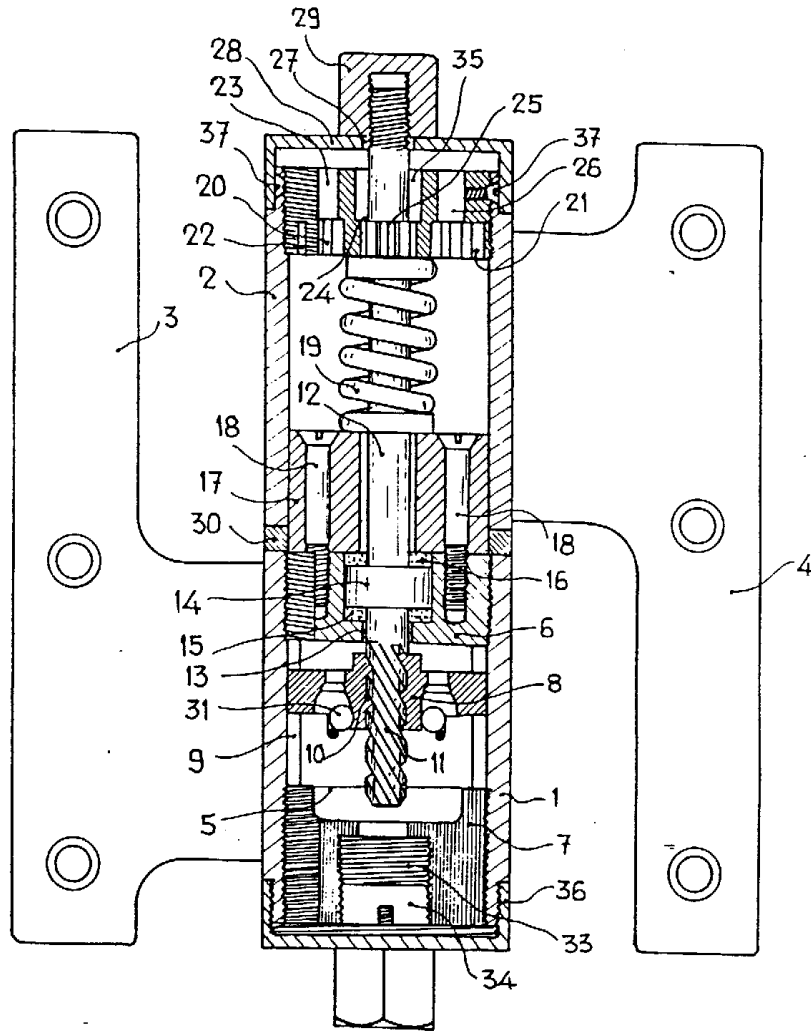
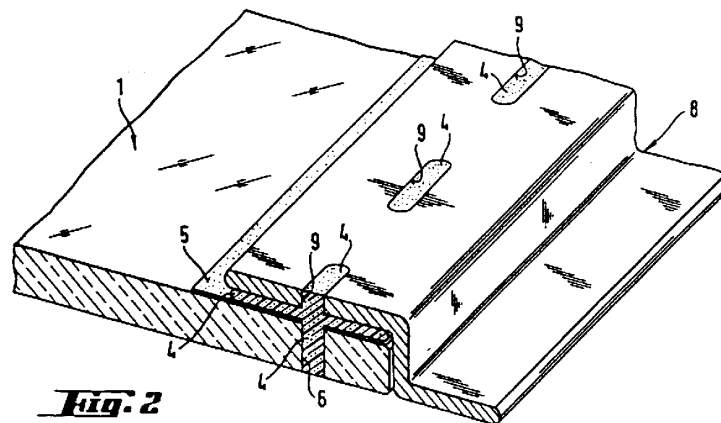
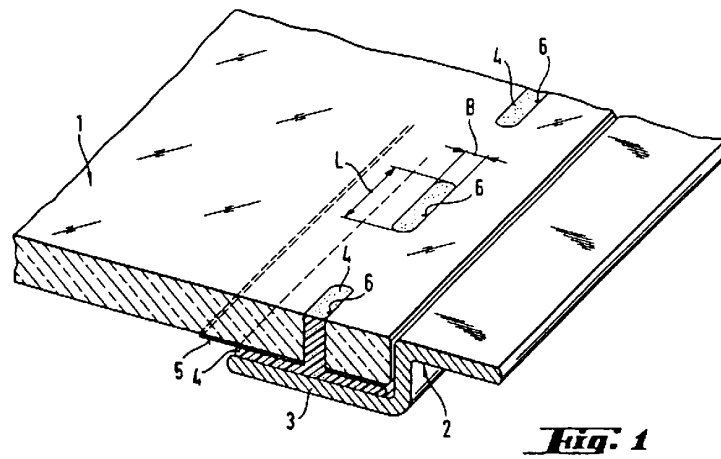


Fig. 1

Figur 25: Fjädersgångjärn med invändig mekanism för dämpning (Bebek Vuksic 1987).

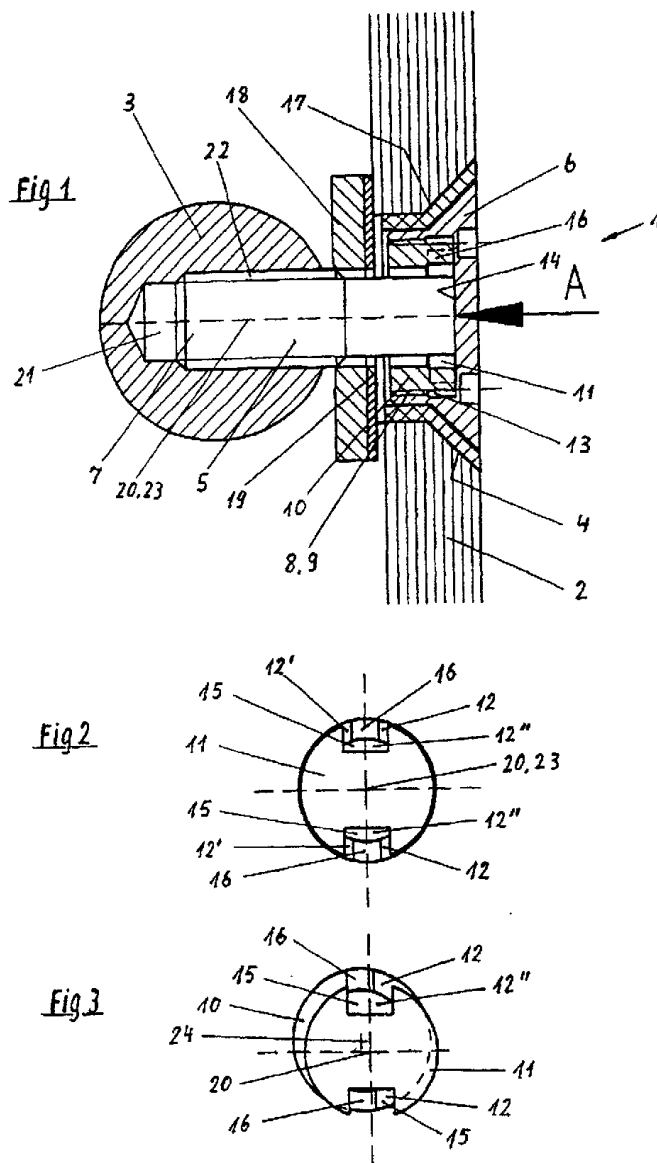
3.4.3 Fäste mot glas

Saint Gobain 1989 (ej i kraft): Infästning mot glas med limning och litet hål/fräs. Lösning med mindre fräsar än de som idag görs.



Figur 26: Saint Gobains glasfäste med lim och fräs (Kunert 1989).

Dorma GmbH 1997 (ej i kraft): Klämbeslag för glasdörrar, kräver ett borrarat och försänkt hål. Det speciella med lösningen är försänkningen av hålet (till höger i fig 1) som kan ge precisionsfördelar i monteringen.



Figur 27: Dormas klämbeslag (Blöbaum 1997).

4 Konceptgenerering

Som en följd av många icke mätbara önskade egenskaper baseras konceptgenereringen till stor del på de identifierade kundbehoven. De få mätbara egenskaper som existerar finns med som riktlinjer och beaktas närmare i processen för vidareutveckling.

För att ta fram färdiga koncept på gångjärn bryts dess funktion ner i delfunktioner. Det har identifierats två sådana, nämligen festsättning (dels i vägg och dels i glasdörr) och en mekanism för dörröppning. Lösningförslag på delproblem har tagits fram genom brainstorming och presenteras nedan.

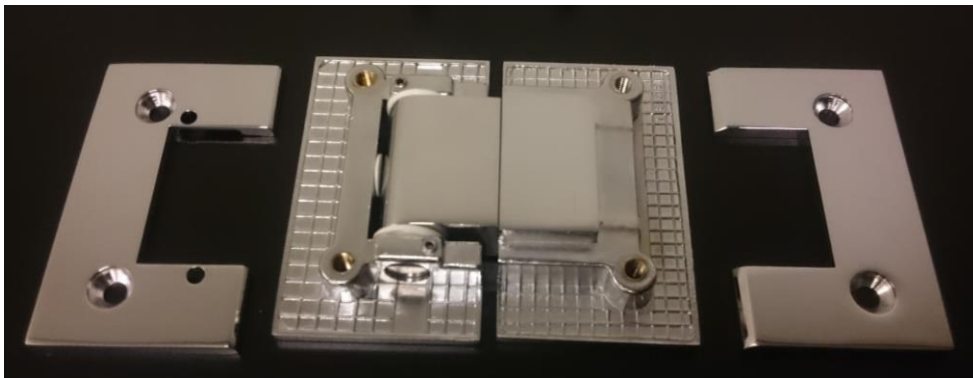
4.1 Fastsättning

Referenskoncept

Tylös egna gångjärn på översta bilden för trä-glas-konstruktioner och Rocas glas-glas-gångjärn på andra bilden. Detta är gångjärnen som används idag i Tylös bastur.



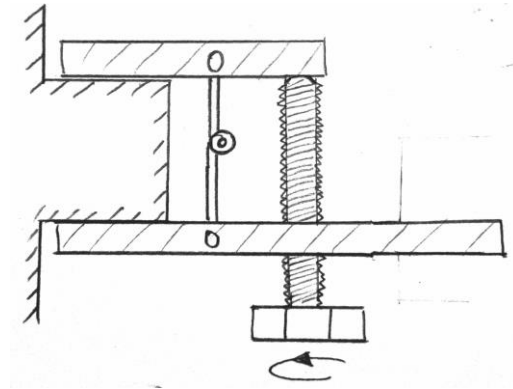
Figur 28: Tylös gångjärn



Figur 29: Rocas gångjärn

Koncept 1 Kläm

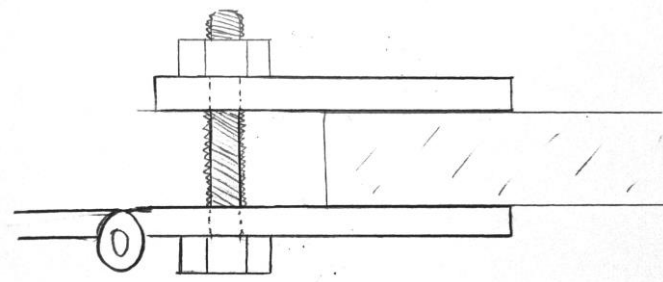
Fastklämning av gångjärn med hjälp av skruv. Skruven skruvas in och skapar ett moment kring den ledade punkten och skapar på så vis en klämmande kraft kring materialet. Kan fungera både till trä/aluminium och till glas.



Figur 30: Skiss över koncept 1 Kläm

Koncept 2 Kläm

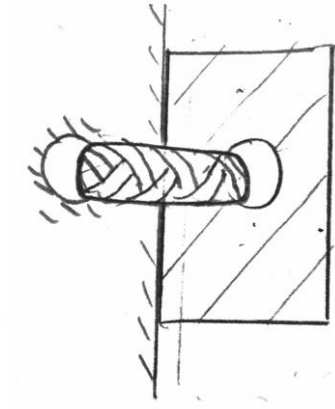
Fastklämning av gångjärn med hjälp av skruv. Skruven tvingar ihop de två plattorna och plattorna håller fast materialet. Kan fungera både till trä/aluminium och till glas. Som alternativ till skruven i koncept 1 och 2 skulle t.ex. en fjäder kunna användas. Då blir anordningen självspännande. Kärnan i koncepten är hur den spännande kraften uppstår och det kan ske på olika sätt.



Figur 31: Skiss över koncept 2 Kläm

Koncept 3 Snöre

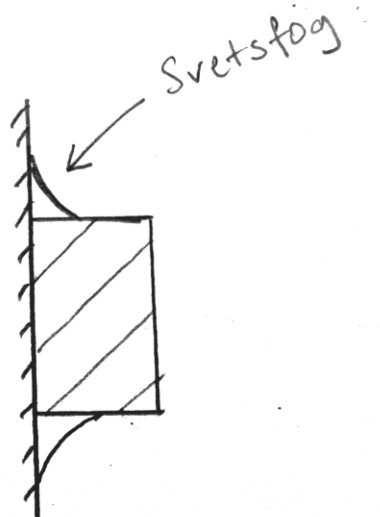
Fastspänning av dörr eller karm mot gångjärn med hjälp av band eller snöre.



Figur 32: Skiss över koncept 3 Snöre

Koncept 4 Svets

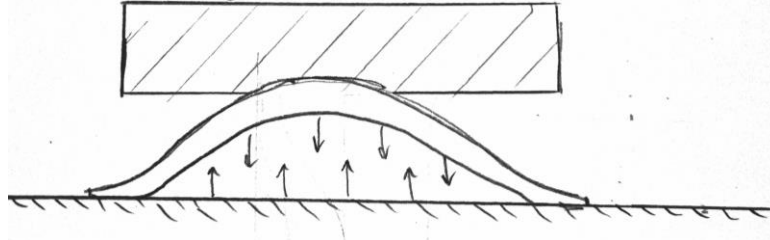
Sammanfogning av gångjärn och material med hjälp av svetsfog eller liknande.



Figur 33: Skiss över koncept 4 Svets

Koncept 5 Vakuum

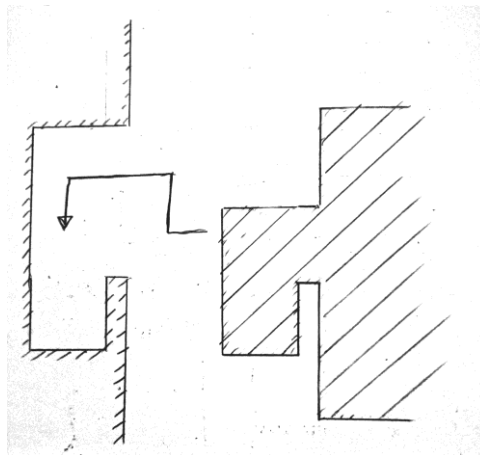
Fastsättning av gångjärn mot material med hjälp av vakuumsug. Kan fungera både till trä/aluminium och till glas.



Figur 34: Skiss över koncept 5 Vakuum

Koncept 6 Häng

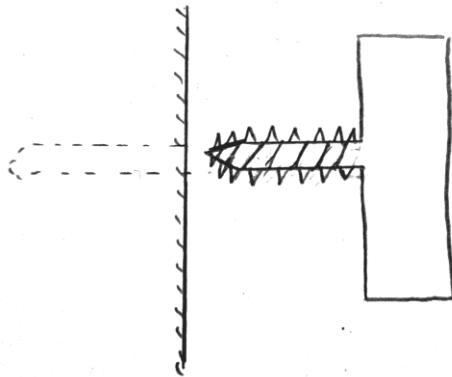
Upphängning av gångjärn i material. Utformning på bägge delar som möjliggör fastsättning vid upphängningen. Fungerar inte till glas.



Figur 35: Skiss över koncept 6 Häng

Koncept 7 Skruv

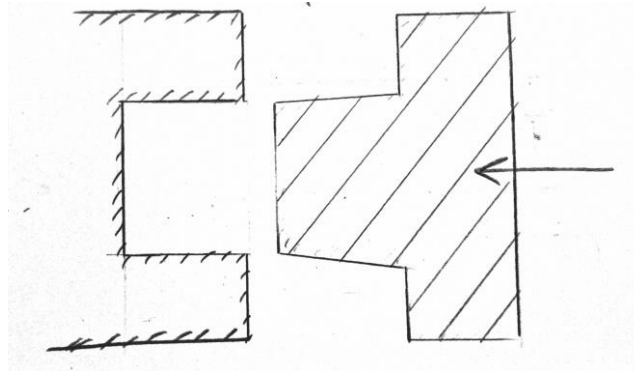
Integrerad skruv i gångjärn. Gångjärnet skruvas fast i väggen med den skruv som sitter ihop med gångjärnet. Fungerar inte till glas.



Figur 36: Skiss över koncept 7 Skruv

Koncept 8 Kil

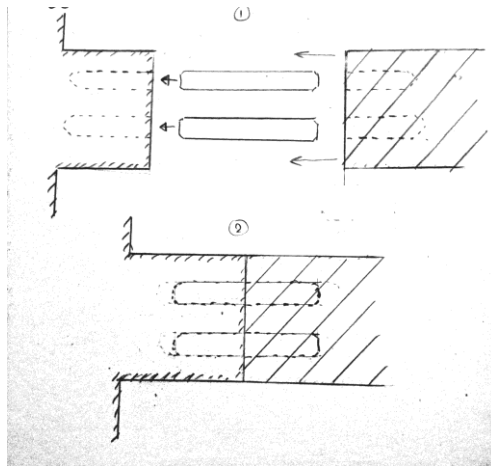
Fastkilning eller plugg som är integrerad i den ena delen.



Figur 37: Skiss över koncept 8 Kil

Koncept 9 Plugg

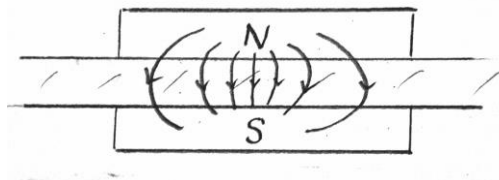
Pluggar håller med hjälp av friktion ihop två olika delar.



Figur 38: Skiss över koncept 9 Plugg

Koncept 10 Magnet

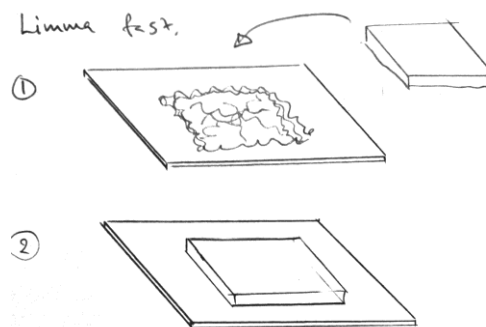
Magnetisk kraft som skapar tryck och därmed friktionskraft på något material.



Figur 39: Skiss över koncept 10 Magnet

Koncept 11 Lim

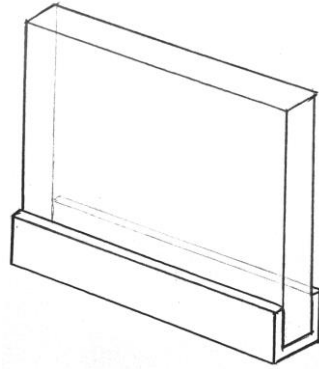
Lim sammanbinder två olika delar.



Figur 40: Skiss över koncept 11 Lim

Koncept 12 Skena

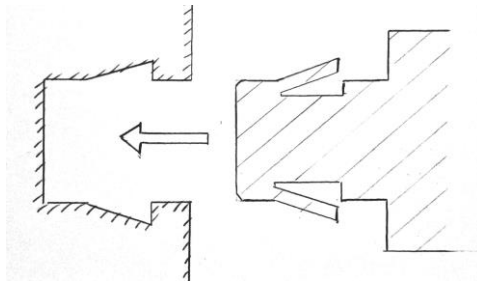
Skena eller liknande håller upp glasskivan underifrån.



Figur 41: Skiss över koncept 12 Skena

Koncept 13 Snäpp

Snäppfäste som klickas fast.



Figur 42: Skiss över koncept 13 Snäpp

4.1.1 Gallring

Orimliga förslag gallras bort i ett tidigt skede för att spara tid på den senare, mer omfattande analysen. Ett antal grundkriterier sätts upp och betygsätts med +, 0 eller -. 0 innebär att ett koncept har potential att bli ungefär lika bra som referenskonceptet på valt kriterium. Observera att denna gallring i första hand baseras på sunt förnuft och intuition. Kriterierna är självförklarande, förutom innovation. Tylö uttrycker en vilja att utforska möjligheterna för helt okonventionella gångjärn och därför är innovation viktigt i poängsättningen.

Tabell 2: Gallring av koncept med avseende på användning mot trä- eller aluminiumram

<i>Koncept</i>	<i>Pris</i>	<i>Robust</i>	<i>Enkel</i>	<i>Skrymmande</i>	<i>Säker</i>	<i>Innovation</i>	<i>Resultat</i>
Referens	0	0	0	0	0	0	0
1 Kläm	-	-	-	-	-	+	----
2 Kläm	-	-	-	-	-	+	----
3 Snöre	0	-	-	-	-	0	----
4 Svets	0	-	-	0	-	0	---
5 Vakuum	-	-	-	-	-	+	----
6 Häng	-	-	0	0	0	0	--
7 Skruv	-	0	-	0	0	0	--
8 Kil	-	-	-	0	-	0	----
9 Plugg	0	-	-	-	-	0	----
10 Magnet	-	-	-	-	-	+	----
11 Lim	-	-	-	0	-	0	----
12 Skena	x	x	x	x	x	x	
13 Snäpp	-	-	0	0	0	+	-

Resultatet från tabell 2 är förväntat. Det är svårt att generera ett koncept som fäster ett gångjärn mot karm bättre än vanliga skruvar. Därför blir referenskonceptet i princip oslagbart i jämförelse med de andra koncepten. Koncept 12 Skena har inte utvärderats här eftersom det inte har med fastsättning i karmen att göra.

Tabell 3: Gallring av koncept med avseende på användning mot glasvägg

<i>Koncept</i>	<i>Pris</i>	<i>Robust</i>	<i>Enkel</i>	<i>Skrymmande</i>	<i>Säker</i>	<i>Innovation</i>	<i>Resultat</i>
<i>Referens</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>1 Kläm</i>	0	0	0	0	-	+	0
<i>2 Kläm</i>	0	0	0	0	-	+	0
<i>3 Snöre</i>	0	-	-	-	-	0	----
<i>4 Svets</i>	x	x	x	x	x	x	
<i>5 Vakuum</i>	-	0	-	-	-	+	---
<i>6 Häng</i>	x	x	x	x	x	x	
<i>7 Skruv</i>	x	x	x	x	x	x	
<i>8 Kil</i>	x	x	x	x	x	x	
<i>9 Plugg</i>	x	x	x	x	x	x	
<i>10 Magnet</i>	-	-	-	-	-	+	----
<i>11 Lim</i>	0	0	0	0	-	0	-
<i>12 Skena</i>	0	0	+	0	0	0	+
<i>13 Snäpp</i>	x	x	x	x	x	x	

Detta är den kanske viktigaste komponenten till gångjärnet eftersom ett mål med projektet är att spara pengar genom att reducera antalet hål i glaset. Glas är som material väldigt annorlunda än trä och därför fungerar konventionella metoder som pluggar, skruvar och liknande inte. Utmärkande för referenskonceptet är att det har dubbel säkerhet. Dels att en friktionskraft bildas när skruven spänner gångjärnets ytor mot glaset och dels att dörren vilar på skruven med hjälp av hålet i glaset. Koncept med "x" i tabell 3 har inte utvärderats eftersom de inte fungerar mot glas.

Koncept 1 Kläm, 2 Kläm, 11 Lim och 12 Skena står sig bra mot referenskonceptet. 11 Lim har fått ett minus i resultatet men tanken att kombinera lim med tryck mot ytan verkar lovande. Koncept 12 Skena är intressant eftersom det bygger på att glaset vilar mot en yta. En dubbel säkerhet skulle således kunna erhållas genom två gångjärn på dörren som bär upp den på olika sätt.

4.2 Öppningsmekanism

Referens

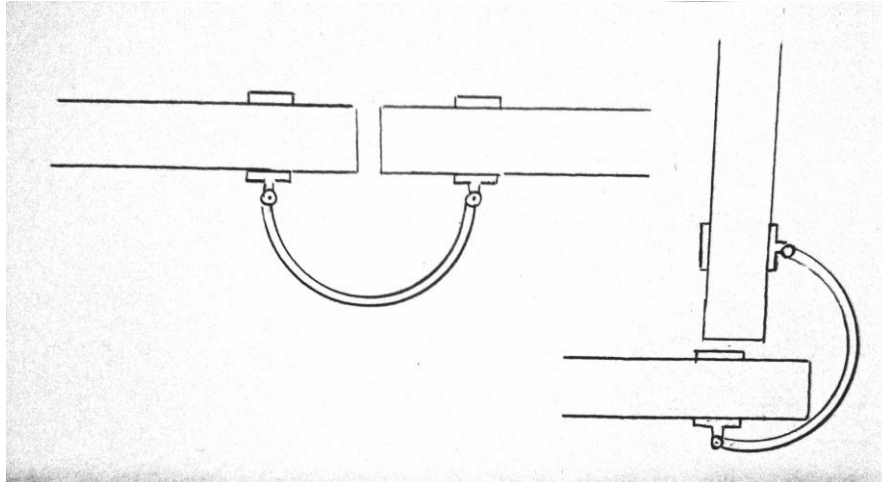
Tylös egna gångjärn och Rocas gångjärn som båda används idag på Tylö.



Figur 43: Tylös egna gångjärn och Rocas gångjärn

Koncept A Dubbel

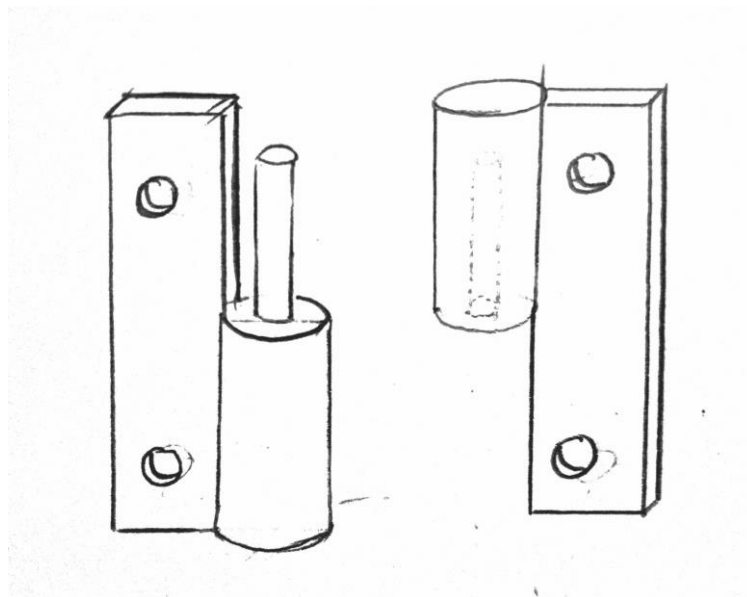
Gångjärn med rotation kring två punkter. Kan ge minimalt glapp mellan dörr och karm, även för glas mot glas.



Figur 44: Skiss över koncept A Dubbel

Koncept B Klassisk

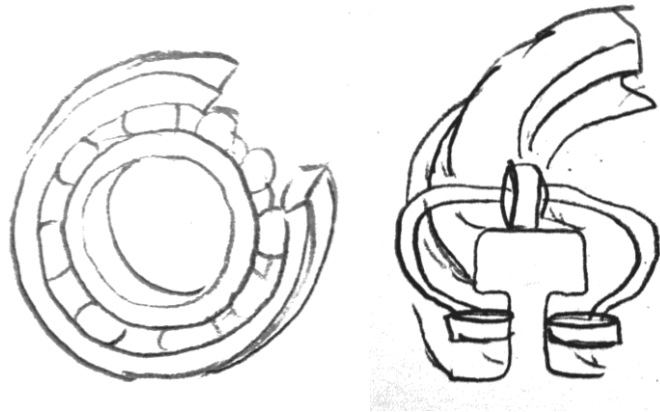
Klassiskt gångjärn, en del med axel och en med hål. Kan monteras mellan dörr och karm eller placeras framför dörrens ytplan för att minimera glappet mellan dörr och karm.



Figur 45: Skiss över koncept B Klassisk

Koncept C Lager

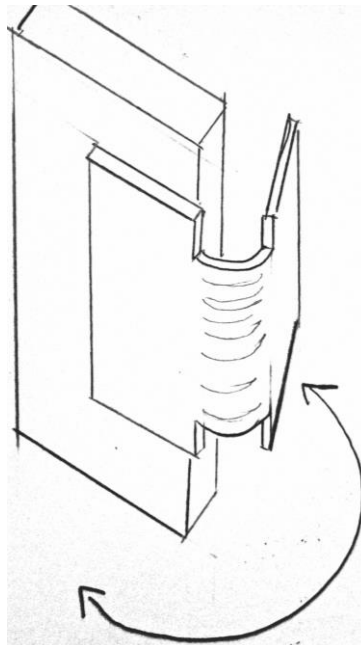
Koncept där en lagerfunktion utnyttjas. Materialet följer ett spår och roterar runt en punkt som beror på spårets utformning.



Figur 46: Skiss över koncept C Lager

Koncept D Elastisk

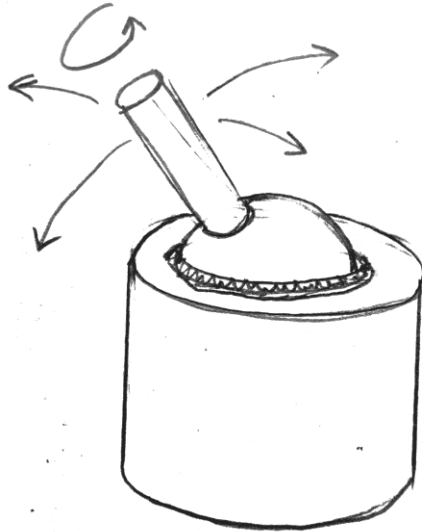
Elastiskt material som böjs och gångjärnet kan potentiellt tillverkas i en enda del.



Figur 47: Skiss över koncept D Elastisk

Koncept E Kula

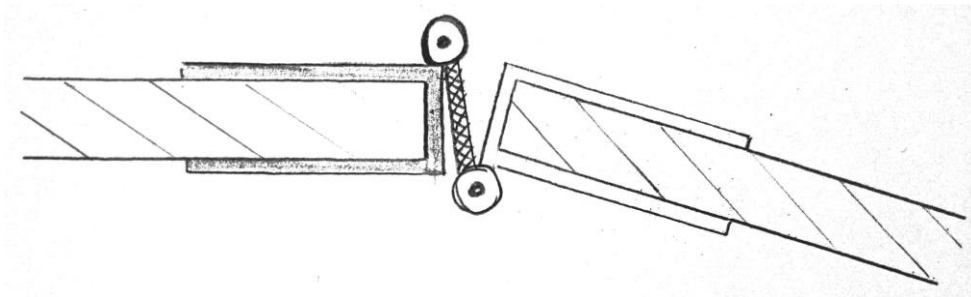
Rotation med hjälp av en kulle.



Figur 48: Skiss över koncept E Kula

Koncept F Saloon

Dubbelsvängande gångjärn av typen saloon. Kan öppnas inåt och utåt. Måste fjäderbelastas för att inte "vandras" från karmen.



Figur 49: Skiss över koncept F Saloon

4.2.1 Gallring

Orimliga förslag gallras bort i ett tidigt skede för att spara tid på den senare, mer omfattande analysen. Ett antal grundkriterier sätts upp och betygsätts med +, 0 eller

Tabell 4: Gallring med avseende på öppningsmekanism

<i>Koncept</i>	<i>Pris</i>	<i>Robust</i>	<i>Enkel</i>	<i>Skrymmande</i>	<i>Säker</i>	<i>Innovation</i>	<i>Resultat</i>
<i>Referens</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>A Dubbel</i>	-	0	-	+	0	+	0
<i>B Klassisk</i>	0	0	+	0	-	0	0
<i>C Lager</i>	-	0	-	0	0	+	-
<i>D Elastisk</i>	-	-	+	0	-	+	-
<i>E Kula</i>	-	0	0	0	0	+	0
<i>F Saloon</i>	-	0	0	-	0	+	-

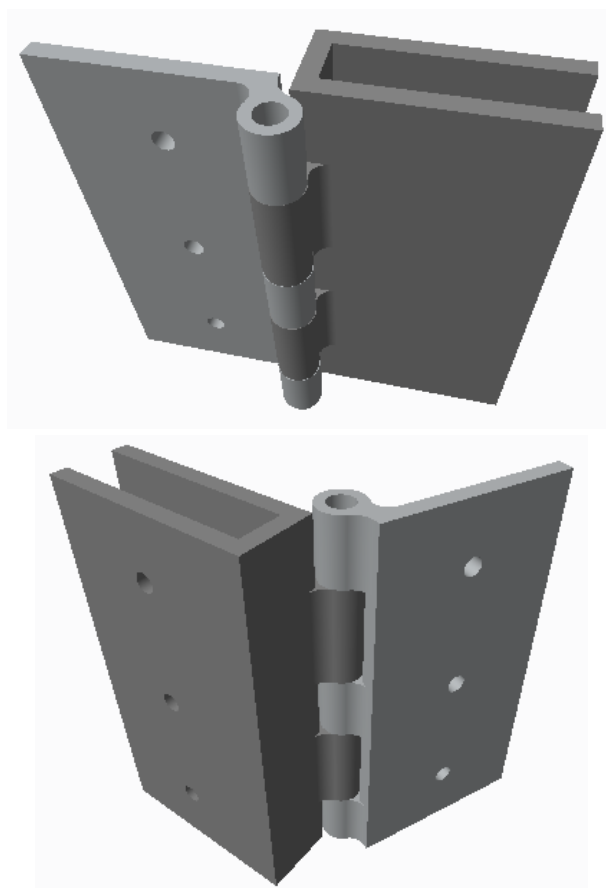
Koncepten för öppningsmekanismer kan vara intressanta på flera sätt. Ett smart koncept kan göra att springan mellan dörr och dörrkarm blir mindre vilket är kritiskt för en bastu som ska hålla värmen inne. Det som är viktigt att beakta vid nya koncept är priset då det klassiska gångjärnet är både starkt och billigt. Gångjärnet kan placeras antingen mellan dörr och vägg eller mellan dörr och golv och då har olika koncept olika egenskaper beroende på placering.

4.3 Sammansatta koncept

De sammansatta koncepten är inte direkta kombinationer av de tidigare koncepten, utan är endast inspirerade av dessa. Därför finns ingen konceptkombinationstabell. Det finns kriterier som ska uppfyllas för de sammansatta koncepten. De ska vara modulära, fungera för alla dörrtyper samt vara oberoende av att dörrglaset har hål. Koncepten som har tagits fram uppfyller åtminstone ett av dessa kriterier för att bibehålla ett stort antal lösningsförslag. I slutet utvärderas koncepten.

Koncept 1 – Skruv mot glas

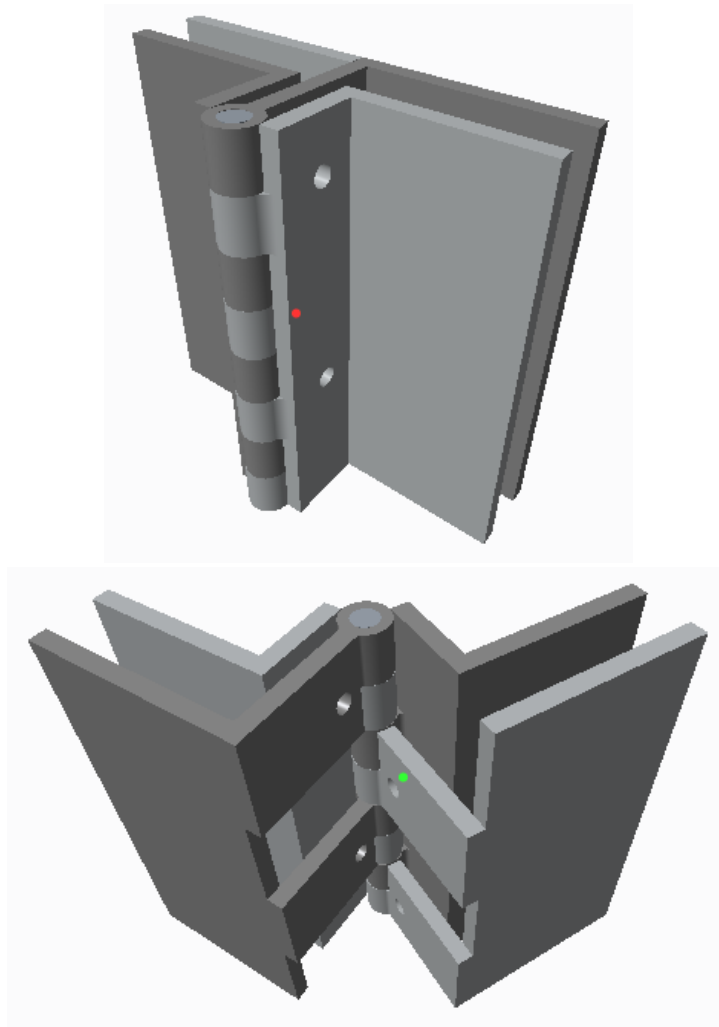
Koncept för trä/aluminium mot glas. Skruvas i karmen och pressas fast med skruvar som trycker en platta mot glaset. Består endast av två metalldelar samt den metallstav som de roterar kring.



Figur 50: Koncept 1 - Skruv mot glas

Koncept 2 – Kläm glas

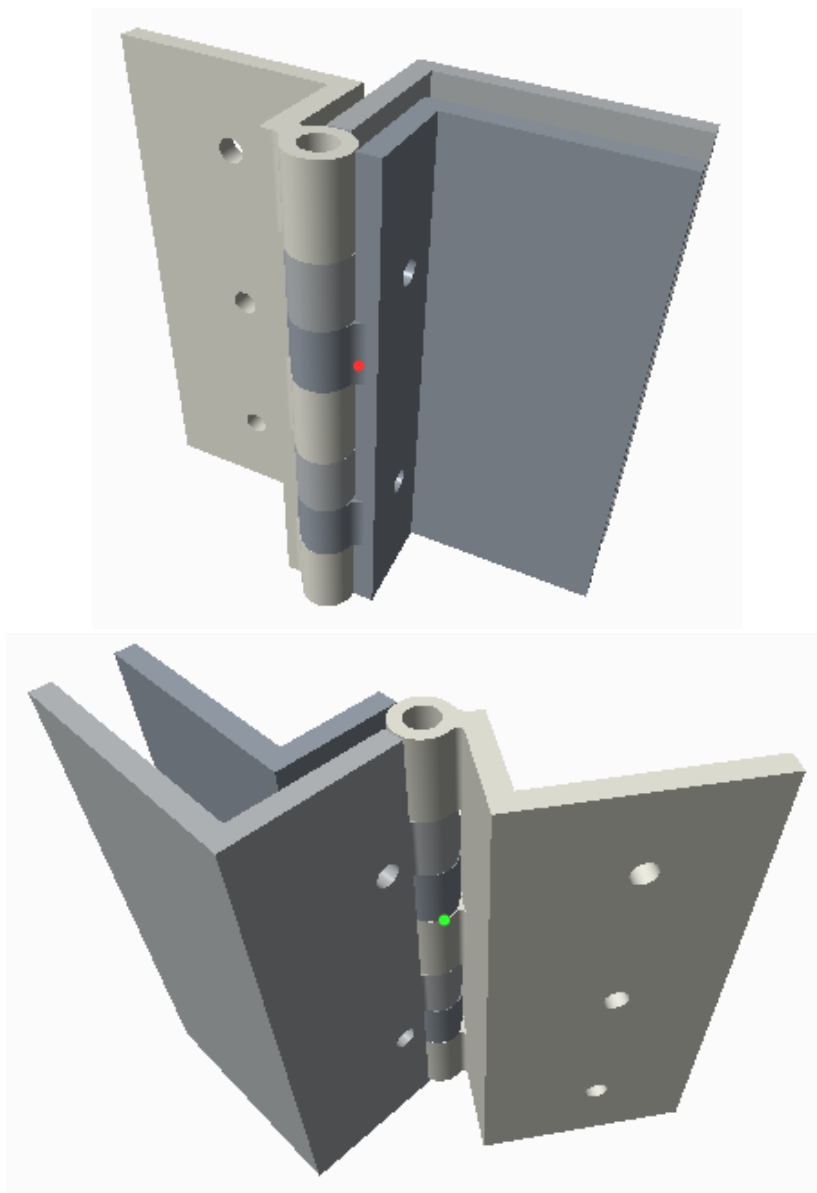
Koncept där fyra skruvar spänner ytorna mot glaset som hålls uppe med hjälp av friktionskraften som uppstår. Består av två par av olika delar (exklusive pinnen som de roterar runt). Smidigt och smart, men kan ge problem med den roterande delen som kommer att sticka ut ett par centimeter på utsidan av bastun och i värsta fall bli ful. Kan även få problem med hävarmen för skruvarna som ska spänna plattorna. Osäkert om tillräcklig friktionskraft kan erhållas. Eftersom rotationscentrum sitter lite utanför dörren kommer den öppna dörren att förskjutas något från väggens plan, dvs. att det blir ett visst mellanrum mellan dörrens och väggens kant då dörren är öppnad. Detta glapp är dock litet (~20-30 mm) och borde inte utgöra något större problem.



Figur 51: Koncept 2 - Kläm glas

Koncept 3 – Kläm trä

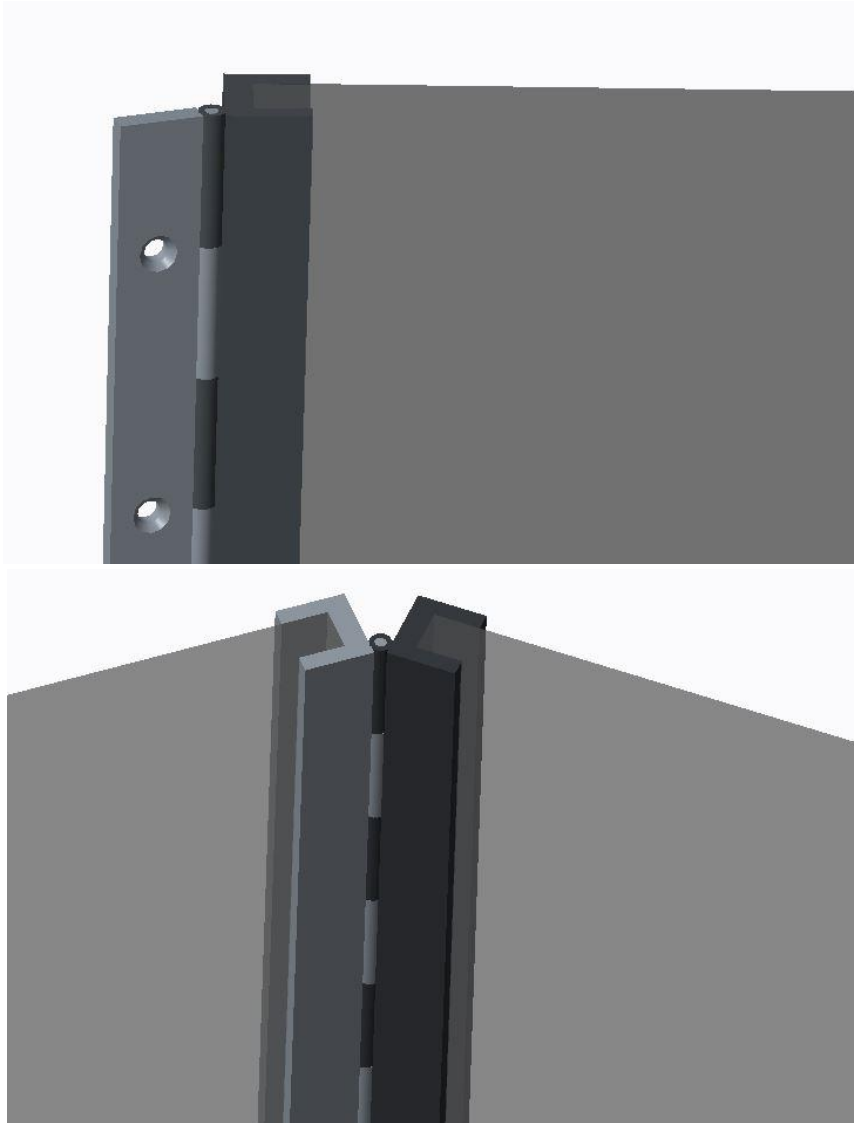
Liknande koncept för trä/aluminium-glas där ingen skruv behövs genom glaset. I karmen skruvas gångjärnet fast. Konceptet har samma för- och nackdelar som koncept 2 ovan.



Figur 52: Koncept 3 - Kläm trä

Koncept 4 – Limskena piano

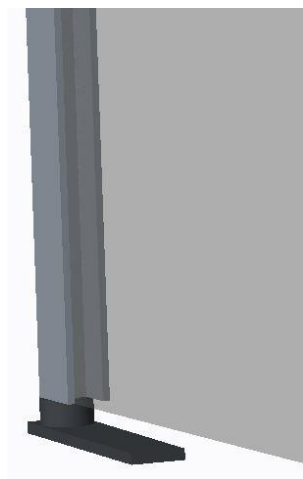
Detta koncept skulle kunna fungera i alla typer av basturum. En lång list limmas fast i dörren. Infästningen anpassas beroende på typ av basturum (se figur 53). Nackdelen vid glas mot glas är att man inte får den lyxiga känslan där två glas möter varandra direkt, eftersom en metallskena avgränsar glasskivorna från varandra i detta fall.



Figur 53: Koncept 4 - Limskena piano. För trä- eller aluminiumram (t.v.) och för glasram (t.h.)

Koncept 5 – Limskena pivot

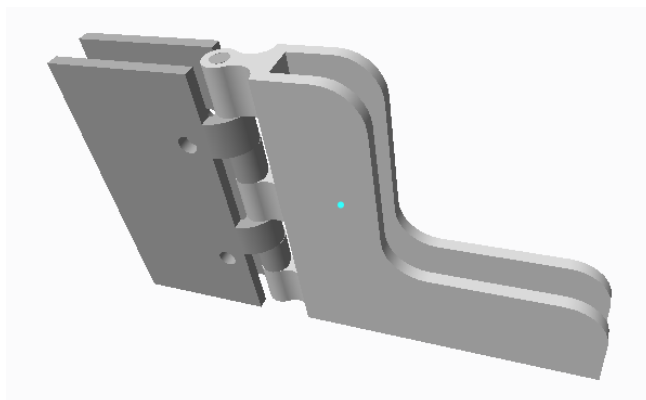
Detta koncept har en skena för festsättning i dörren, men roterar runt två tappar. En tapp sitter där nere och en där uppe. Detta koncept är oberoende av vilken ram som finns runt glasdörren. I figur 54 syns den golvmonterade delen av gångjärnet, men en likadan del kan enkelt vändas upp och ner och monteras i översidan av karmen.



Figur 54: Koncept 5 - Limskena pivot

Koncept 6 – Hållare kläm

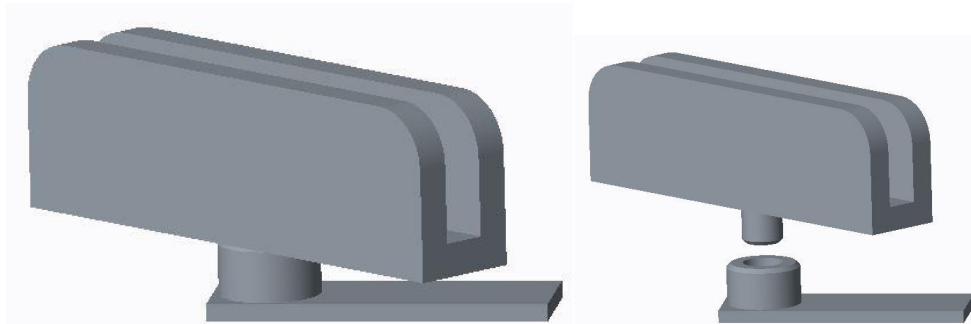
Koncept för det nedre gångjärnet i en glas-glas-konstruktion. Tre delar som kan rotera, varav de två vänstra spänns ihop runt glaset med hjälp av skruvar. I den högra delen kan dörren ställas rakt ner i skon. En stor nackdel med detta koncept är att spalten mellan glasen kommer att bli minst omkring 20-25 mm med rimlig dimensionering. Det kan även uppstå problem med hävarmen för skruvarna som ska spänna plattorna. Osäkert hur mycket friktionskraft som kan erhållas i ett sådant gångjärn.



Figur 55: Koncept 6 - Hållare kläm

Koncept 7 – Hållare pivot

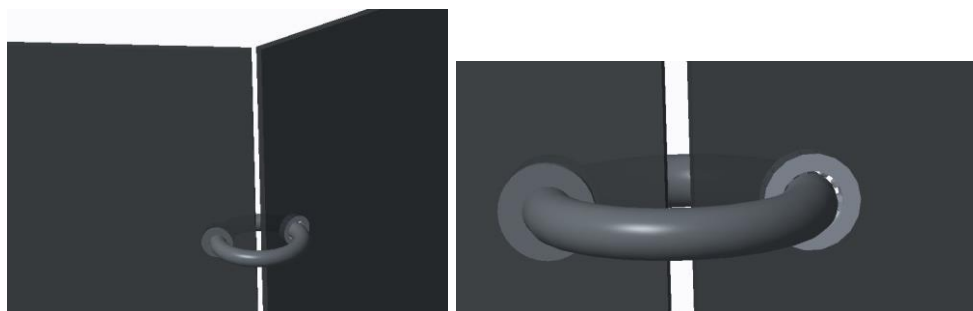
Koncept där glasdörren hålls uppe av två u-formade profiler. Den ena sitter högst uppe på dörren och den andra sitter längst ned. Dessa kan i sin tur rotera kring axeltappen som passar in i en cylinderformad infästning som fästs i tak och i golv. I figur 56 syns den golvmonterade delen av gångjärnet, men detta kan enkelt vändas upp och ner och monteras i översidan av karmen.



Figur 56: Koncept 7 - Hållare pivot

Koncept 8 – Torus

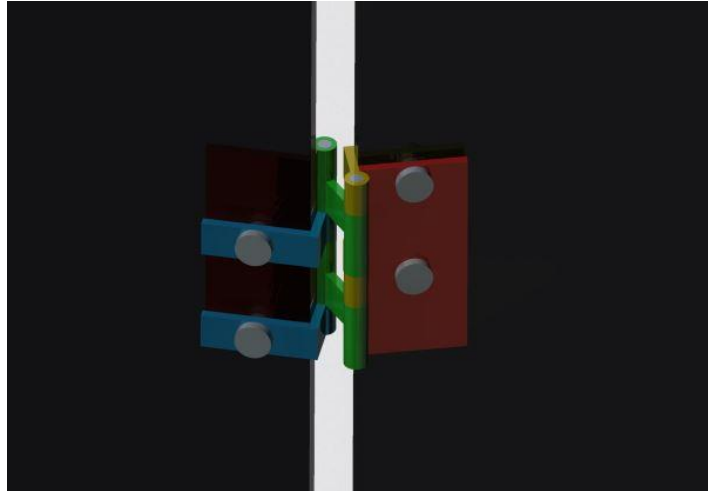
I detta koncept hänger glasdörren på ett lager som i sin tur vilar på en torusformad hängare, se figur 57. Denna hängare fungerar som ett spår för rullagret och glasdörren kommer följa denna bana då den öppnas. Hängaren är fastsatt i glaset bredvid dörren.



Figur 57: Koncept 8 - Torus

Koncept 9 – Saloon

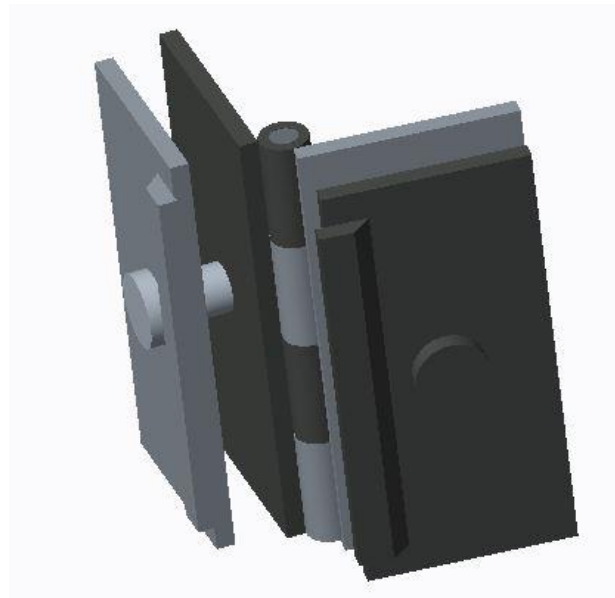
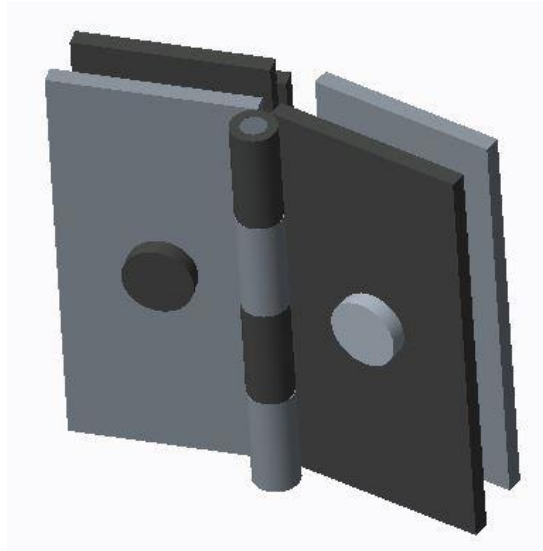
Koncept där glaset är fastsatta genom att skruvar klämmer ihop glaset genom hål i glaset. Dörren kan öppnas åt båda håll.



Figur 58: Koncept 9 - Saloon

Koncept 10 – Skruv genom glas

Detta koncept fungerar för glas-glasdörrar. En skruv håller fast glaset på båda sidor om gångjärnet. Nackdel med denna är att den kräver hål i glaset. Klacken på baksidan av gångjärnet förhindrar att de båda glasen stöter ihop då dörren stängs.



Figur 59: Koncept 10 - Skruv genom glas

5 Konceptval

Eftersom det har kommit fram många olika koncept genomförs valet av koncept i etapper. Den första etappen går ut på att ta fram den bästa varianten av varje koncept utifrån verkningssätt. Detta eftersom det är svårt att jämföra två vitt skilda koncept helt rättvist när de är väldigt olika utformade. På så sätt gallras ett väsentligen mindre antal koncept fram som då kan genomgå en mer grundlig analys.

Den första poängsättningen genomförs dessutom i två separata tabeller eftersom trä/aluminium-glas- och glas-glas-gångjärnen är så pass olika att det inte lämpar sig att analysera dem samtidigt. Här har breda kriterier ställts upp och inga utförliga analyser har gjorts.

Referensen är det gångjärn som används idag. Det ges poängen 3 för alla kriterier och övriga koncept betygsätts relativt referensen. Skalan går från 1 till 5, där 1 är mycket sämre än referensen och 5 är mycket bättre än referensen.

5.1 Glas mot trä eller aluminium

Tabell 5: Konzeptutvärdering med avseende på användning mot trä- eller aluminiumram

<i>Koncept</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Urvalskriterier / Namn</i>	<i>Ref. (TYLÖ)</i>	<i>Skriv mot glas</i>	<i>Kläm trä</i>	<i>Limskena piano</i>	<i>Limskena pivot</i>	<i>Hållare kläm</i>	<i>Hållare pivot</i>
<i>Lastupptagnings- förmåga</i>	3	2	2	3	4	3	4
<i>Hål/specialbearbet- ningar</i>	3	5	5	5	5	5	5
<i>Storlek</i>	3	3	2	4	4	3	4
<i>Tät</i>	3	2	2	3	3	2	3
<i>Vändbar</i>	3	3	3	3	3	3	3
<i>Montering</i>	3	2	2	2	2	3	3
<i>Enkel konstruktion</i>	3	3	3	3	3	3	4
<i>Slutbetyg</i>	21	20	19	23	24	22	26
<i>Rangordning</i>	6	7	8	3	2	4	1
<i>Fortsätta?</i>		Ja		Ja	Ja		Ja

5.2 Glas mot glas

Tabell 6: Konzeptutvärdering med avseende på användning mot glas

<i>Koncept</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>Urvalskriterier / Namn</i>	<i>Ref. (Roca)</i>	<i>Skriv mot glas</i>	<i>Kläm glas</i>	<i>Lim-skena piano</i>	<i>Lim-skena pivot</i>	<i>Hållare kläm</i>	<i>Hållare pivot</i>	<i>Torus</i>	<i>Saloon</i>	<i>Skriv genom hål</i>
<i>Lastupptagnin gs-förmåga</i>	3	2	2	3	4	3	4	3	3	3
<i>Hål/Specialbearbetningar</i>	3	5	5	5	5	5	5	4	4	4
<i>Storlek</i>	3	3	2	1	1	3	4	2	2	3
<i>Tät</i>	3	2	2	4	4	3	3	3	2	3
<i>Vändbar</i>	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3
<i>Montering</i>	3	2	2	2	2	3	3	1	3	4
<i>Enkel konstruktion</i>	3	4	3	3	4	3	4	1	3	4
<i>Slutbetyg</i>	21	22	20	21	24	23	27	17	20	24
<i>Rangordning</i>	6	5	9	6	2	4	1	11	9	2
<i>Fortsätta?</i>		Ja		Ja	Ja		Ja			Ja

Här går alltså koncept 1, 4, 5, 7 och 10 vidare. Det är de koncept som fått bra betyg i båda tabellerna, vilket beror på att de koncept som är bra faktiskt behöver fungera till alla typer av basturum. Nästa steg blir att genomföra en mer exakt och genomgående viktad analys av de framgallrade koncepten.

5.3 Viktat konceptval

I den viktade tabellen tas de bästa koncepten fram. De koncept som jämförs är det bästa konceptet av varje verkningsätt enligt tabellerna 5 och 6. Endast ett av de koncept som har samma verkningsätt (se färgkodning i tabell 5 och 6) tas alltså vidare. I tabellen har modularitet mellan både glas-glas-front samt glas-trä/aluminium beaktats för samtliga koncept till skillnad från tidigare poängsättningsmatriser.

Tabell 7: Viktad utvärdering av framgjorda sammansatta koncept, med avseende på användning i alla typer av basturum

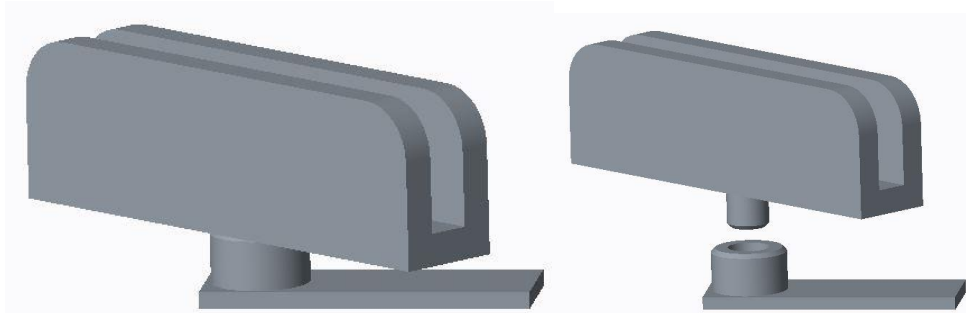
<i>Koncept</i>	<i>Vikt-faktor</i>	<i>Kläm skruv mot glas</i>	<i>Skena pianogångjärn</i>	<i>Skena pivot</i>	<i>Hållare pivot</i>	<i>Skruv genom hål</i>					
<i>Tälig & Säker</i>	25 %	2	0,5	5	1,25	5	1,25	5	1,25	5	1,25
<i>Hål/specialbearbetningar</i>	12 %	5	0,6	5	0,6	5	0,6	5	0,6	3	0,36
<i>Storlek</i>	7 %	2	0,14	2	0,14	2	0,14	4	0,28	3	0,21
<i>Tät</i>	16 %	2	0,32	5	0,8	4	0,64	4	0,64	4	0,64
<i>Vändbar</i>	14 %	4	0,56	4	0,56	4	0,56	4	0,56	4	0,56
<i>Modulär</i>	12 %	4	0,48	1	0,12	4	0,48	4	0,48	4	0,48
<i>Montering</i>	7 %	2	0,14	1	0,07	3	0,21	4	0,28	5	0,35
<i>Enkel konstruktion</i>	7 %	3	0,21	3	0,21	3	0,21	3	0,21	5	0,35
<i>Slutbetyg</i>	100 %	24	2,95	26	3,75	30	4,09	33	4,3	33	4,2
<i>Rangordning</i>		5		4		3		1		2	
<i>Fortsätta?</i>		Nej		Nej		Nej		Ja		Nej	

Enligt våra kriterier och vår bedömning klarar sig koncepten “Hållare pivot” och “Skruv genom hål” bäst. “Skena pivot” tas inte vidare på grund av sina slående likheter med “Hållare pivot”.

Vidare görs i detta skede valet att satsa fullt ut på “Hållare pivot” som känns nytänkande och har potential att bli riktigt bra. “Skruv genom hål” tas inte vidare eftersom den är så pass lik de nuvarande gångjärnen och således inte kräver samma breda utveckling som “Hållare pivot”.

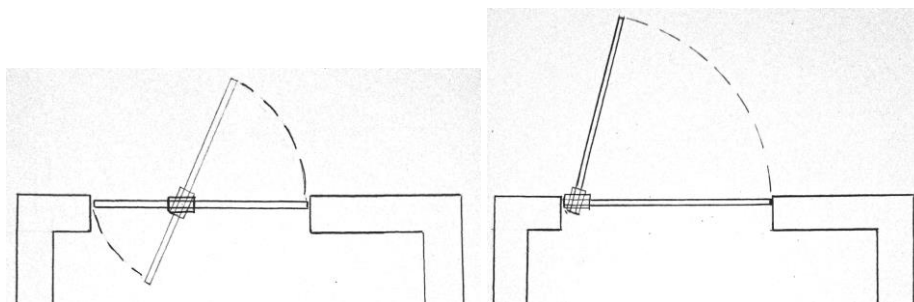
6 Vidareutveckling av koncept

Konceptet med hållare som roterar kring en pivå utvecklas vidare för att kunna utvärdera dess potential. Konceptet som ska utvecklas är det som kallas "Hållare pivot".



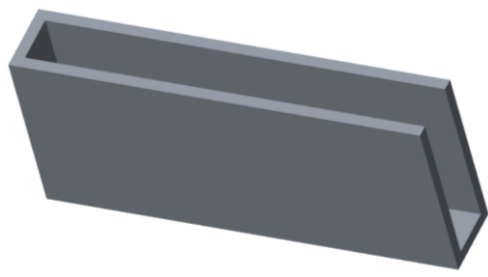
Figur 60: Initial CAD-skiss för konceptet "Hållare pivot" som ska vidareutvecklas

Från och med nu kallas den del som håller i glaset för hållare. Dörröppningen skulle bli betydligt mindre om en sådan hållare placeras långt ifrån karmen och därmed även rotationscentrum hamnar långt ifrån karmen. Därför bör hållaren vara utformad för placering nära karm. I figur 61 visas enkla skisser som beskriver hur dörröppningen begränsas av hållarens placering på dörren. På skisserna syns öppningen till ett basturum från ovan med bastudörren i stängt och i öppet läge.



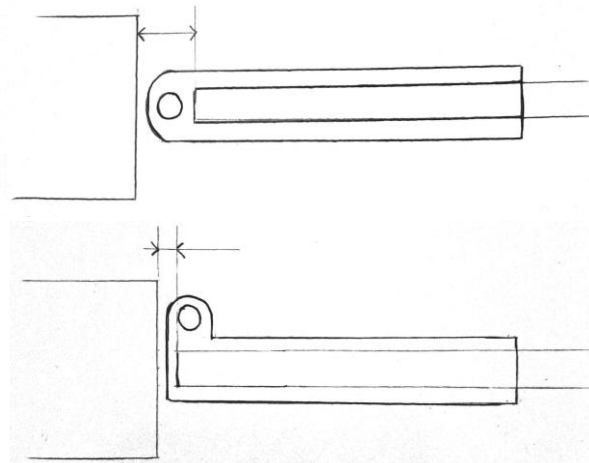
Figur 61: Illustration av hur dörröppningens bredd beror på gångjärnets placering

Då hållarens position är långt ut mot karmen kan hållarens utformning modifieras för att göra konstruktionen starkare. Det läggs till en vägg på baksidan i hållaren som syns i figur 62.



Figur 62: Hållare med tillagd bakre vägg

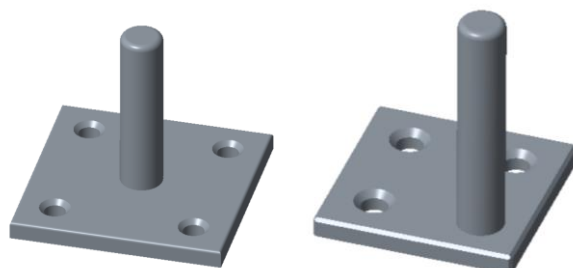
På den initiala CAD-skissen av konceptet sitter axeltappen direkt under hållaren och glaset. Då längden på denna axeltapp direkt påverkar luftspalten under och över dörren bör inte denna axel placeras direkt under glaset. Alternativen blir att pivån placeras framför, bakom eller vid sidan av glaset. För att minimera luftspalten kring glasdörren positioneras rotationscentrum inte i linje med glasskivan. Istället väljs rotationscentrum precis utanför hållaren mot bastuns utsida. De två följande skisserna förklarar hur rotationsaxelns placering på hållaren påverkar spaltbredden. Skisserna i figur 63 visar en hållare med glasskiva samt en karm från ovan. Det utsatta måttet visar skillnaden i spaltbredd mellan glasskiva och karm. Den runda ringen på skisserna markerar rotationscentrum.



Figur 63: Illustration av hur storleken av springan mellan dörr och karm förändras beroende på rotationscentrums placering

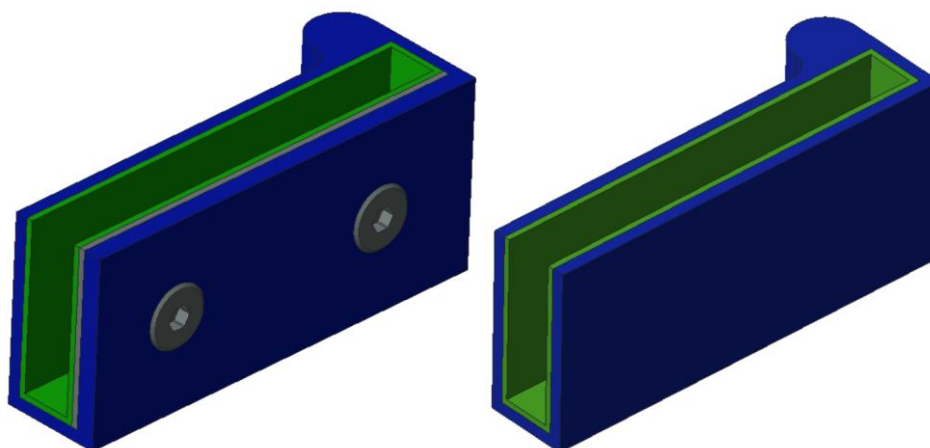
Den infästning som bär hållaren benämns som fäste. Detta fäste är utformat så att hållaren kan rotera utan att lossna från fästet som är fast inspönt i bastun. Rotationsmetoden i konceptet består av en axeltapp som passar i ett hål. För att gångjärnet skall bli snyggt och dess geometri inte bör vara för avancerad designas fästet med en utstickande axeltapp och hållaren med ett ingående hål som passar denna axel. Fästet utformas även på så sätt att hållaren kommer på rätt avstånd från dörrkarmen eller glaspanelen som ansluter till dörren. Annan utformning på fästet

görs av estetiska skäl. Ett diskret fäste som till stor del döljs av hållaren är att föredra. I figur 64 visas ett par enkla bilder på hur fästet kan se ut.



Figur 64: Första exempel på fäste

Då det gäller fästande metod av glasskiva i hållare kan flera typer visa sig vara lämpliga. De metoder som verkar vara mest lovande är limförband eller någon form av friktionsförband. Infästning av glas i hållare med endast friktionskrafter kan lösas med exempelvis skruvar som trycker fast glaset i hållaren. Ett exempel hur detta skulle kunna se ut visas i figur 65 (t.v.). Hållaren visas i blått, det gröna i bilden är en packning och den grå plattan mellan dessa är en metallplatta som fördelar skruvarnas krafter över en större area. Glasskivan passas in i hållaren för att sedan klämmas fast med skruvarna. I figur 65 (t.h.) visas på samma sätt hur en hållare med limförband kan se ut, utan skruvar.



Figur 65: Hållare med klämmande skruvar (t.v.) och med limförband (t.h.)

6.1 Manuella beräkningar

För att kunna utforma det valda konceptet så att det tål dörrens belastning görs några enkla beräkningar. Beräkningarna görs utifrån den största dörren i Tylös ordinarie sortiment. Den dörren har ett ytermått på 2090 x 990 x 8 mm. Med en densitet på 2500 kg/m³ för glas blir dess egenmassa ca 41,4 kg. Vid beräkningarna har den dubbla egenmassan använts för att gångjärnet skall hålla med god marginal.

Den första beräkningen kontrollerar vilka skjuvkrafter som hållarna måste ta upp från glaset då dörren hänger i gångjärnen. Friläggningen av glasdörren visas i figur 66. Med en antagen area på 30 x 70 mm på båda sidor om glaset blir arean vid A 0,0042 m² och på samma sätt blir arean vid B också 0,0042 m². Eftersom övergången mellan den övre hållaren och dess fäste inte tar upp några större vertikala krafter så antas den vertikala kraften vid A vara 0.

Jämvikt ger:

$$(\uparrow): VB = mg \quad (6.1)$$

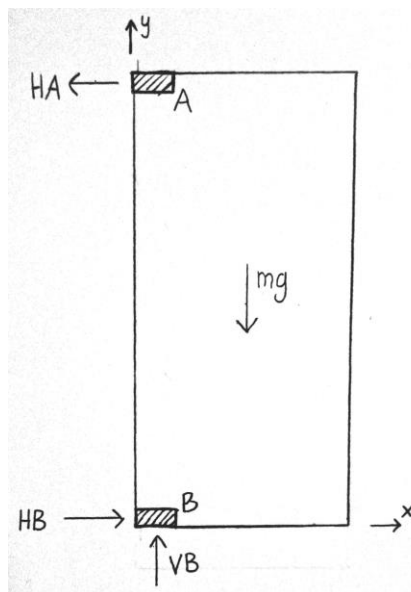
$$(\rightarrow): HB = HA \quad (6.2)$$

$$(M): mg \cdot 0,495 = HA \cdot 2,09 \quad (6.3)$$

Dessa jämviktsekvationer leder fram till:

$$HA = HB = 192 \text{ N} \quad (6.4)$$

$$VB = 812 \text{ N} \quad (6.5)$$



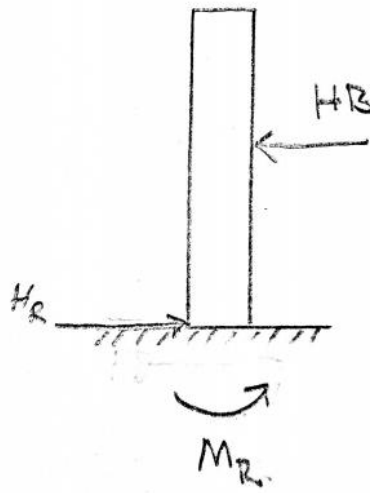
Figur 66: Friläggning av dörr med hållare

Dessa resultat ger att de resulterande skjuvspänningarna som tas upp i ytorna vid A blir:

$$\tau_A = \frac{192}{2 \cdot 0,0042} = 22,86 \text{ kPa} \quad (6.6)$$

Eftersom hållaren som sitter i B tar upp krafterna från skivan genom att skivan vilar i hållaren behöver inte skjuvspänningarna beaktas där. Både kraft HB och VB tas upp av hållaren på detta sätt. I läge A finns de kritiska ytorna gällande skjuvspänningar.

I figur 67 syns en förenklad friläggning av axeltappen. Kraften HB är samma som i föregående friläggning. De två krafterna verkar på glasskivan. Vertikalkrafter försummas eftersom hållaren kan vila direkt mot underlaget och således inte påverkar tappens med vertikala krafter eller motsvarande moment. Reaktionsmomentet används för att beräkna den maximala normalspänningen i tappens för att få en uppfattning om dimensionen på spänningar som uppkommer.



Figur 67: Friläggning av axeltapp

$$HB = 192 \text{ N} \quad (6.7)$$

Hävarm från HB till botten på axeltappen = 20 mm

Elastiskt böjmotstånd:

$$W_b = \frac{32}{\pi \cdot d^3} \quad (6.8)$$

Axeltappsdiametern: $d = 7 \text{ mm}$

$$M_r = HB \cdot 0,020 = 192 \cdot 0,020 = 3,84 \text{ Nm} \quad (6.9)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_b} = \frac{3,84 \cdot 32}{\pi \cdot 0,007^3} = 114,035 \text{ MPa} \quad (6.10)$$

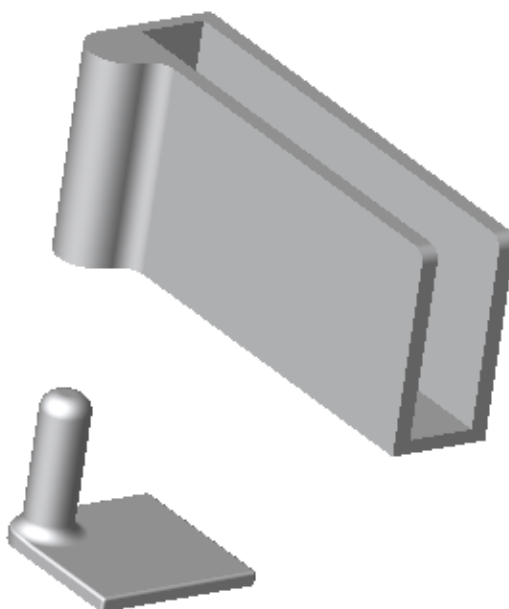
Sträckgränsen i aluminiumlegeringar ligger mellan 200–600 MPa och sträckgränsen i ett svagt konstruktionsstål ligger på 235 MPa. För dessa materialtyper innebär detta att en säkerhetsfaktor på över 2 uppnås med en axeldiameter på 7 mm. Vidare reduceras den maximala spänningen kraftigt för små diameterökningar på grund av att böjmotståndet är omvänt proportionellt mot diametern i kubik. Om en axeltapp med en diameter på 8 mm används istället för en med 7 mm minskar den maximala spänningen från 114 MPa till 76 MPa, en minskning med 33 %.

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W_b} = \frac{3,84 \cdot 32}{\pi \cdot 0,008^3} = 76,394 \text{ MPa} \quad (6.11)$$

Observera att beräkningarna är grova och att ingen hänsyn tas till spänningskoncentrationer. Ingen hänsyn tas heller till en eventuell svets kring botten av axeltappen.

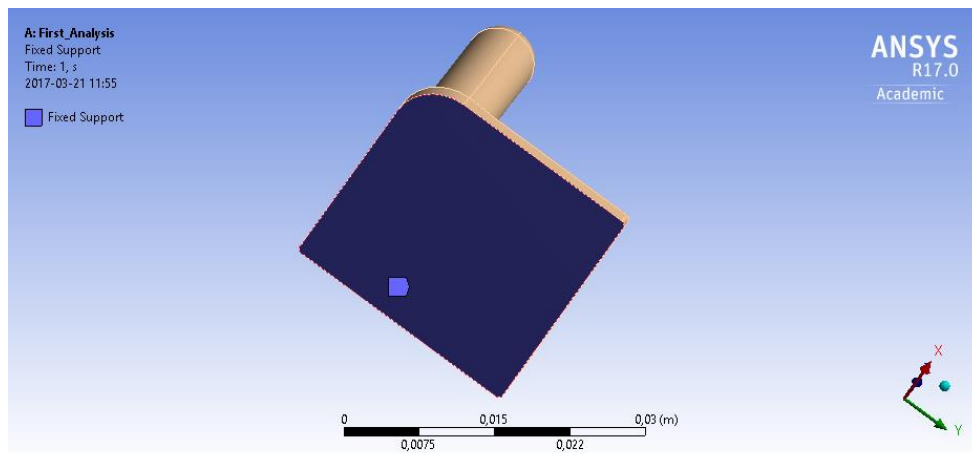
6.2 CAD-skisser och FEM-analys

Efter konceptvalet görs CAD-skisser i datorn. Dessa skisser görs för att förstå mer ingående vilka svårigheter som finns med konceptet. Varje ny skiss som tas fram är någon form av vidareutveckling från föregående konceptskiss. Konzeptets hållfasthet, tillverkningsbarhet, modularitet och liknande diskuteras vid varje iteration av dessa skisser.



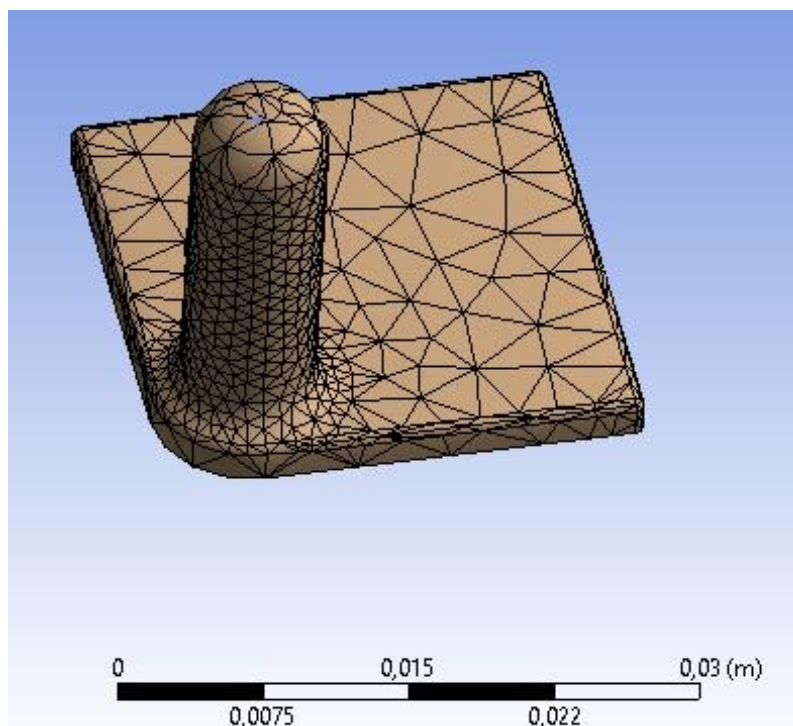
Figur 68: CAD-underlag för fäste och hållare som använts i FEM-analysen

En FEM-analys av den första CAD-skissen i Ansys Workbench följer nedan i två olika former. I det andra fallet där glasdörren finns med antas kontakten mellan hållare och dörr vara fast ("Bonded"). Detta eftersom det är hållfastheten i fästet som ska testas, inte dörrens och hållarens kontak. Kontaktytan mellan tapp och hål (rotationskontakten) antas vara en friktionskontakt med koefficient 0,2. I alla simuleringar används ett fast stöd ("Fixed support") på botten av de fästen som finns med (se bild).



Figur 69: Fixed support på undersidan av fästet

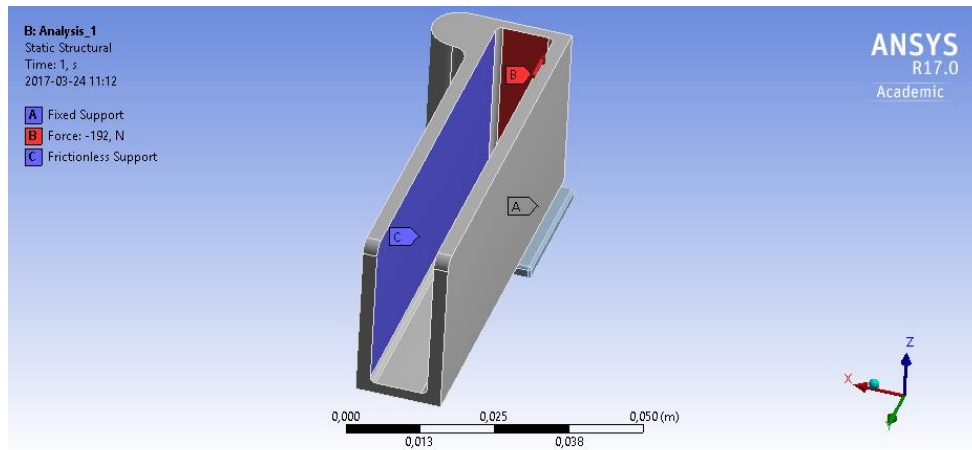
Eftersom de högsta spänningarna förväntas uppkomma i axeltappen läggs en förfining av ytan in här i meshet (“Face sizing”) på 1 mm. Denna täthet läggs även in på insidan av hållaren som har kontaktyta mot tappen. Eftersom delarna är så pass enkla och små spelar det ingen större roll för beräkningstiden att meshet är tätt.



Figur 70: Mesh-utseende på fästet

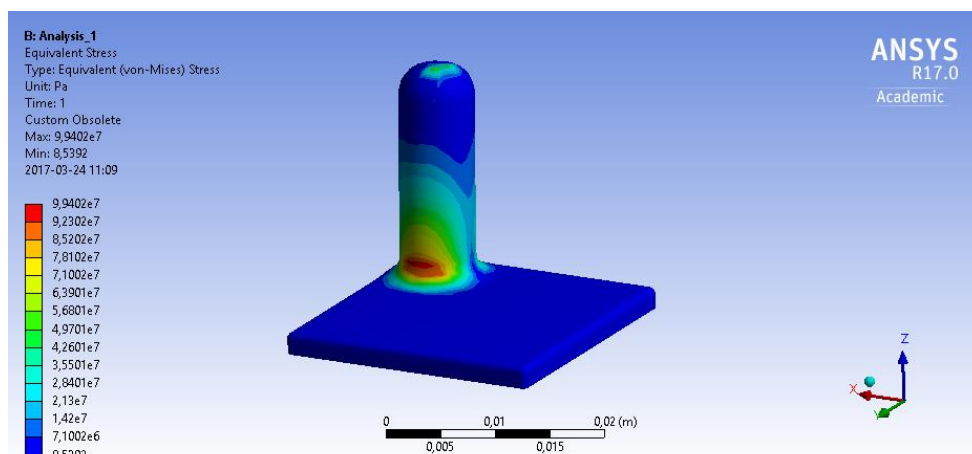
6.2.1 Motsvarande de manuella beräkningarna

Här läggs en sidokraft in på hållaren motsvarande HB på 192 N och ett friktionsfritt stöd som ska motsvara dörren. Denna analys bör ge samma resultat som de manuella beräkningarna och fungerar som en kontroll.



Figur 71: Hållarens randvillkor

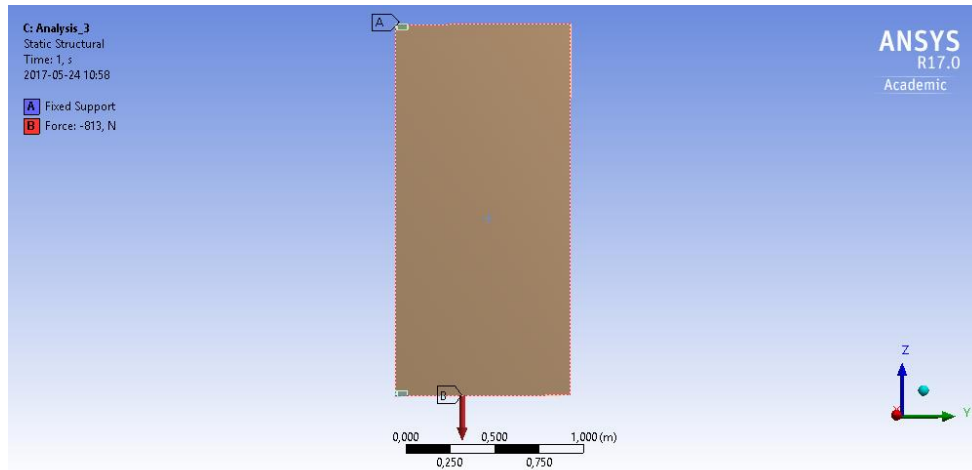
Maximal spänning i axeltappen blir 94 MPa (se figur 72), vilket är precis i linje med manuell beräkning. Spänningsfördelningen motsvarar teorin väl. Observera att spänningsbilden är likadan på den andra sidan av tappens, med skillnaden att de är tryckspänningar. Eftersom det finns ett friktionsfritt stöd på insidan av hållaren kan tappens bara böja sig runt x-axeln och därför uppkommer de maximala spänningarna där de gör.



Figur 72: Spänningsfördelning i fästet från första analysen

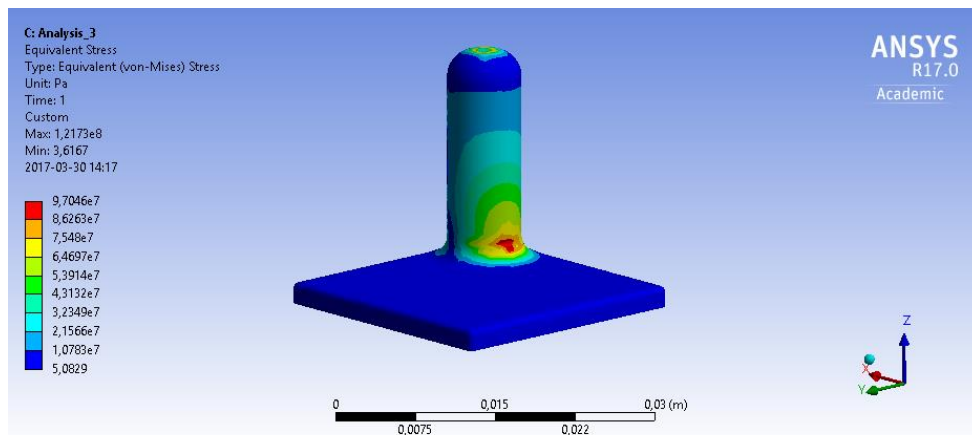
6.2.2 Skiva med vertikal last och två gångjärn

Här läggs en vertikal last på 813 N nedåt in på glasdörren, vilket motsvarar tyngdkraften från den största dörrens dubbla massa. I figur 73 syns hela systemets randvillkor. Observera att kraften B har sin resultant mitt på dörrens bredd och att det fixa stödet finns både på fästet där uppe och det där nere.



Figur 73: Dörrens randvillkor

Det övre gångjärnet är en exakt spegelbild av det nedre gångjärnet. Den här uppställningen är lik den verkliga produkten. Detta resulterar i spänningar i fästet enligt figur 74.



Figur 74: Spänningsfördelning i fästet från andra analysen

Här utsätts axeltappen på fästet för en maximal spänning (tryck) på 97 MPa. Maximum på 121 MPa är en spänning på toppen av tappens som inte beaktas. Nu har

det friktionsfria stödet på insidan av hållaren tagits bort och eftersom dörren vilar bredvid hållaren i x-led kommer tappens vilja böjas runt y-axeln.

De maximala spänningar som beräknas är tryckspänningar som är förstörade av att hållaren i dessa analyser vilar på tappens topp. Det innebär att tryckspänningar från böjningen av tappens adderas ihop med tryckspänningar från den vertikala kraften på tappens och den totala spänningen blir större. I ett senare skede görs konstruktionen om så att hållaren vilar på en bricka mot fästets bottenplatta, vilket innebär att de maximala spänningarna sjunker något. Dock kan dessa resultat användas som resultat med en inbyggd säkerhetsmarginal.

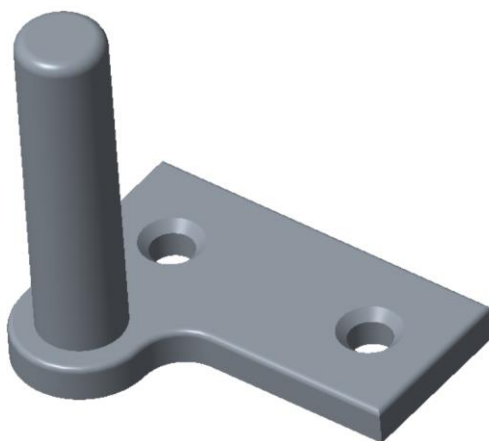
Syftet med denna enkla FEM-analys var att undersöka hur realistiskt konceptet är, om det skulle kunna fungera i praktiken. Spänningarna som erhållits (bortsett från singulariteter) är helt rimliga och bekräftas av de handgjorda beräkningarna. De kan antingen förminskas genom en mer tilltänkt konstruktion eller tas upp utan problem av ett lite starkare material. Syftet är alltså uppfyllt och resultaten är lovande.

6.3 Praktiska problem och förslag på lösningar

Under arbetets gång stöts det kontinuerligt på mindre problem som måste lösas eller åtminstone kommenteras. En fungerande prototyp är ett av projektets mål och därför måste vissa saker beaktas innan en sådan tillverkas.

6.3.1 Infästning i tråkarm

För att få så bra stabilitet som möjligt i fästet behöver dess yta vara så stor som möjligt. Detta kombinerat med att utformningen ska vara nätt och genomtänkt ger som resultat att fästets yta mot karm bör ha samma form som hållaren så att de bådas kanter följs åt när dörren är stängd. Det övre fästet för glas-glas samt fästena för övriga dörrar är tänkt att se ut ungefär som i figur 75.

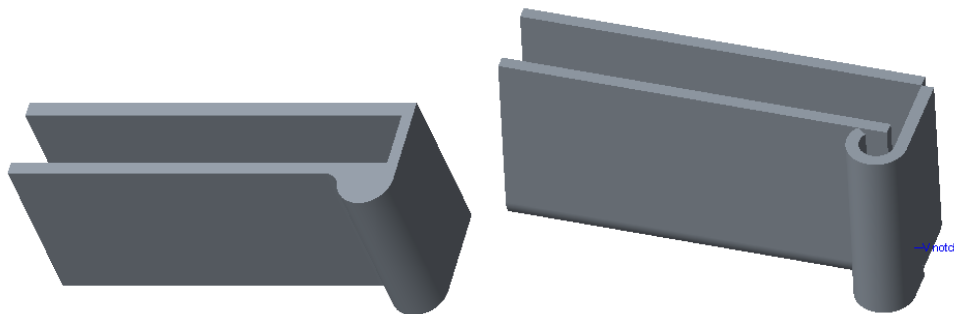


Figur 75: Fäste med samma profil som hållaren

Fästena kan antingen gjutas eller tillverkas i två delar (en rundstav och en bockad/extruderad del) som svetsas ihop. En kritisk punkt rent hållfasthetsmässigt är roten av axeltappen, varför en eventuell svets måste vara jämn och genomgående och en eventuell gjutning måste vara tät och utan luftbubblor.

6.3.2 Hållare

Hållarens utseende kan påverkas något av den tillverkningsmetod som väljs. Således kan även olika tillverkningsmetoder användas som inspiration för utseendet. Gjutning, bockning, extrudering med svetsning och fräsning är några möjliga metoder som kan ge olika principiellt utseende på hållaren.



Figur 76: Illustration av hur hållarens utseende kan påverkas av tillverkningsmetod. Gjutning (t.v.) och bockning (t.h.)

6.3.3 Tillverkningsmetod

En stor påverkande faktor för val av tillverkningsmetod är antal producerade enheter per år. Nedan visas årliga försäljningssiffror som erhållits av Tylö och motsvarande antal gångjärn som behövs. Alltså två gångjärn per dörr med den tänkta lösningen.

Årlig försäljning: Glas-glas 500 dörrar → behövs 1 000 gångjärn
 Trä-glas 5 000 dörrar → behövs 10 000 gångjärn
 Al-glas 1 200 dörrar → behövs 2 400 gångjärn

Potentiellt behövs årligen upp till 13 400 gångjärn. Viktigast är glas-glas eftersom existerande gångjärn till övriga applikationer är billiga. Således kan det antas att tillverkningsmetoden bör lämpa sig för allt mellan 1 000 till 13 400 enheter per år.

De billigaste metoderna är troligtvis extrudering eller bockning. Dessa har dock en stor nackdel i att de kräver svetsar vilket påverkar det rena utseendet. Tylö har uttryckt att svetsar inte är önskvärt. Då återstår gjutning och CNC-fräsning. Absolut bäst kvalitet erhålls av fräsning men denna metod är dyrare och ger fördelar som inte utnyttjas i applikationen. Det finns inget behov av högpresterande material eller fin ytjämnhet som kan fås i en fräs. Således bör gjutning vara en fullgod tillverkningsmetod för denna produkt. Vissa krav finns dock och metoden som föreslås är pressgjutning, som ger bra toleranser och klarar relativt avancerade geometrier utan efterbearbetning.

Idag görs Tylös egna gångjärn i gjutet aluminium vilket innebär att gjutning är en fullt möjlig metod rent ekonomiskt. Den ger också överlägsen flexibilitet jämfört med bockning och extrudering vad gäller utformning. Ett gediget och stilrent utseende väger tyngre för företaget än några sparade kronor i tillverkningen vilket är viktigt att ha i åtanke.

Verktygen till pressgjutning kan vara dyra, men om arbetet lejs ut till ett externt företag behöver endast formar för de ingående komponenterna införskaffas. Eftersom komponenterna är små bör dessa formar inte bli alltför dyra. Lämplig seriestorlek är åtminstone 1000 produkter enligt ADM Metodval AB (2017) och minst 5000 enligt en Gjuteriföreningen (2017). Eftersom formarna är små är det rimligt att anta att det blir lönsamt redan vid något mindre seriestorlekar. Om gångjärnen ska användas endast för glas mot glas blir de något dyrare per styck, men om de ska användas till alla dörrar bör det vara den bästa tillverkningsmetoden.

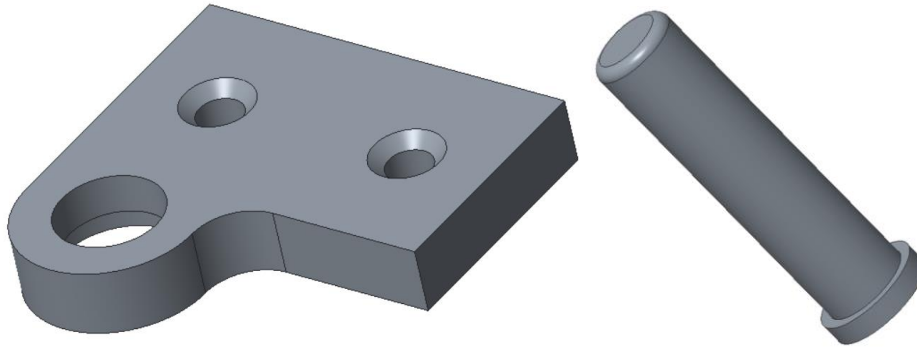
6.3.4 Tillverkningsanpassning

En enkel tillverkningsanpassning görs för att undvika eventuella kostnader och problem som kan uppstå vid tillverkning med pressgjutning. Boothroyd et al. (2002) beskriver fyra riktlinjer gällande pressgjutning:

1. Pressgjutna produkter bör vara tunnväggiga och ha uniform vägg tjocklek. Produkter med varierande vägg tjocklek riskerar att inte ha lika bra flöde av metall vid gjutningen vilket kan leda till deformationer och defekter.
2. Detaljer som sticker ut från huvuddelen av en pressgjuten produkt bör inte vara tjocka, detta för att undvika deformationer såsom sjunkmärken.
3. Produkten bör vara utformad så att gjutformarna går att dela utan behov av kärnor, eftersom kärnor ökar produktkostnaden markant.
4. Produkter som har geometrier som kräver kärnor bör vara utformade så att dessa går att avlägsna då formen öppnas. En produkt som har invändiga in- eller utbuktningar kräver dyra bearbetningar efter gjutningen eftersom det inte går att tillverka en sådan produkt endast med pressgjutning.

Hållaren har uniform vägg tjocklek över i stort sett hela geometrin, undantaget ryggen som är lite tunnare och områdena mellan hål och hållare som har lite skiftande tjocklek. Ryggen behöver vara smal för att minimera glappet mellan dörr och glas i glas-glas-applikationer. Det första kriteriet anses vara uppfyllt med de dimensioner som redan ansatts.

Fästet har en utstickande axeltapp vilket inte är optimalt enligt den andra punkten. Detta skulle kunna lösas med ett tvådelat fäste. På ett sådant fäste skulle axeltappen svetsas eller pressas på plats i den gjutna plattan. Exemplet visas i figur 77.



Figur 77: Tvådelat fäste där axeltappen fixeras med hjälp av en fläns

Då varken hållaren eller fästet har geometrier som stämmer in på punkt tre och fyra behöver dessa inte beaktas. De uppfyller kraven genom att inte ha något behov av kärnor i gjutningen.

Vidare bör släppningsvinklar beaktas inför tillverkning. Detta gäller framförallt för hållaren då fästet har mycket enkel geometri i delat utförande. För aluminium, i storleksordningen 30 mm (höjden på hållaren), bör en släppningsvinkel på ca 0,5 % ansättas (Dynacast 2017, Yoder Industries 2017). En vanlig tumregel är att invändiga väggar kräver dubbelt så stor släppningsvinkel som utvändiga väggar. Detta innebär att hålet i hållaren samt hålrummet i hållaren alla har sidor med släppningsvinkel på ca 1 % medan hållarens utsidor har en släppningsvinkel på ca 0,5 %. Släppvinklarna kan innebära att viss efterbearbetning av komponenterna krävs för full funktion.

6.3.5 Sammanfogning glasdörr-hållare

En stor utmaning med konceptet är hur glasskivan skall fästas på ett säkert sätt i hållaren. Ett sätt skulle kunna vara att limma fast hållarna i glasdörren redan i tillverkningen. En annan lösning skulle kunna vara någon form av friktionsförband mellan hållaren och glasdörren. Detta skulle kunna lösas med hjälp av skruvar som spänner fast glasdörren mellan två gummipackningar. Dessa två är de lösningar som är realistiska och som beaktas. Sammanfogningsmetoderna jämförs i en tabell mot varandra. Metoden som är bäst på respektive egenskap får ett ”+” och den andra ”0”. Metoden med flest ”+” vinner.

Tabell 8: Utvärdering av sammanfogningsmetod mellan hållare och dörr

<i>Egenskap</i>	<i>Lim</i>	<i>Skruv</i>
<i>Utseende</i>	+	0
<i>Tillverkning av komponenter</i>	+	0
<i>Hållfasthet</i>	+	0
<i>Monteringsbarhet i fabrik</i>	0	+
<i>Ledtid</i>	0	+
<i>Flexibilitet</i>	0	+
<i>Antal komponenter</i>	+	0
<i>Beprövad teknik</i>	+	0
<i>Summa</i>	5+	3+

Som synes har båda alternativen sina fördelar. Valet faller på lim, eftersom Tylö testat konventionella gångjärn med lim istället för skruvar, vilket har fungerat. Med flexibilitet avses möjligheten att montera av gångjärnens hållare från dörren. Detta är med all sannolikhet en onödig egenskap eftersom bastur ofta står där de står i många år. Tylö bekräftar att detta inte är en nödvändig egenskap.

Vidare måste hållarna göras större om skruvar ska användas eftersom materialet måste stå emot skruvens axialkraft utan att deformeras och böjas ut synbart. Hållarnas sidor behöver alltså förstärkas om de ska fungera som stöd för en skruv som trycker mot glaset vilket inte är önskvärt ur en estetisk synvinkel.

Nackdelen med det lim som idag används av Tylö är dess härdningstid på ett par dygn. Antingen måste ett lim med kortare härdningstid användas eller får den längre ledtiden vägas upp av färre bearbetningar av dörren samt en kraftigt förminskad lagerhållning då hålen elimineras.

6.3.6 Val av lim

På marknaden finns en uppsjö av olika sorters lim. Tylö använder för närvarande ett silikonlim av typ Silglaze SCS2500E. Silikon tål kyla, värme, UV-strålning, kemikalier, fukt och vatten väl. Dessutom klassas det inte som hårdplast vilket innebär att de är lätta och relativt ofarliga att arbeta med. Således behöver oftast inte arbetsplatsen anpassas för användningen av silikon (Tribotec 2017). Efter

rekommendation från Gleitmo AB undersöks även Ottoseal S 105 som också är ett silikonlim.

Produkterna visar sig vara väldigt likvärdiga enligt produktspecifikationen och därför anses det rimligt att fortsätta med användningen av Silglaze. Se bilaga C för specifikationer av respektive lim.

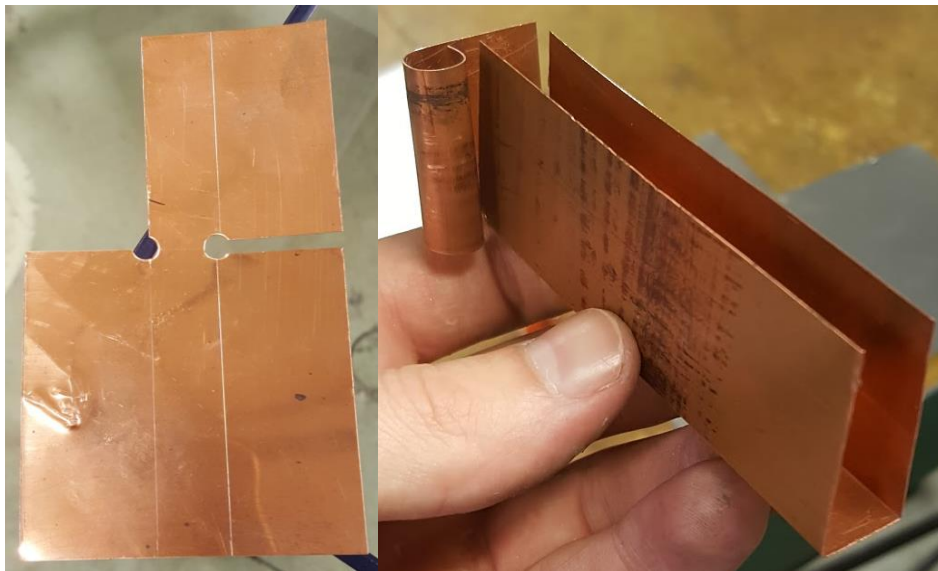
7 Prototyptestning

7.1 Första prototyperna och det första testet

Syftet med de första enkla prototyperna är främst att göra en första utvärdering av möjliga tillverkningsmetoder och ungefärlig produktstorlek samt att göra ett första enkelt funktionstest.

7.1.1 Bockning av kopparplåt

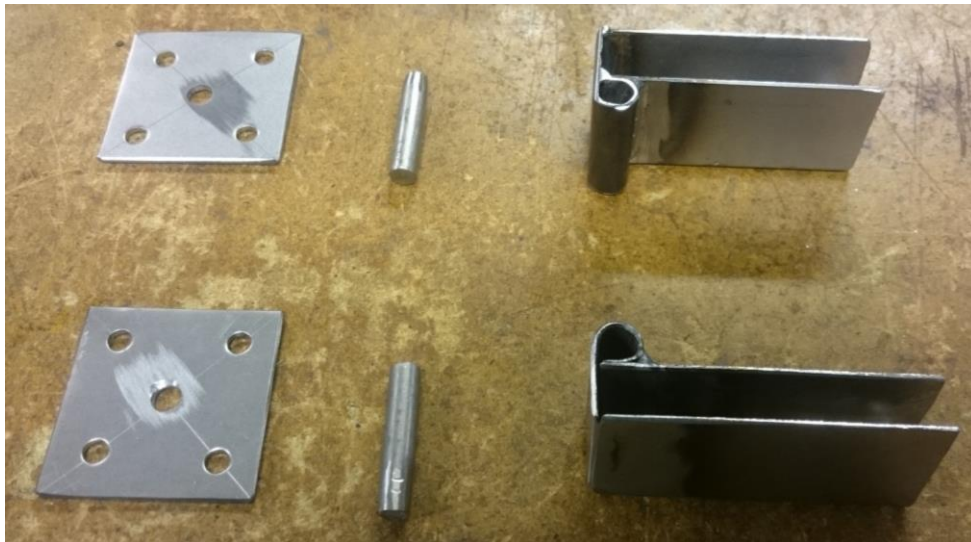
Den första prototypen är tillverkad i tunn (0,9 mm) lättbearbetad kopparplåt för att utreda möjligheterna att använda bockning i tillverkningen. Bockning är möjlig men ger oundvikliga estetiska defekter i form av svetsar.



Figur 78: Första prototyp i bockad kopparplåt

7.1.2 Bockning och svetsning av stål

Dessa hållare är tillverkade på samma sätt med bockad plåt men i stålplåt med en tjocklek på 1,5 mm. De bockade sidorna på hållarna är sammanfogade med svetsfog. Fästena är tillverkade av 2 mm stålplåt som är sammansvetsad med en rundstav i stål. Svetsfogen är applicerad på undersidan. Stavens diameter är 7,5 mm. Hålen i plåten är gjorda med stans och med borrh. Svetsfogarna är nedslipade med vinkelslip och bandslip.



Figur 79: Prototyp av stål i tre delar

En enkel testrigg användes vid prototyptesterna. Denna är konstruerad av en gammal dörrkarm uppstadad med träreglar. Som dörr användes en plywoodskiva på 8 mm, uppsågad för att passa dörrkarmen.



Figur 80: Testrigg utan monterad dörr (t.v.) och med monterad dörr (t.h.)

7.1.3 Observationer vid test 1

Dörrskivan hålls uppe endast av friktionskrafter/klämkrafter som uppkommer då dörren pressas in och kläms fast i vertikalled mellan hållarna. Dörren roterar fint och går bra att använda.

Vid påläggning av större vikt lossnar dörren ur hållarna och det undre fästet böjs. Detta på grund av liten plåttjocklek, dålig svets och att svetsen endast är gjord underifrån.

Dörren visar tendenser för knäckning. Träet är mycket mer elastiskt än en skiva i glas varför problemet inte bör vara lika stort då en glasdörr används.

Det är positivt att mekanismen fungerar och att dörren höll sig på plats utan vare sig lim eller annan sammanfogning med hållarna. I övrigt är det svårt att dra för många slutsatser eftersom prototyperna är alldeles för enkla och inexacta.

7.2 Andra prototyperna och det andra testet

De nya fästena är tillverkade av rundstav med 7,5 mm diameter och med en 3 mm tjock stålplåt. Dessa är sammanfogade med svets på både över- och undersidan för bättre hållfasthet. Hål i plåten är gjorda med stans och borrh. Svetsfogarna är nedslipade med vinkelslip och bandslip.



Figur 81: Förstärkta fästen till det andra testet

7.2.1 Observationer vid test 2

Fästena är av självklara anledningar starkare. Stabilisering av dörrskivan med hjälp av en påskruvad vertikal regel gör att den är mer robust. Knäckning förhindras på så sätt. Dessutom kilas dörren fast mot hållarna med små träbitar. Dörren har väldigt litet glapp mot karmen på alla sidor.

Belastningsmässigt klarar sig anordningen förvånansvärt bra. Dörrens egenvikt ligger på 5 kg och har en hävarm på ca 31 cm mot gångjärnen. Dessutom klarar den en adderad belastning på 15 kg med en hävarm på 50 cm, se figur 83 (t.h.). Detta motsvarar belastningen från egenvikten för en av Tylös mindre dörrar.

Det som återigen måste beaktas vid testerna är att det är enkla prototyper. Dörrskivan hålls endast uppe genom att den kilas fast i hållarna. I framtiden skall hållarna limmas eller klämmas fast ordentligt mot glasdörren och komponenterna kommer att vara rakare och grövre. Detta kommer att göra konstruktionen mycket starkare och det som testet indikerar är således att konceptet är bra.

För att vara ett snabbt och enkelt första test är resultaten bra. Det som kan konstateras är att böckning och svetsning sannolikt inte är lämpliga metoder att använda vid tillverkning av en slutgiltig produkt.



Figur 82: Testrigg med monterad dörr



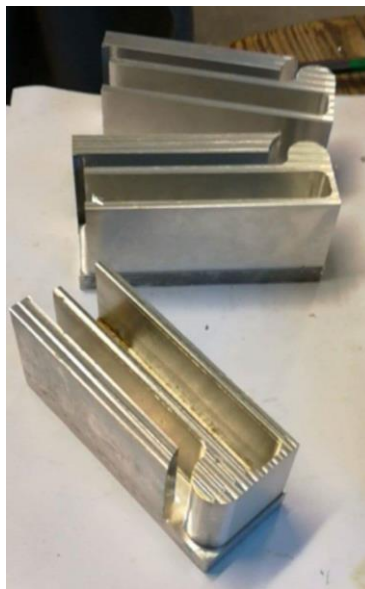
Figur 83: Monterad prototyp (t.v.) och belastningstest (t.h.)



Figur 84: Monterad prototyp med kilar för fastsättning. Hållaren viker sig utåt något (t.h.)

7.3 Tredje prototyperna och det tredje testet

De slutgiltiga prototyperna är tillverkade av Jonny Nyman i ID-A verkstaden i IKDC utifrån en CAD-ritning. Hållarna är urfrästa ur solitt aluminium med en datorstyrd fräs. Fästena är tillverkade med hjälp av vattenskärare och datorstyrd fräs. Axeltappar till fästena och nylonbrickor är tillverkade av teamet i M-husets verkstad. Dessa axeltappar är gjorda i rostfritt stål och har presspassning med fästenas hål för att sitta fast ordentligt. Ritningar på dessa prototyper finns i bilaga B.



Figur 85: Halvfärdiga hållare som frästs ut med hjälp av datorstyrd fräs



Figur 86: Svarvade nylonbrickor



Figur 87: Färdiga prototyper

Hållarna har en öppning för glaset på 12 mm. Detta är något för stort, på grund av att tillverkningsmetoden med fräs inte tillåter en mindre öppning utan att prototypens funktion skulle bli lidande. Det glas som används vid testet är 8 mm tjockt vilket innebär att någon form av distans eller packning krävs för att glaset ska kunna sitta stadigt i hållarna. Då glaset limmas fast i hållarna behövs dessutom utrymme för lim. För att lösa dessa problem klipptes passande aluminiumdistanser ut. Dessa har frästa spår på båda sidor för att kunna hålla limmet på plats.

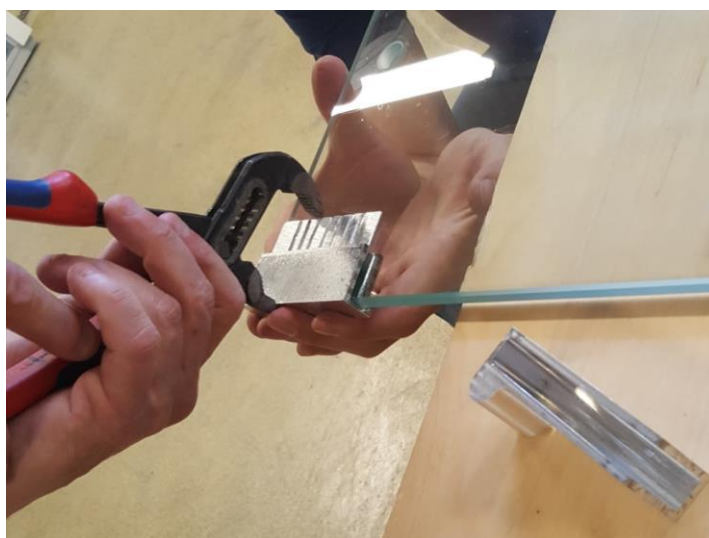


Figur 88: Aluminiumdistanser

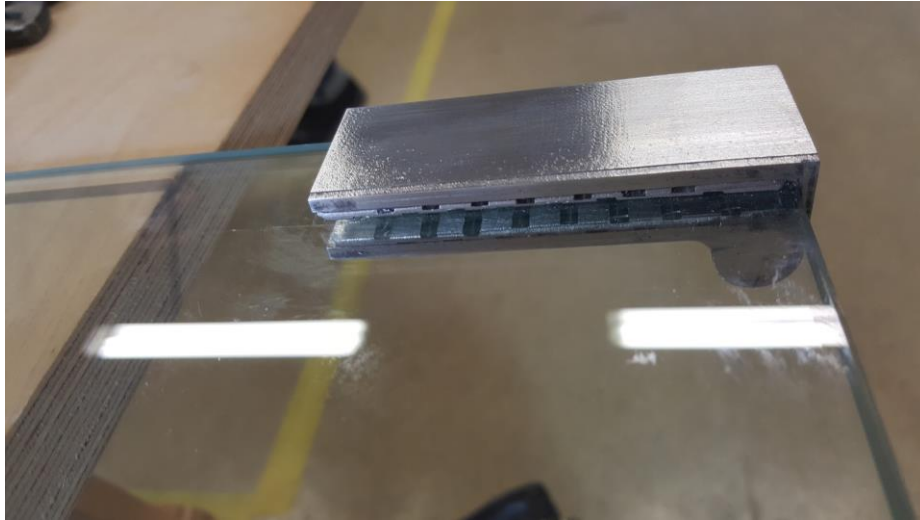
Hållarna limmas på plats på en glasdörr med aluminiumdistanserna på varsin sida om glaset. Det lim som används är samma sorts silikonlim som Tylö använder vid liknande applikationer, Silglaze SCS2500 (se bilaga C1 för specifikation).



Figur 89: Hållaren limmas

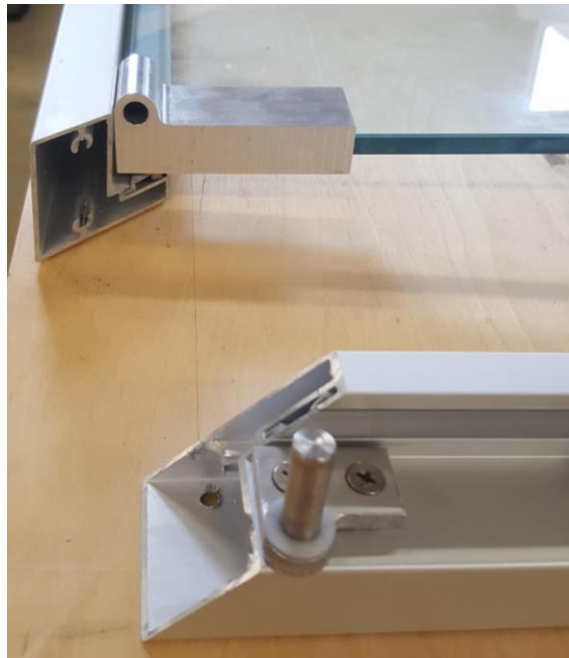


Figur 90: Distanser förs in



Figur 91: Monterad hållare med distanser

En passande aluminiumkarm från Tylös sortiment används för att montera dörren i vid testet. I denna karm monteras de båda fästena in med skruvförband.



Figur 92: Monterat fäste

Aluminiumkarmen skruvas ihop tillsammans med glaset, hållarna och fästena. Karmen monteras upp mot en vägg tillsammans med två tvärslåar för att stadga upp hela dörren.



Figur 93: Hela dörren monterad i karmen

7.3.1 Observationer vid test 3

Prototyperna fungerar bra på en dörr som till och med är större än Tylös standarddörrar. Limmet klarar att ta upp den skjuvkraft som uppstår mellan glaset och hållarna. Fästena och hållarna tål den belastning som de utsätts för.

Utseendemässigt är gångjärnen enkla, stilrena och inte klumpiga. De är små i förhållande till de nuvarande gångjärnsalternativen som finns hos Tylö.

Den slutgiltiga produkten kommer inte ha problemet med distanser då de antagligen kommer att tillverkas i rätt storlek från början. På samma sätt kommer problemet med plats för limmet att kunna lösas med räfflor på hållarens innersidor.

Någon gummipackning mellan glaset och hållaren verkar inte behövas. Det har tidigare antagits att det behövs som skydd mellan glaset och metallen, men Tylös erfarna personal menar att lim skyddar tillräckligt väl. I ett fall där metall spänns åt direkt på glas utan packningar skulle det kunna bli ett helt annat problem.

Monteringen av dörren är inte enkel. Det tar tid att limma fast hållarna och det är negativt ur ett produktionsperspektiv. Monteringen av dörren i karmen är inte heller smidig. Här måste konceptet vidareutvecklas, till exempel med en fjäderbelastad sprint i varje hållare som klickas på plats i fästena då glasdörren förs in på plats i karmen.

Ett problem som kan identifieras är en viss knäckning av glasskivan då den stängs hårt. Dörren vibrerar och böjer sig lite på mitten. Detta observerades vid de tidigare testerna, men det var svårt att förutse ifall det skulle bli ett problem även vid användning av en riktig glasdörr. Det gick emellertid att lösa enkelt, dels genom att stabilisera karmen ytterligare och dels med hjälp av en list som dämpar denna rörelse vid stängning och öppning. Knäckningen hindras inte av denna list då dörren är i öppet läge men i öppet läge anses inte detta vara ett problem då det knappt märks.

Eftersom gångjärnen ska fungera till dörrar i flera olika typer av bastorum måste infästningen där nere modifieras. Många bastorum är tröskellösa och rummen med hel glasfront har varken tröskel eller sidokarm att skruva i.

Testerna är framgångsrika och vidare utveckling av konceptet redovisas senare under diskussionen.

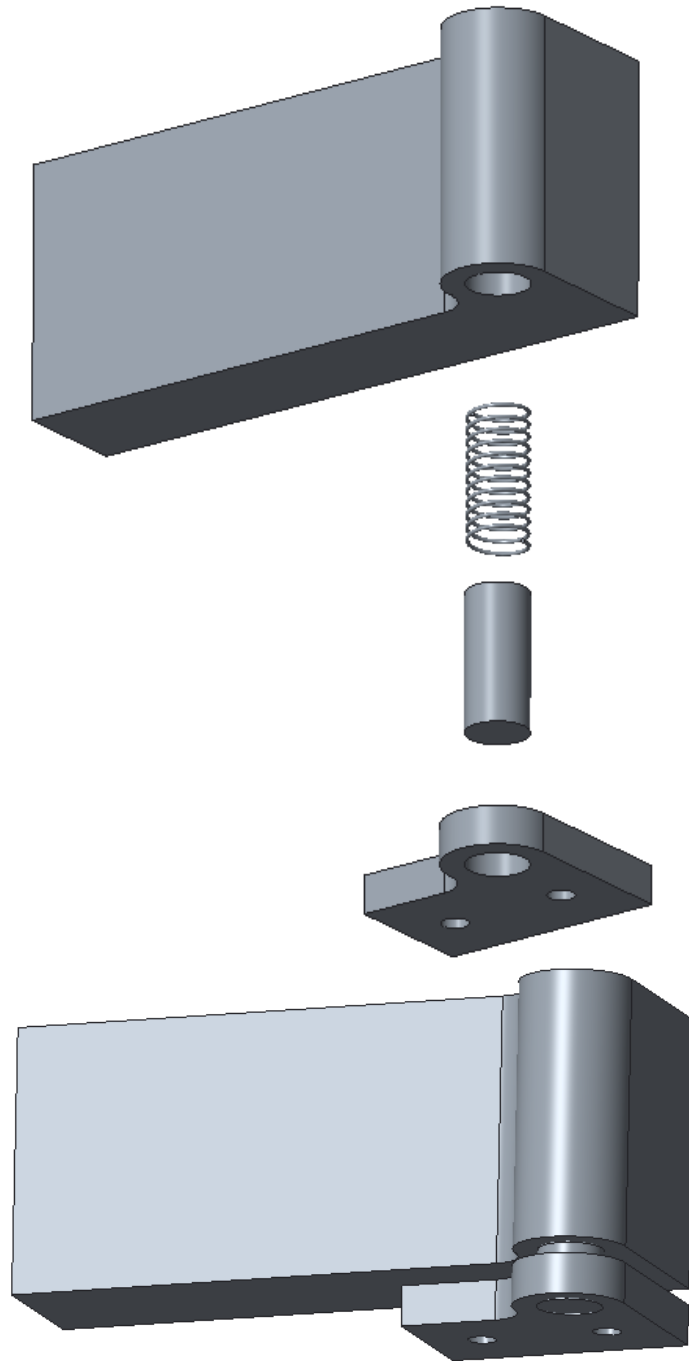
8 Vidareutveckling av prototyp

Nu finns en fullt fungerande prototyp som emellertid har vissa brister. Den är svårmonterad och den fungerar bara för basturum med tröskel. Här finns förbättringsmöjligheter som delas upp i underrubriker och presenteras.

8.1 Montering

Monteringen av de nyutvecklade gångjärnen sker annorlunda eftersom de är utformade annorlunda än dagens gångjärn. Hållarna limmas i fabrik och således återstår bara steget att sätta fast fästena i karmen, och att få dörren på plats. Fästena ska vara utformade så att de bara passar på rätt ställe. Steg ett är att sätta fästena i hållarna. Steg två är att hålla dörren på rätt ställe och steg tre är att skruva fast eller klicka i fästena.

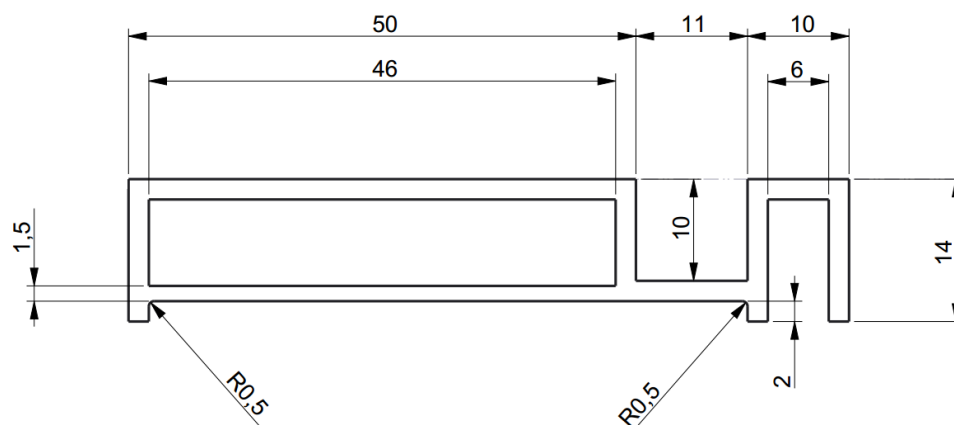
För att underlätta monteringen kan en fjäderbelastad, lös axeltapp användas. Detta gör att fästena enkelt kan monteras på rätt plats och därefter kan dörren klickas i snabbt och enkelt. Vad gäller hållfastheten ska det inte vara något problem att tapparna sitter lös i både fäste och hållare, alltså ofixerad i vertikalled. Den utsätts inte för vertikala laster utan endast sidolaster och då den är fixerad i sidled kommer den att hålla lika bra som en fast tapp. Med denna lösning räcker det att grovt passa in dörren för att sedan leta upp hålet och helt fixera dörren på rätt plats med ett distinkt klickljud.



Figur 94: Förenklad montering med fjäderbelastad, lös axeltapp

8.2 Infästning glas-glas

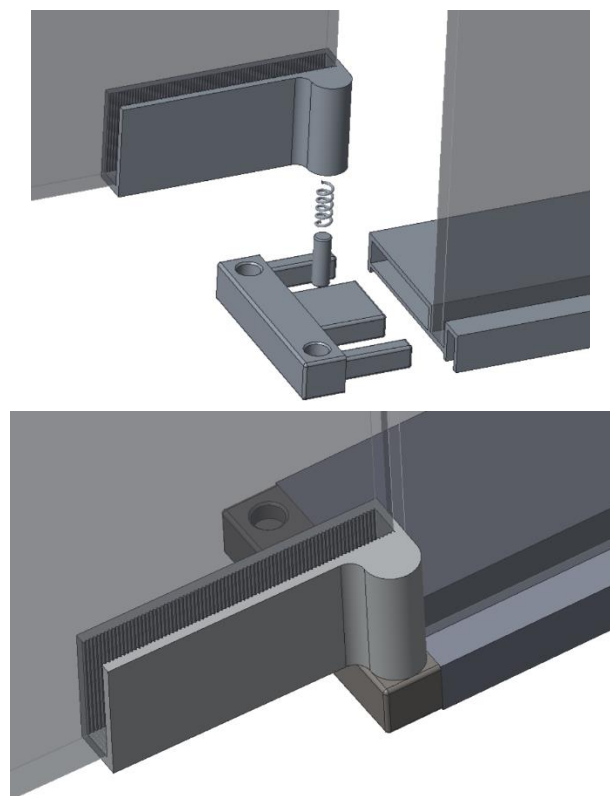
En viktig del i vidareutvecklingen är infästningen i glas-glas-utförandet där fästet inte kan skruvas fast likt i en tråkarm. Det uppdagades att en aluminiumlist fixerar glaspartierna bredvid dörren och att denna list har ett tvärsnitt som med fördel kan användas som fäste för gångjärnet. Överskådlig ritning på tvärsnittet visas i figur 95.



Ej måttsett gods är 2 mm tjockt.
Generella toleranser enl. EN 755-9

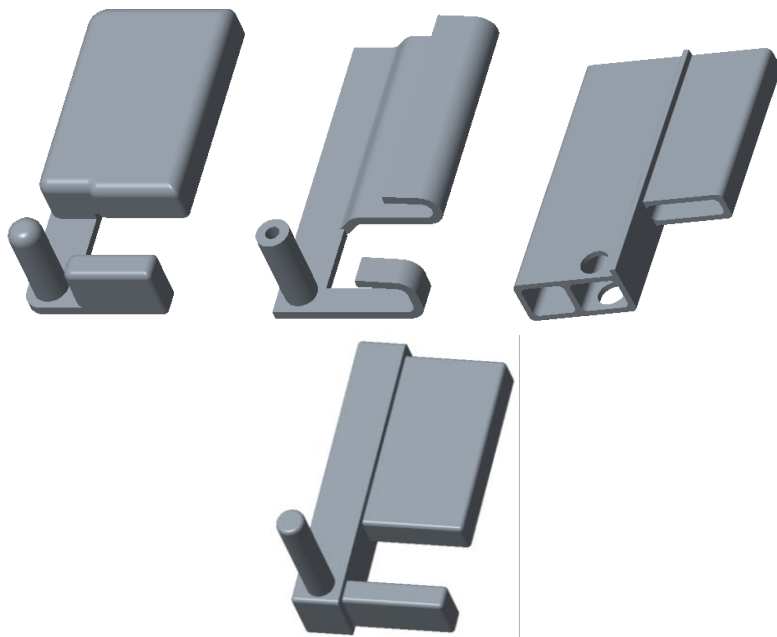
Figur 95: Golvlistens tvärsnitt

I figur 96 finns en tydligare illustration av hur fästet passas in i golvlisten. Fästet är utformat så att det kan användas både för höger- och vänsterhängda dörrar.



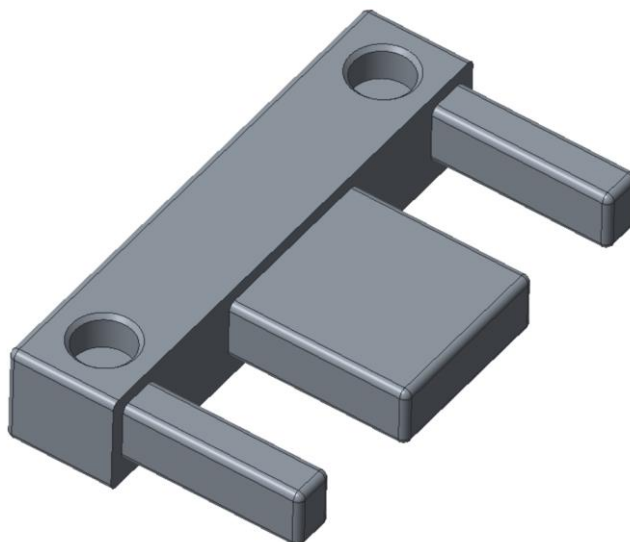
Figur 96: Inpassning av fäste i golvlist

Tanken är att skapa ett fäste som utan skruv eller dylikt kan föras in i listen och fixeras där. Idé nummer ett är en enkel klump som passar i listen och en gjuten hållare. De två efterföljande idéerna är en bockad och en extruderad profil som får egna annorlunda utseenden. Den fjärde bilden visar hur ett gjutet utförande skulle kunna se ut.



Figur 97: Idéer till utformning av fäste som passar i golvlisten

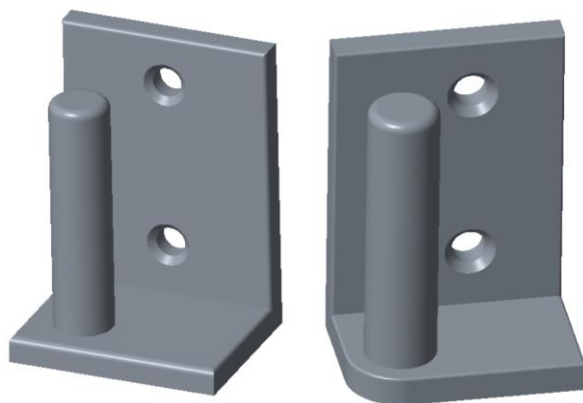
Den sista bilden visar ett vändbart fäste som fungerar lika bra till en dörr som öppnas åt höger som åt vänster. Dessutom har den hålurtag för att kunna passa samman med iden om fjäderbelastade axeltappar. De dubbla hålen möjliggör vändbarhet och hålet som inte används kan enkelt täckas med en kork som förhindrar smutsansamlingar.



Figur 98: Vändbart fäste som passar i golvlisten

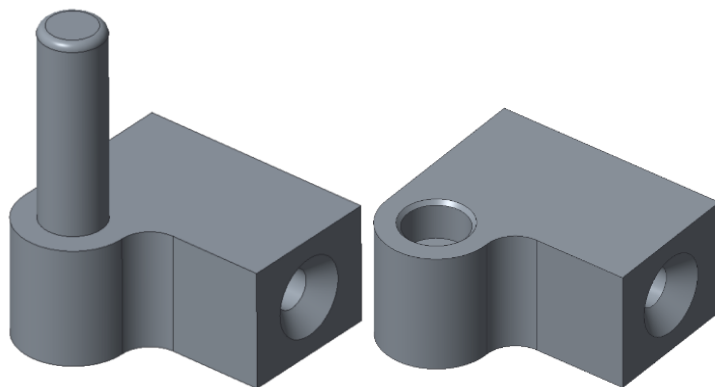
8.3 Infästning trä/aluminium

Det undre fästet för en trä- eller aluminiumkarm utan tröskel kan se ut ungefär som i figur 99. Detta fäste vilar på golvet med någon typ av packning eller dämpning för att skydda golvet. Fästet skruvas fast i dörrkarmen genom de hål som finns i fästets vertikala del. Problemet med denna lösning är att luftspalten mellan glasdörren och karmen blir större.



Figur 99: Idéer på fästen som kan fästas i sidan av en karm

Detta kan lösas genom att tillverka fästet som i den tredje bilden, där designen är likadan som i prototypen, förutom att grundblocket har höjts upp och skruven sätts horisontellt. Visserligen blir golvspalten något större, men den ska finnas där för att ta in luft i bastun. Genom att koppla samman detta med idén om fjäderbelastade axeltappar kan fästet göras helt vändbart, se figur 100 (t.h.).



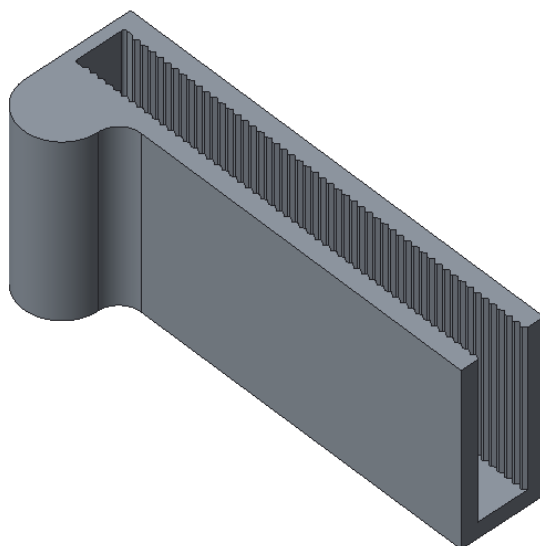
Figur 100: Fäste som sätts på insidan av karmen och som inte påverkar spalten mellan dörr och karm. Vändbart fäste för lös axeltapp (t.h.)

8.4 Packningar/räfflad yta

Det har genomgående förutsatts att packningar behövs mellan aluminiumhållaren och glasdörren. Av två anledningar görs här en ändring i form av att ta bort packningarna.

Den första är att limmets verkan försämras om det krävs lim på två sidor av varje packning. Den ökade mängden lim som behövs tillsammans med packningen gör att gångjärnet skulle innehålla en ganska stor bit av elastiskt, svagt material. Detta leder till svagare och mindre robusta gångjärn.

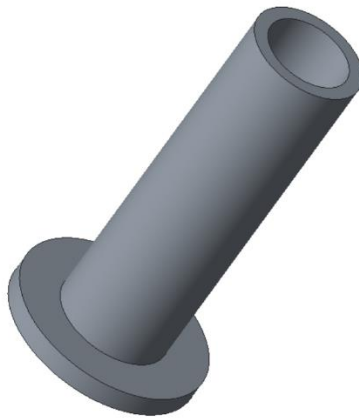
Den andra anledningen är att gummipackningen inte behövs för att skydda glaset. Dörrglaset är fasade vilket ger utrymme för lim som kan skydda glaset. För att få in en lagom mängd lim och samtidigt få en klämmande kraft från hållaren mot glaset kan insidan av hållaren räfflas så att det finns plats för lim i spåren. När dörren pressas i hållaren erhålls en klämmande kraft mot glaset på topparna mellan spåren som ger ytterligare stadga. När dörren trycks in i hållaren drar den med sig lim i räfflorna och hela ytan täcks av lim.



Figur 101: Hållare med räfflad insida

8.5 Brickor/hylsa

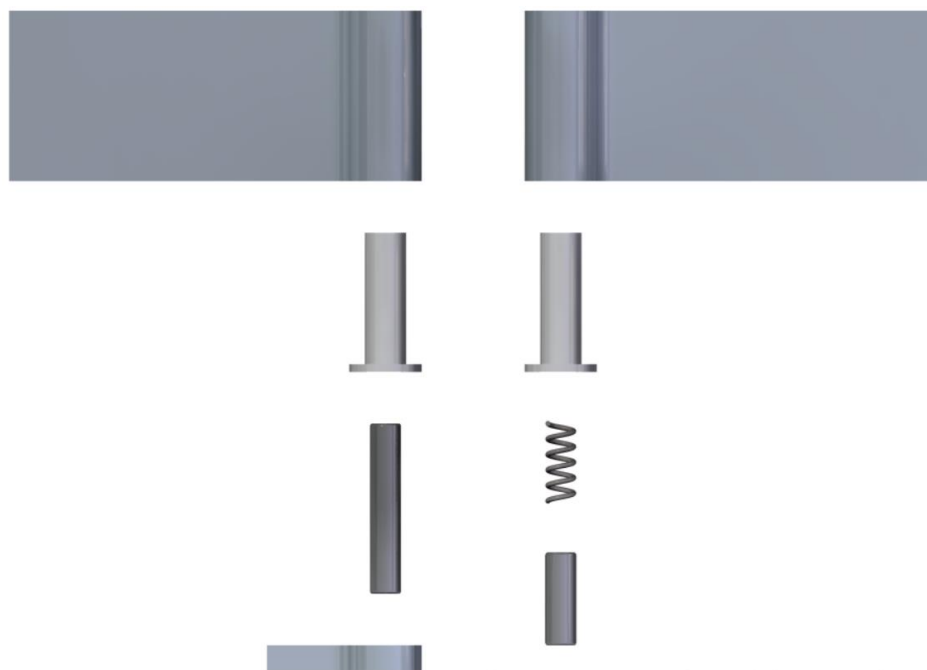
En mycket viktig sak att betänka när det kommer till rörliga delar är att i största möjliga mån förhindra att metall ligger mot metall. I gångjärnet skulle materialet successivt ätas upp och passformen skulle försämras lite för varje dörröppning om gångjärnets metalldelar skulle glida mot varandra. Där behövs således glidlager mellan delarna. Mellan fäste och hållare bör en slitstark, hattformad polymerhylsa läggas in som skydd.



Figur 102: Skyddshylsa/glidlager som sätts mellan axeltapp och hållare

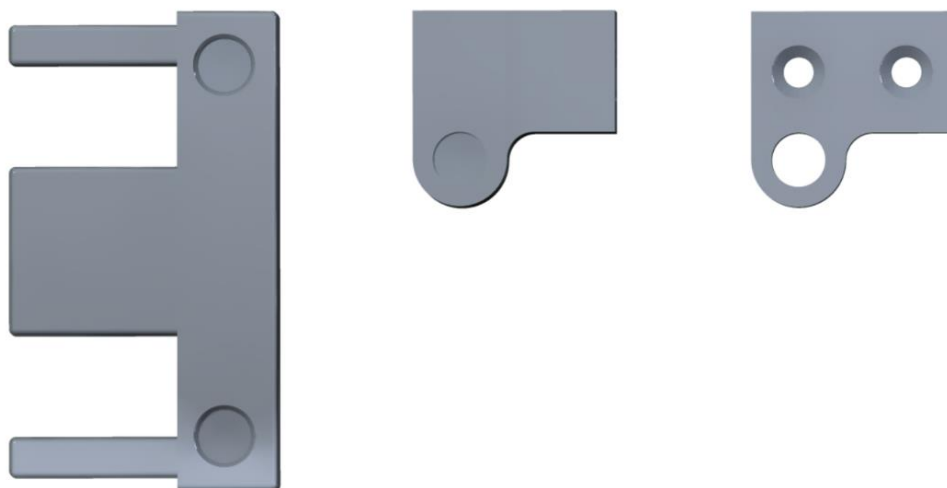
8.6 Modularitet

För att kunna använda gångjärnet till dörrar i alla typer av basturum krävs att gångjärnet är modulärt. Genom att endast behöva byta ut fästet beroende på basturum begränsas antalet ingående delar. Komponenterna i figur 103 kommer att ingå vid monteringen av alla dörrar.



Figur 103: Gemensamma komponenter för alla typer av basturum

Beroende på vilket basturum som dörren ska monteras i kommer den sista komponenten hos gångjärnet att väljas bland de tre i figur 104.



Figur 104: Ett av dessa tre fästen läggs till de gemensamma komponenterna för att passa till basturummet där gångjärnen ska användas

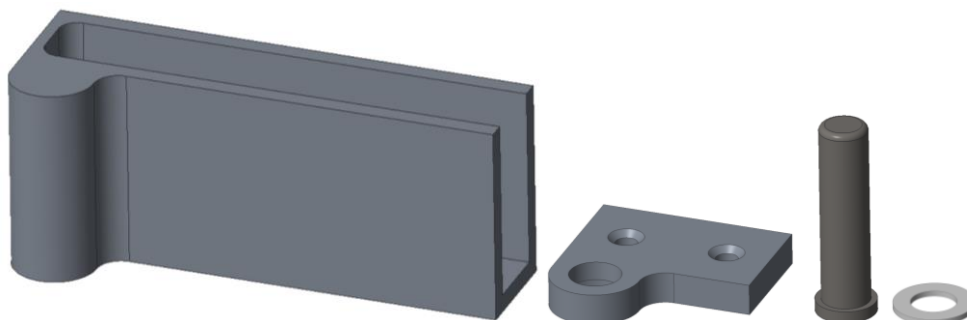
Den vänstra används för glas mot glas, den mittersta för tröskellösa trä- eller aluminiumramar och den högra för basturum med tröskel.

9 Resultat

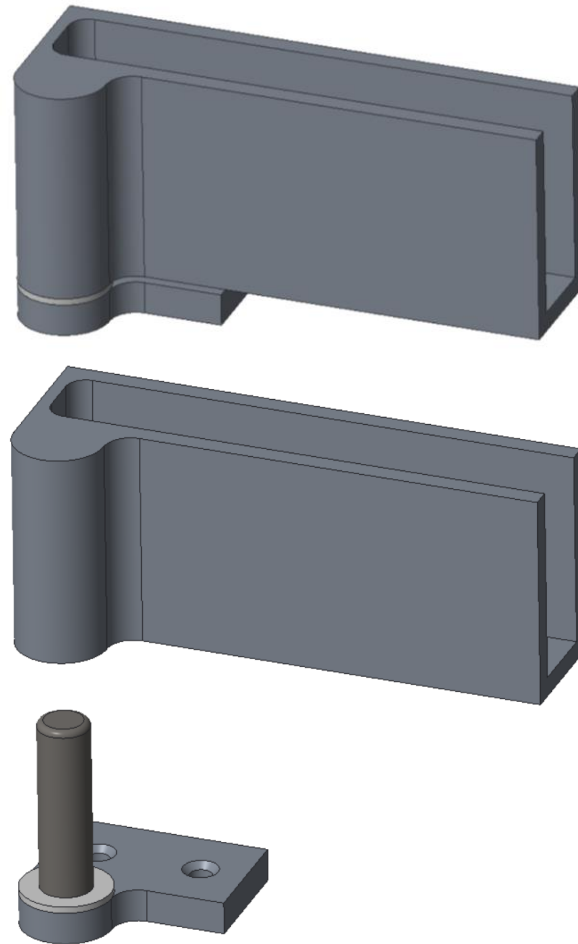
Resultatet som presenteras är dels en fungerande prototyp och dels en vidareutvecklad konstruktion som inte har hunnit tillverkas.

9.1 Fungerande prototyp

I figur 105 och 106 visas CAD-skisser på den prototyp som användes vid det senaste prototyptestet. Bilderna visar de ingående delarna och hur ett sammansatt gångjärn ser ut. Till en dörr behövs två sådana gångjärn där det ena är en spegelvänd kopia av det andra.



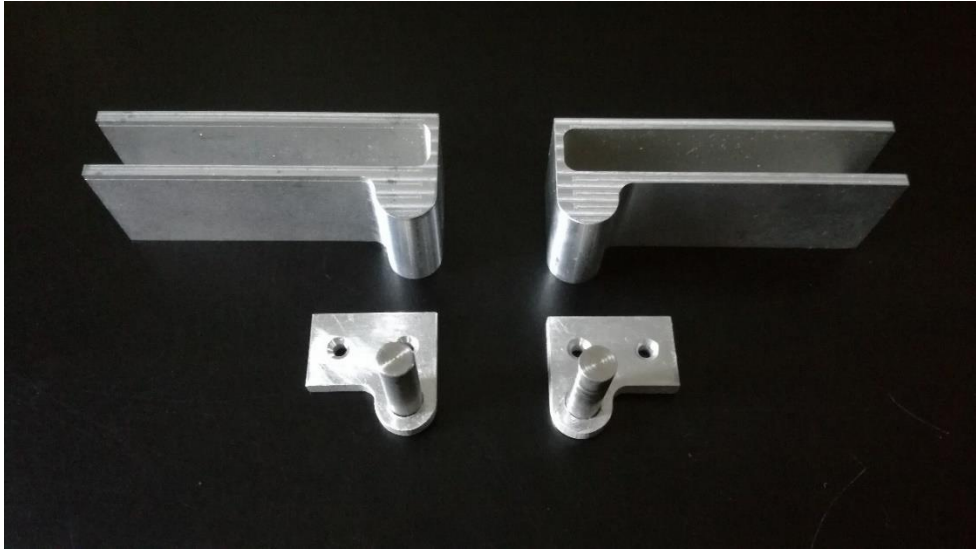
Figur 105: Den färdiga prototypens ingående delar



Figur 106: Färdig prototyp

En hållare limmas fast i glaset och på så vis håller den glaset och förhindrar det från att förflytta sig. Axeltappen är utformad med en presspassning till fästet och med en glidpassning mot hålet i hållaren. Fästet skruvas fast för att förhindra hållaren från att röra sig på annat sätt än roterande. En nylonbricka används för att inte hållarens och fästets plana ytor ska glida mot varandra.

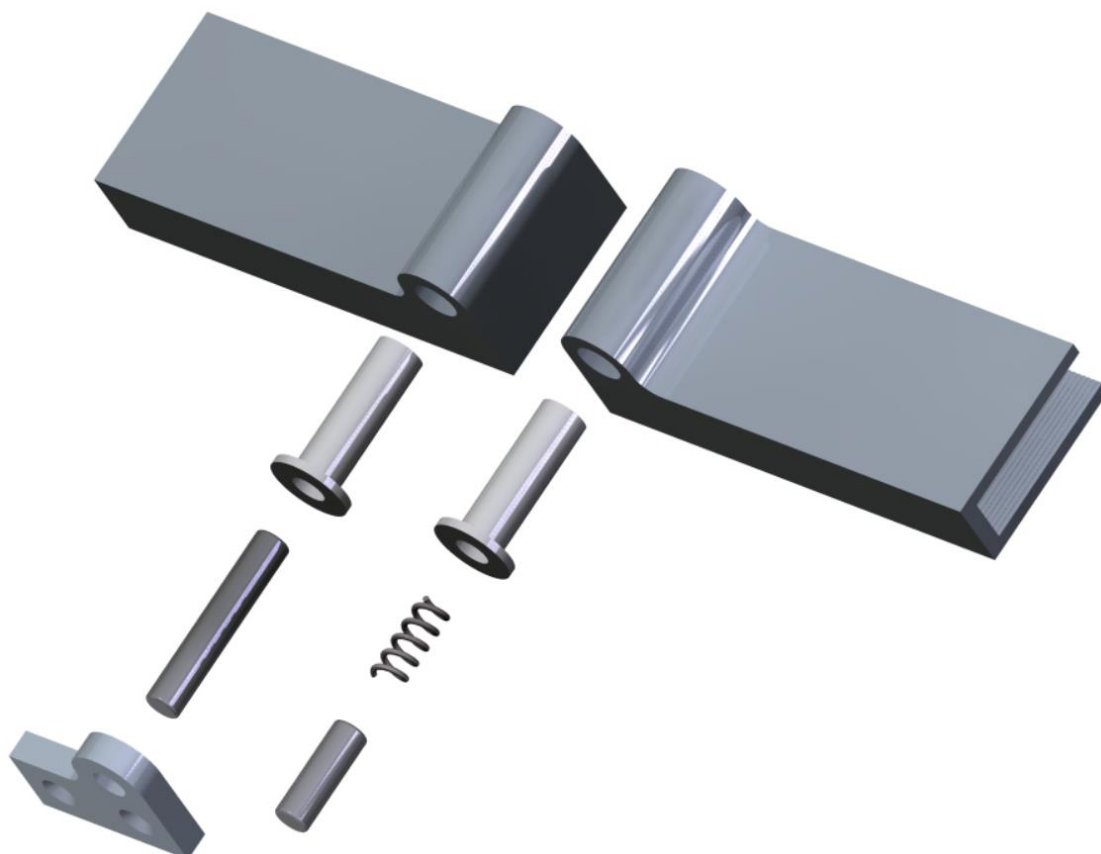
I figur 107 visas den tillverkade prototypen.



Figur 107: Funggerande prototyp

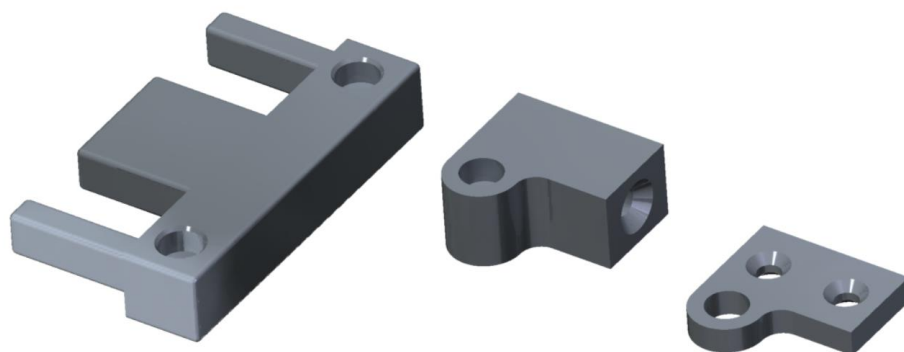
9.2 Vidareutvecklad konstruktion

Den vidareutvecklade konstruktionen har funktioner som inte finns i prototypen. Den har lösa axeltappar, varav en är fjäderbelastad, vilket underlättar monteringen. Den har skyddshylsor mellan axeltapp och hållarens insida som fungerar som glidlager och förhindrar att metallerna sliter på varandra, se figur 108.



Figur 108: Gemensamma delar för alla typer av basturum

Dessutom har denna lösning tre olika fästen, av vilka ett väljs ut för att passa i det basturum där dörren ska monteras, se figur 109.



Figur 109: Tre olika fästen, ett för varje typ av basturum

10 Diskussion och slutsats

10.1 Förbättringsmöjligheter

Vid fortsatt utveckling av gångjärnet finns många viktiga aspekter att beakta.

Den första är att undersöka om och i så fall hur dörren ska dämpas vid stängning. Detta skulle kunna vara viktigt både för lyxkänslan och av säkerhetsskäl. Då dörren sitter i en karm kan det användas magnetlister som både dämpar dörren vid stängning och som håller dörren stängd. Detta med hjälp av metallskenor som sätts fast på glasskivans kanter. Sådana magnetlister och metallskenor används idag av Tylö på flera modeller av deras bastudörrar. Lösningen testades vid prototyptestet och fungerar bra. Samma lösning blir svårare att applicera på en bastudörr som installeras i en bastu med glasfront. Där finns ingen vertikal karm att montera en sådan magnetlist på och därför måste dämpningen av dörren lösas på något annat sätt. Det som skulle kunna testas här är en liknande lösning men med magnetlisten längs dörrens horisontella överkant. Denna del av dörren kan då vid stängning landa mot en list som är monterad i taket av bastun, ovanför dörren. Detta behöver undersökas och testas vidare för att utröna vilken lösning som fungerar bäst till de olika basturummen.

En annan aspekt som måste beaktas är designen och utformningen av gångjärnet. Den utformning som fäste och hållare har i nuläget är inte vald av estetiska skäl utan med målet att gångjärnet ska bli så litet och diskret som möjligt. Vid en fortsatt utveckling bör industridesigner utforma gångjärnet i linje med det formspråk som Tylö har på sina andra produkter, för att få en unison produktstil.

Tillverkningsanpassning är ett annat område som är viktig i vidareutvecklingen av produkten. Om pressgjutning är den rätta tillverkningsmetoden bör släppningsvinklar beaktas då dessa kan förändra gångjärnets funktion. Dessutom kan efterbearbetning krävas i tillverkningen och den är viktig att ta hänsyn till, både ur kostnads- och funktionsperspektiv.

Tillverkning och montering i fabrik är ett annat område som måste ses över i vidareutvecklingen. Monteringen av hållarna på glasskivorna måste gå att utföra både exakt och enkelt för att gångjärnet skall kunna tillverkas.

Ett test med den vidareutvecklade prototypen skulle behöva utföras då gångjärnet utvecklas vidare. Test i Tylös testrigg med höga belastningar av temperatur, fukt,

salt, och vikt skulle behövas samt ett längre cykliskt test med många tusen öppningar och stängningar av dörren. Vidare bör det bekräftas att monteringen av dörr i karm blir så enkel som förutspås. Dörren måste möta alla de krav som ställs på de nuvarande bastudörrarna för att vara möjlig att gå vidare med.

En sista aspekt som måste tas med i beräkningarna är kostnader. För att gå vidare med utveckling och i framtiden tillverkning av en ny produkt behövs kostnadsanalyser för att se hur produkten står sig mot nuvarande alternativ. De nuvarande gångjärnen är helt olika när det gäller kostnader. För basturum med hel glasfront är gångjärnen oerhört dyra medan övriga är väldigt billiga. Frågan är ifall det skulle löna sig att byta ut alla gångjärn med en motivering om att minska det totala antalet komponenter som finns, eller ifall endast gångjärnen till glasrummen ska bytas ut.

Med tanke på den enkla utformningen på gångjärnet som presenteras i rapporten kommer den rena produktkostnaden sannolikt att ligga i linje med eller något över kostnaden för Tylös gångjärn för trä mot glas. Den stora skillnaden här finns i att Tylös gångjärn kräver hål i dörren som kostar mer än själva gångjärnet. Med en hålfri lösning kan dels kostnaderna för hålen tas bort och dels kan antalet glasdörrar med olika hålbilder minska i lagret.

10.2 Slutsats

Produkten som tagits fram fungerar och har lovordats av flera högt anställda på Tylö och förhoppningen är att den kommer att vidareutvecklas efter givna rekommendationer till en kommersiellt hållbar produkt.

Referenser

ADM Metodval AB. 2017. *Pressgjutning*. <http://adm.se/pressgjutning> (Hämtad 2017-03-24)

Aqualine Saunas. 2016. *New Acid Proof Hinges* [Fotografi]. <https://www.aqualinesaunas.co.uk/blog/?p=155> (Hämtad 2017-01-30)

Bai, B. 2008. *Gångjärn för en glasdörr*. SE2055878 T3. http://was.prv.se/spd/patent?p1=wjQRR48vWkx4AYPWbIIRw&p2=QNyzVnV_hY&hits=true&tab=1&content=g%E5ngj%E4rn+glasd%F6rr&lang=sv&hitsstart=0&start=1 (Hämtad 2017-03-20)

Bebek Vuksic, Z. 1987. *Förbättrat fjädergångjärn med dämpare*. SE251972 T3. http://was.prv.se/spd/patent?p1=84K_B5iqvv_hn_6x9kySCg&p2=qJ5XQ1wFZsc&hits=true&tab=1&content=fj%E4derg%E5ngj%E4rn&lang=sv&hitsstart=0&start=0 (Hämtad 2017-03-20)

Blöbaum, E U. (1997). *Klämbeslag för fastsättning av glasskivor*. SE849430 T3. <http://was.prv.se/spd/patent?p1=bGvqd7uWY0Vx4AYPWbIIRw&p2=wuYEU7CZegA&hits=true&tab=1&content=f%E4ste+glasd%F6rr&lang=sv&hitsstart=0&start=4> (Hämtad 2017-03-20)

Boothroyd, G., Dewhurst, P. och Knight, W. 2002. *Product Design for Manufacture and Assembly : Revised and Expanded*. 2. uppl. New York: Marcel Dekker, Inc.

Dynacast. 2017. *Draft Requirements*. <https://www.dynacast.com/draft-requirements> (Hämtad 2017-03-30)

Eppinger, Steven och Ulrich, Karl. 2014. *Produktutveckling : konstruktion och design*. 1. uppl. Studentlitteratur.

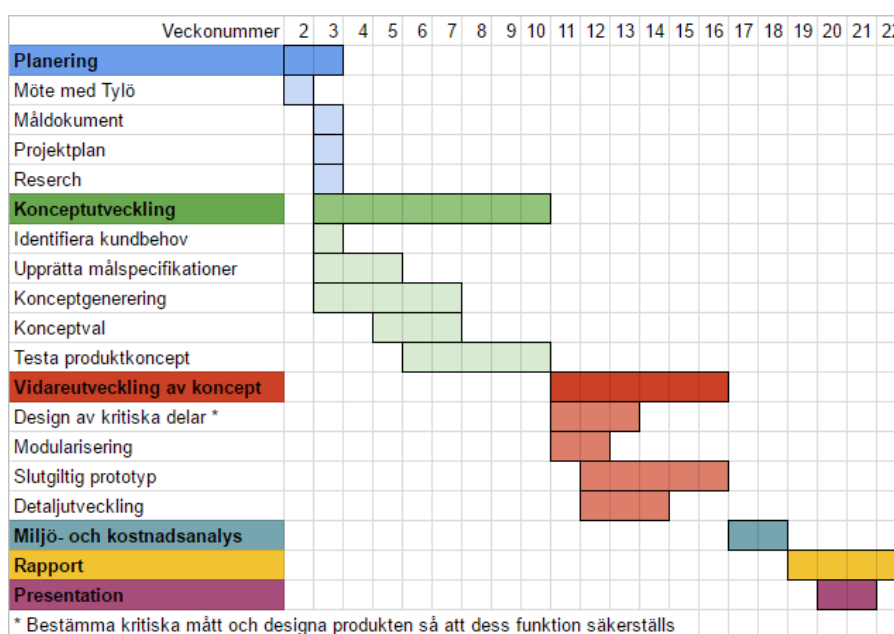
Fellman, B. 2004. *Anordning vid ett gångjärn*. SE529220 C2. <http://was.prv.se/spd/patent?p1=5l-B7ifKNG57eM42P9NdVA&p2=0Dm1qgpYNag&hits=true&tab=1&content=g%E5ngj%E4rn+glasd%F6rr&lang=sv&hitsstart=0&start=4> (Hämtad 2017-03-20)

- Gjuteriföreningen. 2017. *10. Pressgjutning*.
<http://www.gjuterihandboken.se/handboken/10-pressgjutning> (Hämtad 2017-03-24)
- Helo. 2017. *Replacement Door Hinges - for all glass doors* [Fotografi].
<http://www.helo.co.uk/s3/?p=eucalyptus-mint-essence-1001364> (Hämtad 2017-01-30)
- Hörberg, A. och Svensson, R. 1989. *Gångjärn för en dörr eller lucka företrädesvis till ett motorfordon*. SE464202 B.
<http://was.prv.se/spd/patent?p1=OMnPn8kyLhl7eM42P9NdVA&p2=GM9GKev-3Xk&hits=true&tab=1&content=g%E5ngj%E4rn+glas&lang=sv&hitsstart=0&start=6>
(Hämtad 2017-03-20)
- IKEA AB. 2013. *Nornäs Väggitrinskåp* [Illustration].
http://www.ikea.com/se/sv/assembly_instructions/nornas-vaeggitrinskap_AA-1080648-5_pub.pdf (Hämtad 2017-01-30)
- IKEA AB. 2002. *Detolf Vittrinskåp* [Illustration].
http://www.ikea.com/se/sv/assembly_instructions/detolf-vitrinskap_AA-26780-14_pub.pdf (Hämtad 2017-01-30)
- INR Sverige AB. 2016a. *EPIC Modell 2* [Illustration].
<http://www.inr.se/produkter/duschvagggar-duschkabiner/epic-modell-2> (Hämtad 2017-01-30)
- INR Sverige AB. 2016b. *Vårt patenterade lyftgångjärn* [Illustration].
<http://www.inr.se/produkter/alternativ-tillval/patenterat-lyftgangjarn/> (Hämtad 2017-01-30)
- Karhu, N. 1998. *Svängbar inglasning för balkong*. SE390831 T3.
<http://was.prv.se/spd/patent?p1=ljzzdDflXAnqw6j8qa1SEQ&p2=e-DF-Xgzc8Y&hits=true&range=10&tab=1&content=g%E5ngj%E4rn+glasruta&lang=sv&hitsstart=100&start=103> (Hämtad 2017-03-20)
- Kunert, H. 1989. *Sammanfogning genom limning av en metalldel och en glasruta*. SE368728 T3.
http://was.prv.se/spd/patent?p1=3M7OquMKzXwV9CoTk8ug2Q&p2=xj_0bnKxBYQ&hits=true&tab=1&content=g%E5ngj%E4rn+glasruta&lang=sv&hitsstart=0&start=5
(Hämtad 2017-03-20)
- Mithras Glass Hardware Factory. 2017a. *Double Glass Door Hinge* [Illustration].
http://www.mithrashardware.com/products_detail/productId=89.html (Hämtad 2017-01-30)

- Mithras Glass Hardware Factory. 2017b. Z-3712 [Fotografi].
http://www.mithrashardware.com/products_detail/productId=685.html (Hämtad 2017-01-30)
- Roca Industry AB. 2017. *Duschgångjärn glas-glas* [Illustration].
<http://www.roca.se/marin/Product/Duschgangjarn-glas-glas-%7C-RG-987/201/Full%7C1239/> (Hämtad 2017-01-30)
- SaunaShop. 2017. *Glass Door Hinge, Sawo type Round* [Fotografi].
<http://www.saunashop.co.uk/product-range/details/glass-door-hinge-sawo-type-round/352/>
(Hämtad 2017-01-30)
- Tribotec AB. 2017. *Silikon har många fördelar*. <http://www.tribotec.se/silikon/varfor-silikon/> (Hämtad 2017-03-30)
- Tylö AB. 2017a. *Alu Line*. <https://www.tylo.se/bastudorr-alu-line.html> (Hämtad 2017-05-29)
- Tylö AB. 2017b. *Impression*. <https://www.tylo.se/produkter/bastu/basturum/impression-category.html> (Hämtad 2017-05-29)
- Tylö AB. 2017c. *Sensation*. <https://www.tylo.se/relaxology-sensation> (Hämtad 2017-05-29)
- Yoder Industries. 2017. *Product Standards for Aluminum Die Casting*.
<https://www.yoderindustries.com/images/aluminum-die-casting-draft-angles-guide.pdf>
(Hämtad 2017-03-30)

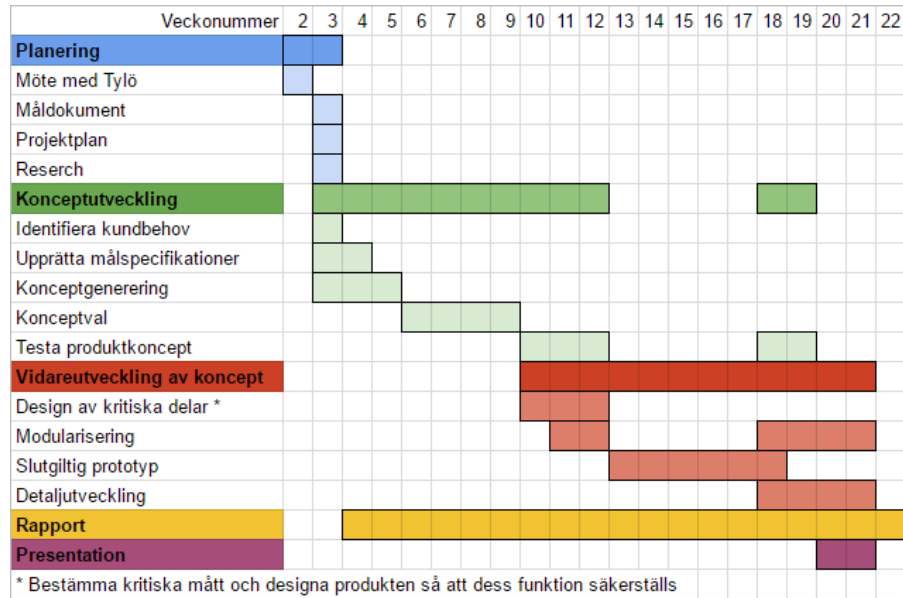
Bilaga A – Tidsplan och kommentarer

A.1 Ursprunglig tidsplan



Figur D.1: Ursprunglig tidsplan

A.2 Faktiskt utfall av tidsutnyttjandet



Figur D.2: Faktiskt utfall av tidsutnyttjandet

A.3 Arbetsfördelning

Tabell D.3: Arbetsfördelning mellan gruppens medlemmar

<i>Moment</i>	<i>Olof Martinsson (timmar)</i>	<i>Bertil Claesson (timmar)</i>
Planering		
<i>Möte med Tylö</i>	8	8
<i>Måldokument</i>	16	16
<i>Projektplan</i>	48	48
<i>Research</i>	16	16
Konceptutveckling		
<i>Identifiera kundbehov</i>	32	32
<i>Upprätta målspecifikationer</i>	16	16
<i>Konceptgenerering</i>	64	96
<i>Konceptval</i>	40	40
<i>Testa produktkoncept</i>	56	56
Vidareutveckling av koncept		
<i>Design av kritiska delar</i>	80	56
<i>Modularisering</i>	48	56
<i>Slutgiltig prototyp</i>	40	40
<i>Detaljutveckling</i>	56	40
<i>Miljö- och kostnadsanalys</i>	56	56
Rapport	104	104
Presentation	40	40
Övrigt	40	40
Summa	760	760

A.4 Kommentarer

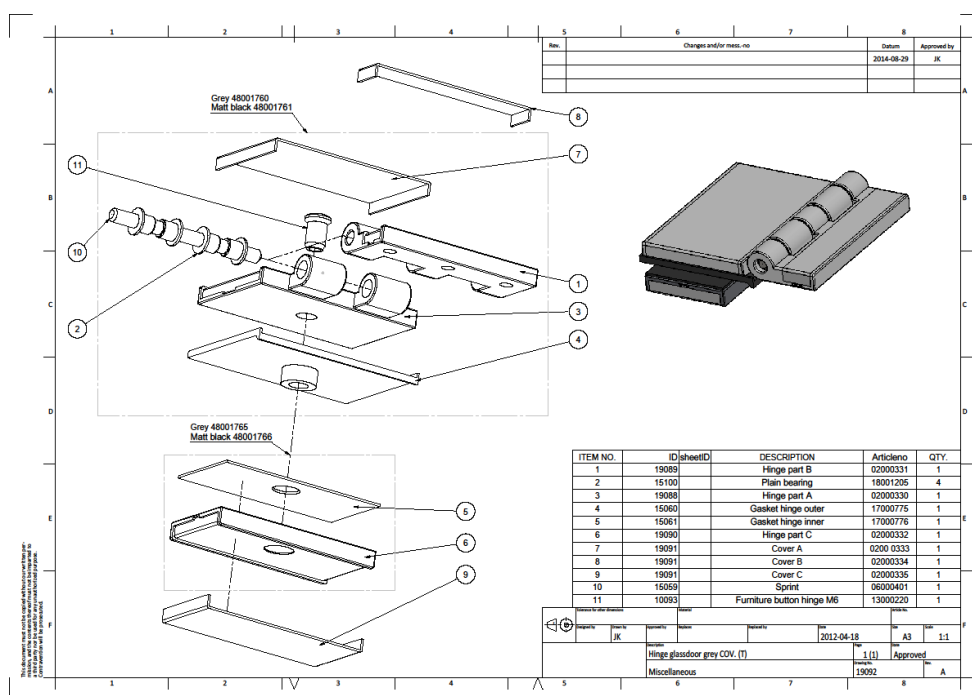
Här är tidsplanen som från början skulle följas tillsammans med det faktiska tidsutnyttjandet så som det blev. Vad som kan kommenteras är att arbetsuppgifterna gått in i varandra mycket mer än vad som kunde förutses. Många saker har fått göras om i efterhand när nya problem och möjligheter upptäckts.

I den ursprungliga tidsplanen avsattes två veckor till miljö- och kostnadsanalys. Miljöanalysen har satts åt sidan dels eftersom det inte finns underlag för att jämföra den nya produkten med de gamla och dels för att tiden inte räckt till för att göra en fullständig och väl underbyggd analys. Kostnaderna har beaktats grovt under stycket om tillverkningsmetoder och senare i diskussionen, men denna analys har också gjorts begränsad på grund av tidsåtgången för en fullständig analys.

Timmarna i tabell D.3 är uppskattade i efterhand utifrån den loggbok som skrivits varje dag. Siffrorna är ungefärliga men fördelningen mellan gruppmedlemmarna är det viktiga och den är korrekt. När det kommer till konceptgenerering har Bertil arbetat lite mer eftersom han har talang för att göra skisser och tänka i nya banor. Olof har gjort lite mer beräkningsarbete i detaljutvecklingen och design av kritiska delar. I övrigt har arbetet varit jämnt fördelat.

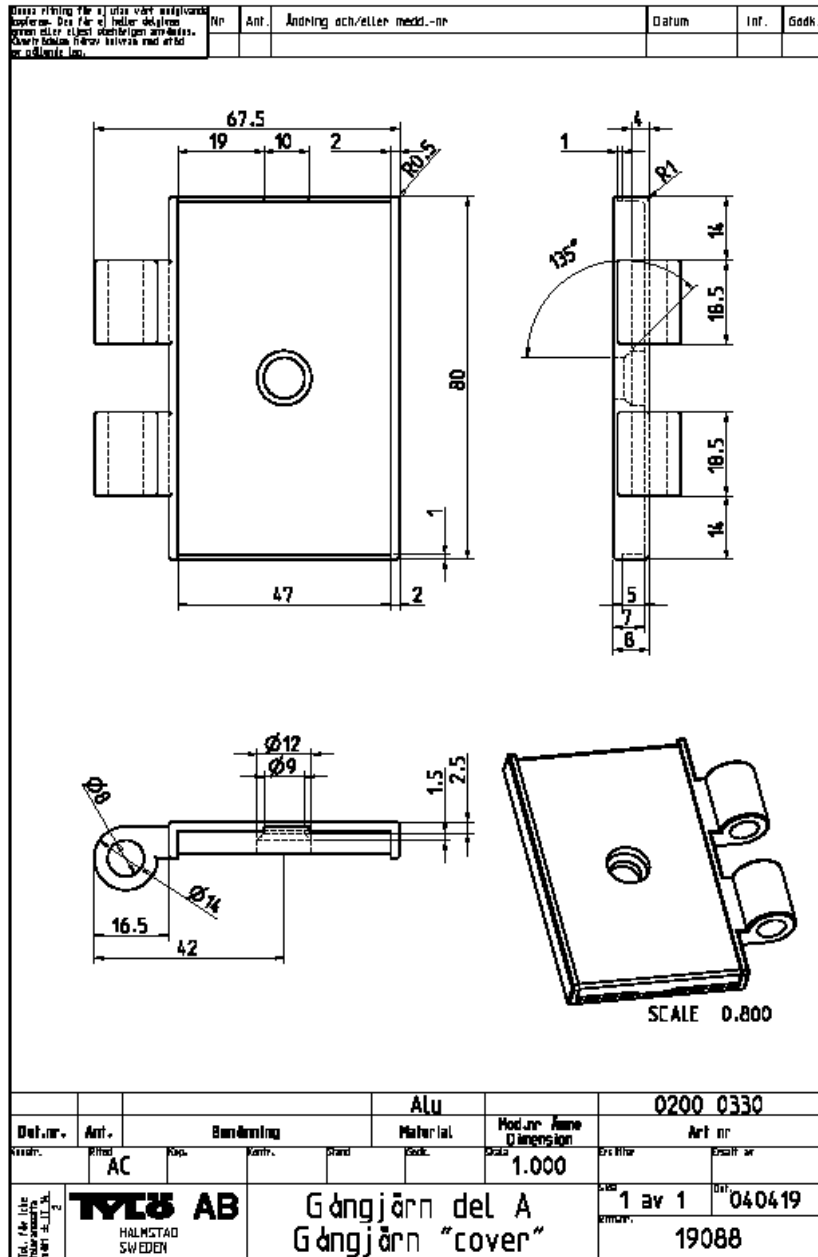
Bilaga B – Ritningar, Tylös gångjärn

B.1 Sammanställningsritning



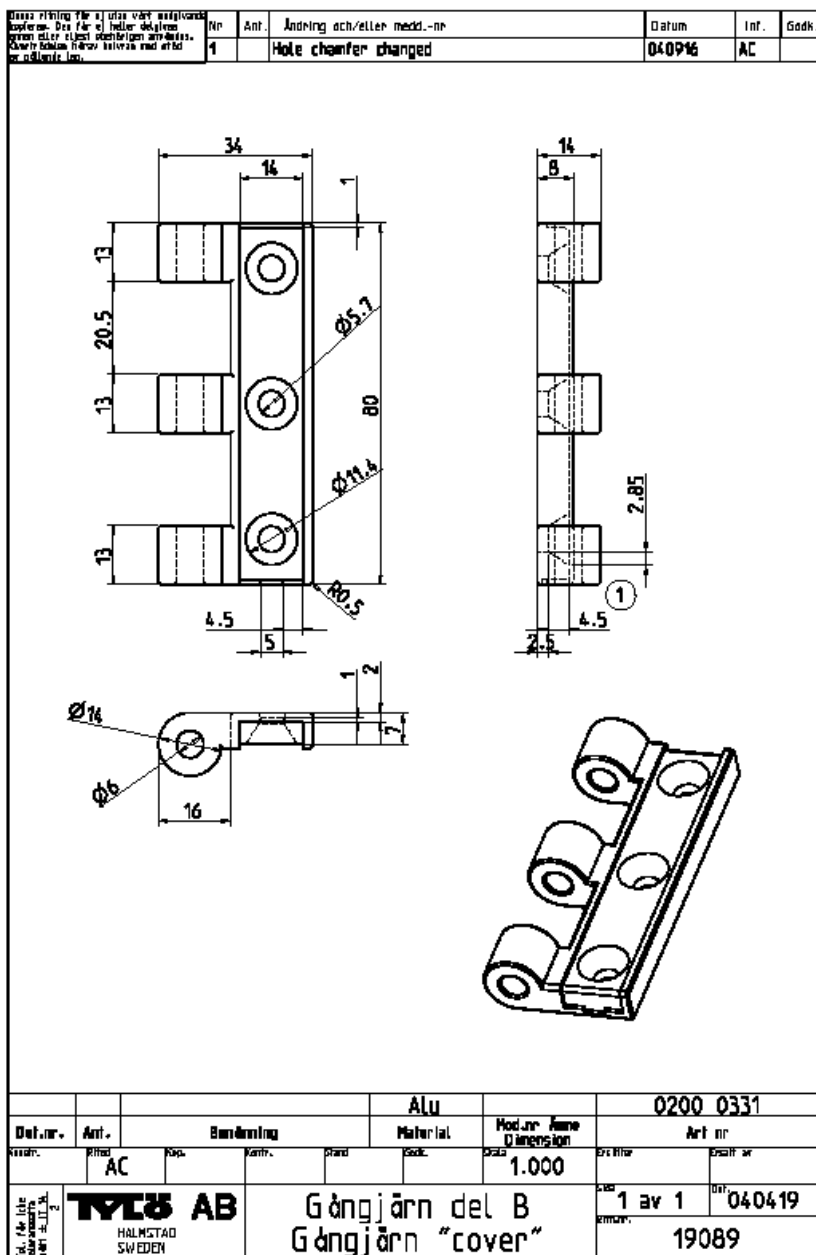
Figur A.1: Tylös gångjärn, sammanställningsritning

B.2 Gångjärn del A



Figur A.2: Ritning av Tylös gångjärn, del A

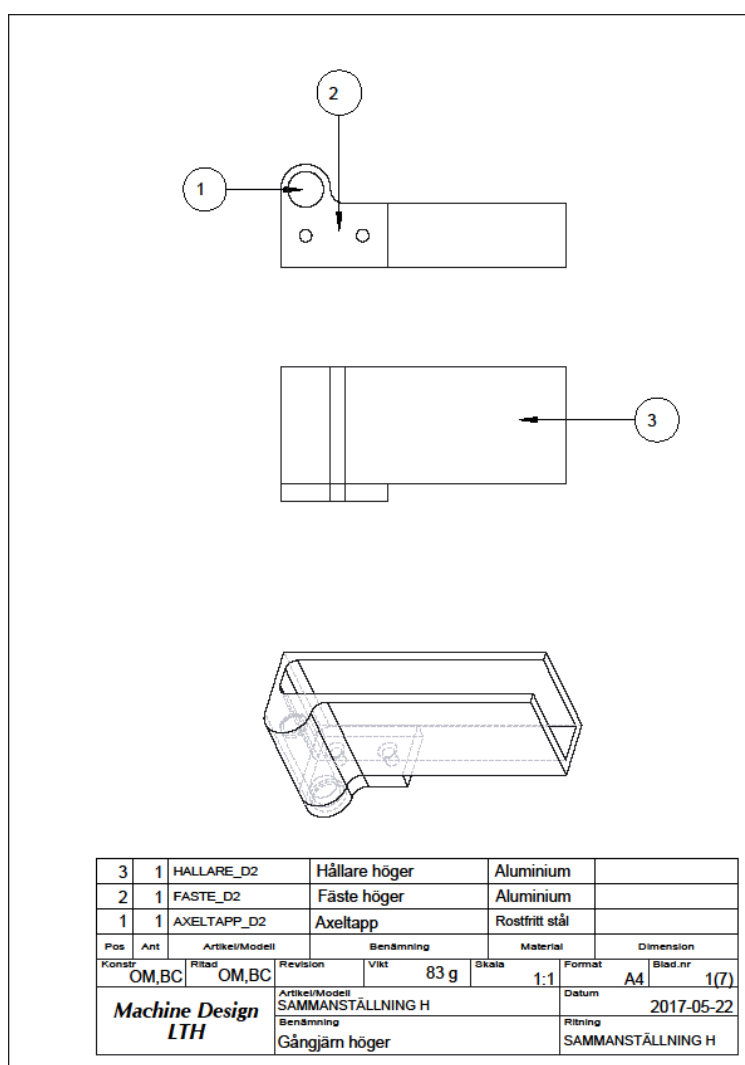
B.3 Gångjärn del B



Figur A.3: Ritning av Tylös gångjärn, del B

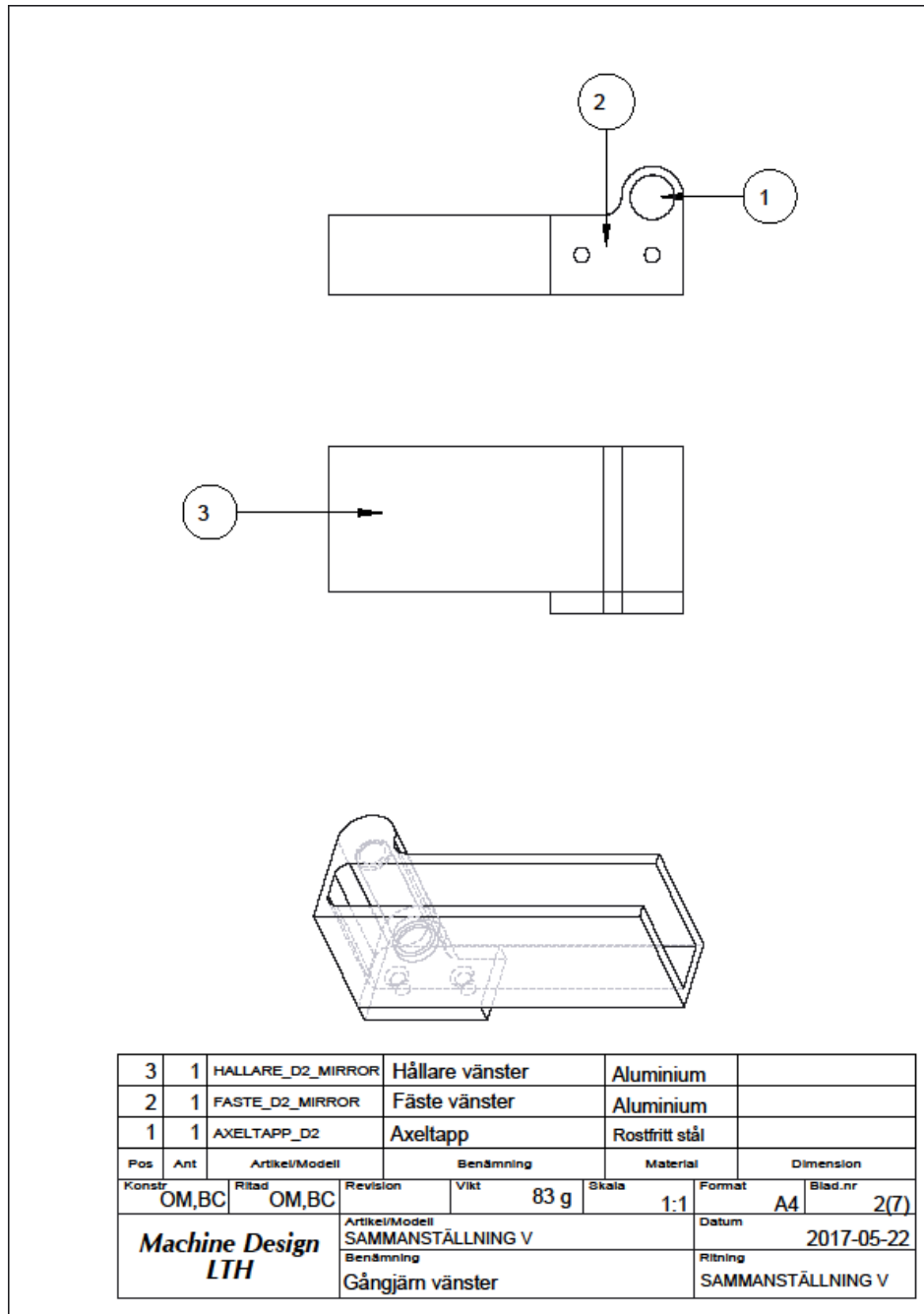
Bilaga C – Prototypritningar

C.1 Sammanställningsritning höger



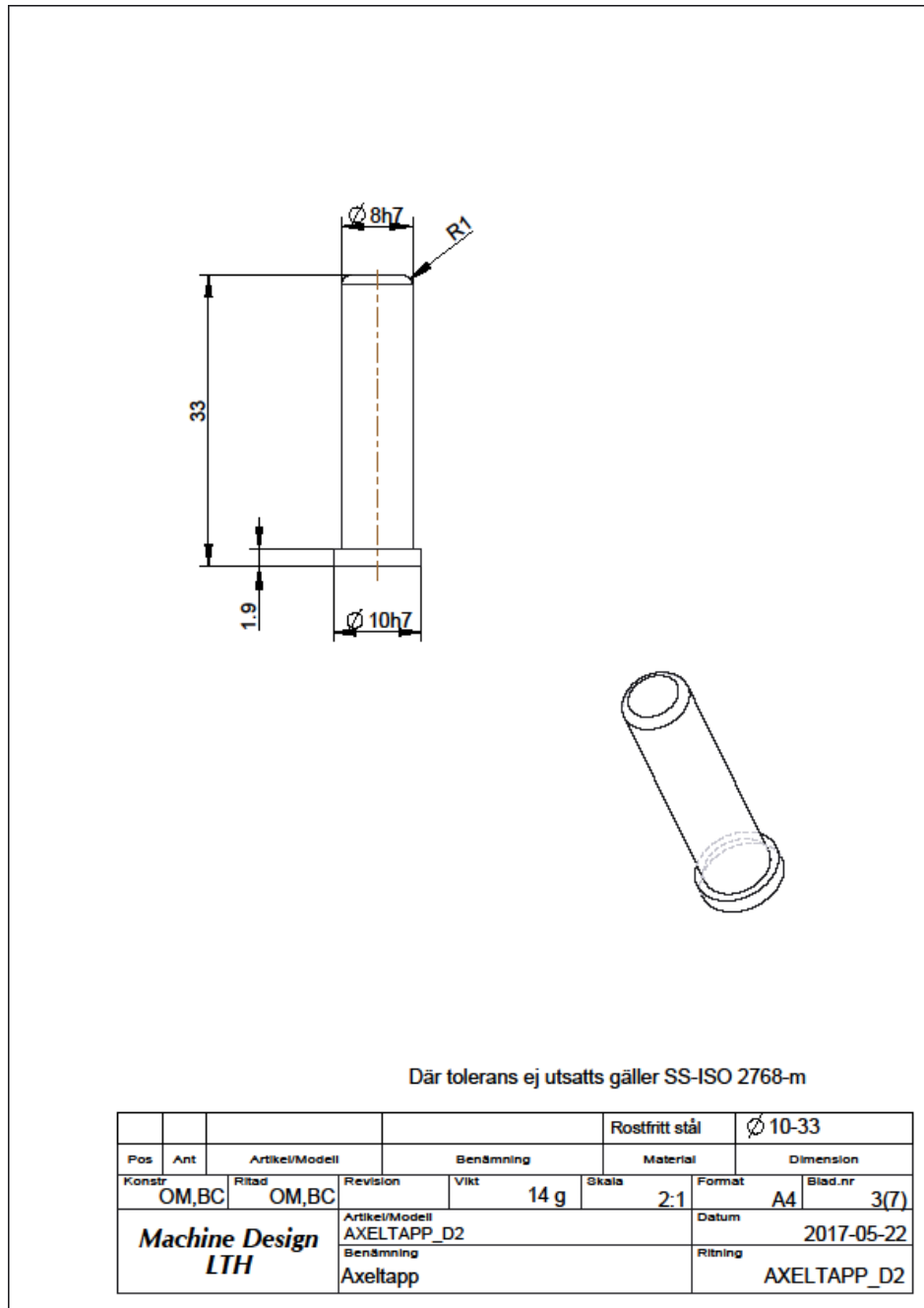
Figur B.1: Prototyp, sammanställningsritning höger

C.2 Sammanställning vänster



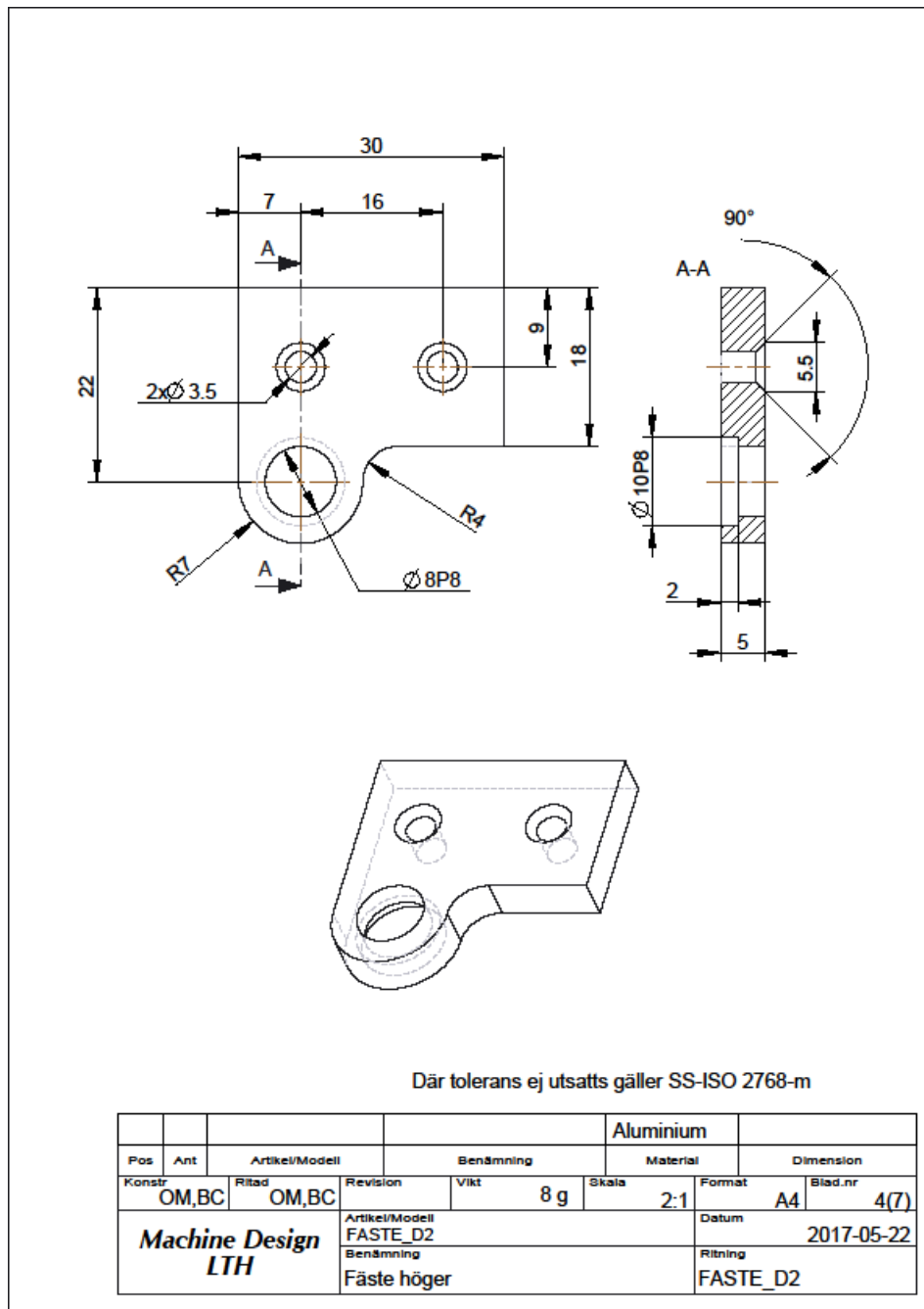
Figur B.2: Prototyp, sammanställningsritning vänster

C.3 Ritning axeltapp



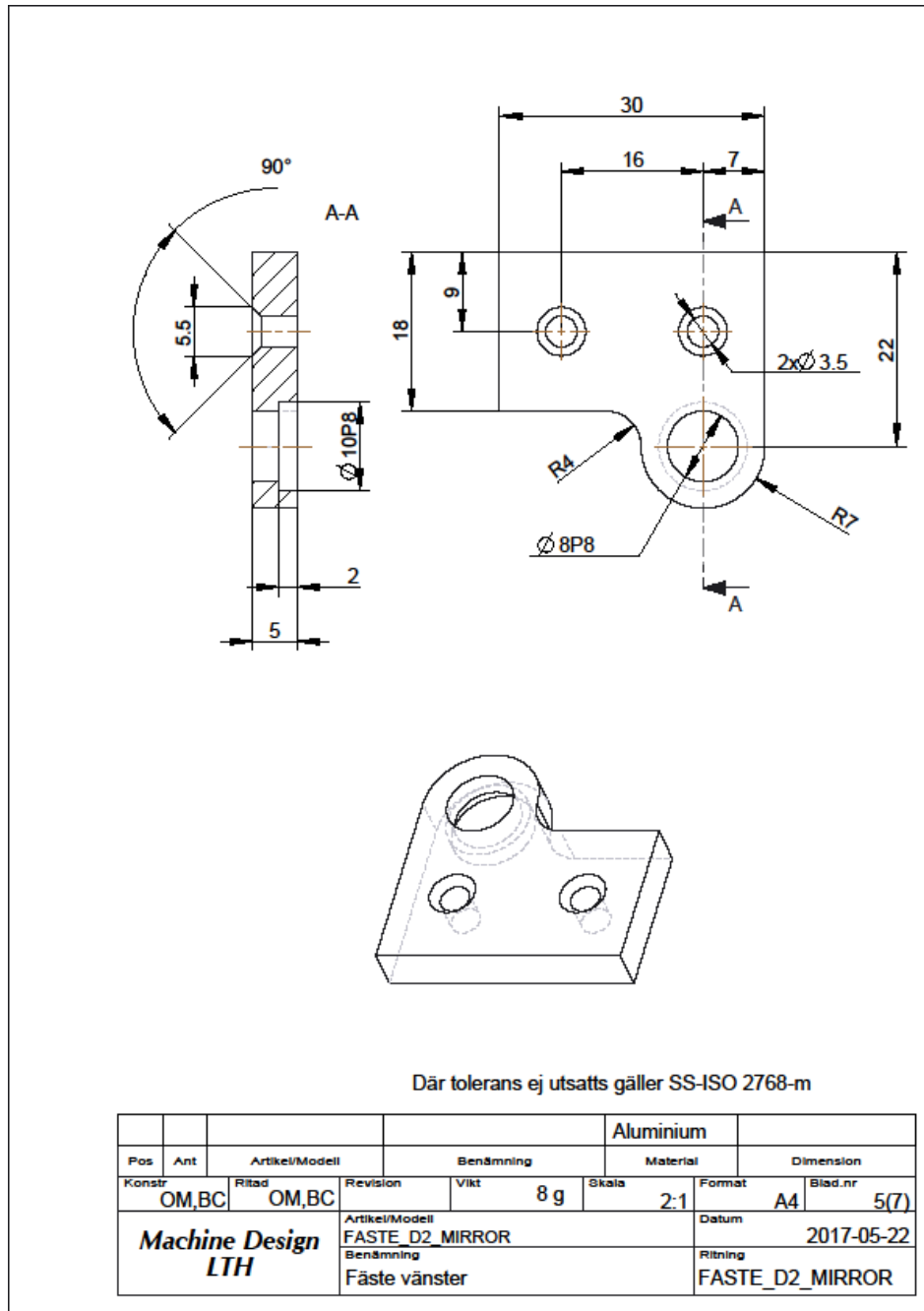
Figur B.3: Prototypritning axeltapp

C.4 Ritning fäste höger



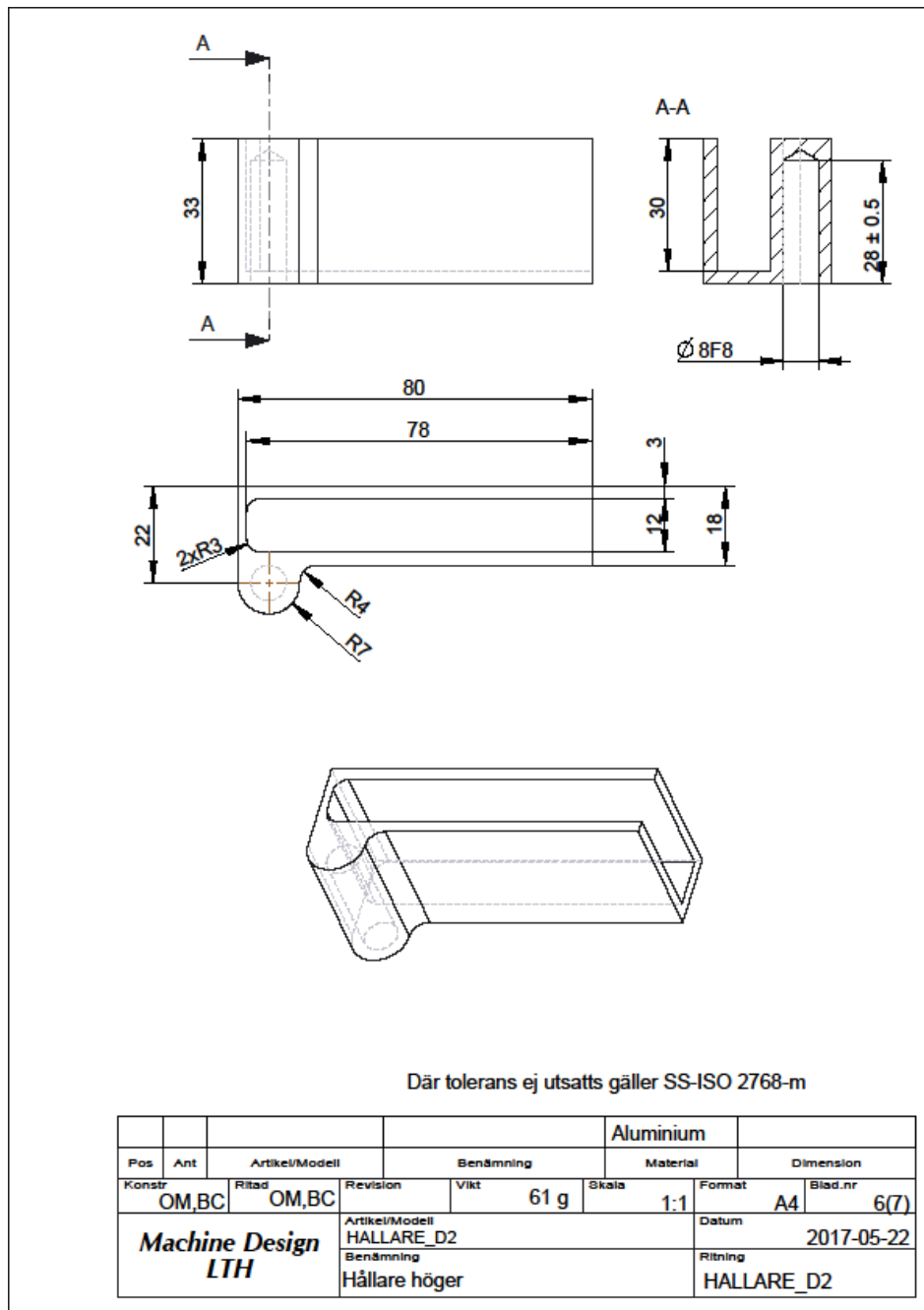
Figur B.4: Prototypritning fäste höger

C.5 Ritning fäste vänster



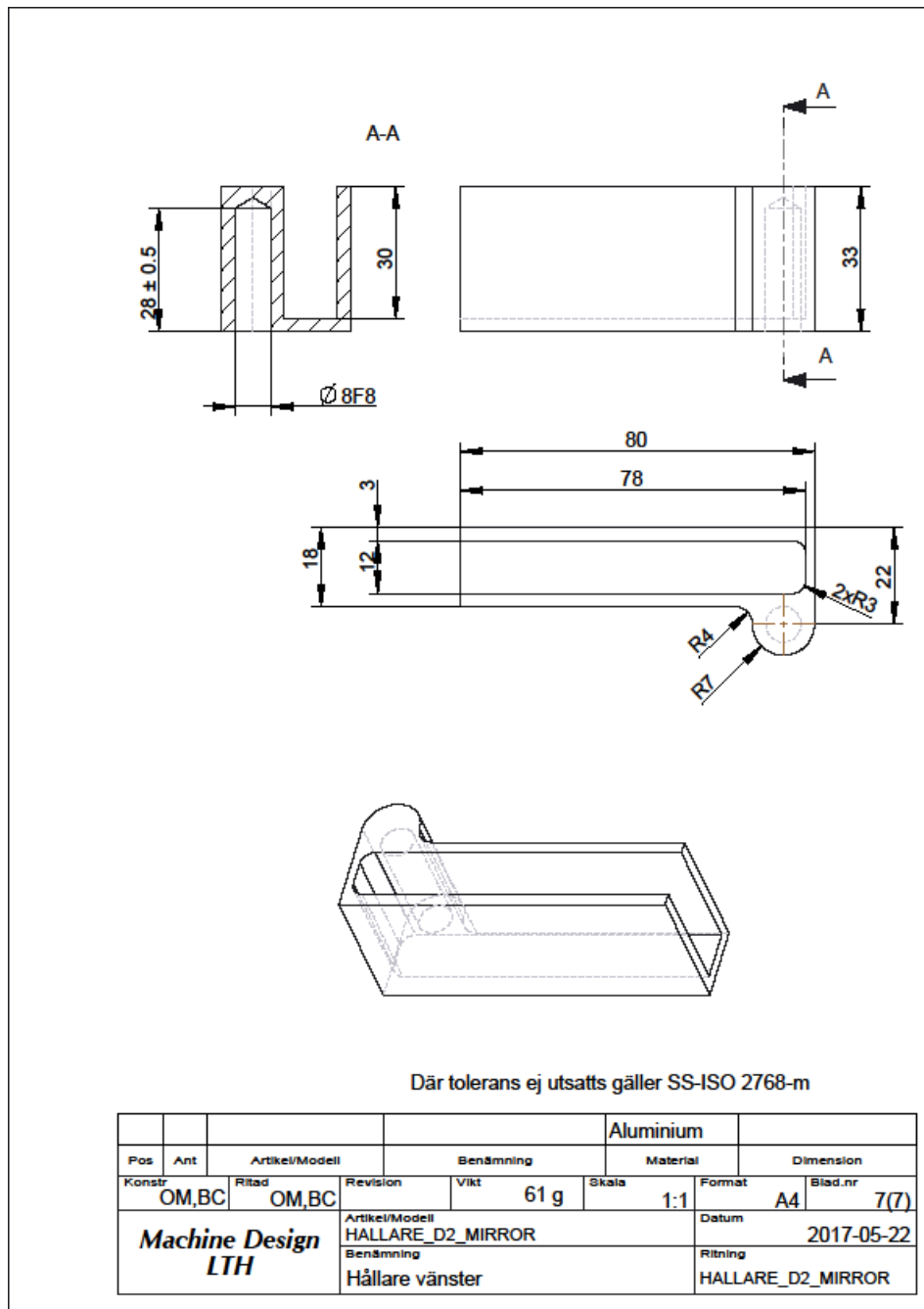
Figur B.5: Prototypritning fäste vänster

C.6 Ritning hållare höger



Figur B.6: Prototypritning hållare höger

C.7 Ritning hållare vänster



Figur B.7: Prototypritning hållare vänster

Bilaga D – Limspecifikationer

D.1 Silglaze SCS2500

Silglaze N **SCS2500 SERIES** **NEUTRAL SILICONE SEALANT**

DESCRIPTION

Silglaze N neutral silicone sealant is a one part moisture curing silicone. It is an easy to use general purpose silicone designed for general purpose glazing and sealing applications where long term reliability is required.

Weathering and UV resistance of Silglaze N is excellent, important in glazing where most organic sealants fail. It is unaffected by high and low temperature and its superior physical properties are retained after many years exposure.

KEY PERFORMANCE PROPERTIES

- i IMPROVED NON SLUMP
- i ONE PART READY TO USE
- i FAST CURING
- i OUTSTANDING WEATHERABILITY
- i EXCELLENT ADHESION
- i EASY APPLICATION

APPLICATIONS

Silglaze N has excellent adhesion to glass, ceramics, aluminium, GRP, granite, concrete, galvanised steel, and many plastics. It can be used for:

- i Standard and Butt glazing of frames panels and shop fronts.
- i Sealing environmental and refrigerated rooms, sheet metal, skylights, ventilators, and air-conditioning units.
- i Assembly of metal/plastic signs.
- i Weather proofing etc

SPECIFICATIONS

Typical product data should not be used as specifications. Product specification sheets are available upon request from GE Plastics (Aust) Pty Ltd.

COLOURS

Silglaze N is available in SCS2502 (white), SCS2503 (black), SCS2501 (Translucent), SCS2504 (Limestone) and SCS2509 (grey)

TYPICAL PRODUCT DATA

PROPERTY	VALUE
CURE METHOD	METHOXY
COLOURS	WHITE,BLACK,TRANS,GREY&L/STN
SAG/SLUMP	NON SLUMP (0.1i)
HARDNESS (ASTM D2240)	24 SHORE A
TENSILE STRENGTH KGF/CM ²	14.5
DYNAMIC JOINT MOVEMENT	± 50%
SKIN TIME @ 25°C & 50% RH	6MIN
CURE TIME 10MM @ 25°C & 50% RH	5-7 DAYS
OPERATING TEMPERATURE RANGE	-62 TO +160°C
SPECIFIC GRAVITY	1.04

Figur C.1: Limspecifikation för Silglaze SCS2500

D.2 Ottoseal S 105



Ottoseal S 105

Acetathärdande RTV1 silikonbaserat lim och tätningsmedel

Produktbeskrivning

- 1-komponents acetathärdande silikon.
- Utmärkt väder-, åldrings- och UV-resistens.
- Innehåller fungicider.
- Mycket god vidhäftning på keramiska substrat.
- Stressexpansionsmodul vid 100% (DIN 53 504, S3A): 0,3 N / mm².

Användningsområden

- Expansionsfogar i badrumsutrymmen.
- Tätning av tväglasfönster (t.ex. "Profilit").

Förbehandling av ytor

Rengöring: Ytor som skall tätas måste rengöras från föroreningar som släppmedel, konserveringsmedel, fett, olja, damm, vatten, gamla limrester och andra material som kan påverka ytvidhäftningen negativt.

Rengöring av icke porösa material: Rengör med OTTO Cleaner T, sprit, eller andra rengörare baserade på aceton eller isopropanol. Använd en ren och luddfri trasa.

Rengöring av porösa material: Ytor måste rengöras mekaniskt för att avlägsna främmande och lösa partiklar. Använd t.ex. stålborste.

- Temperaturområde: -40/+180°C.
- Utmärkt väder-, åldrings- och UV-resistens.
- Innehåller fungicider.
- Mycket god vidhäftning på keramiska substrat

Normer & Tester

- Testad enligt EN 15651 - Del 1: FEXT-INT CC 25 LM
- Testad enligt EN 15651 - Del 2: G CC 25 LM
- Testad enligt EN 15651 - Del 3: XS 1
- "Mycket tillräda ofarligt byggprodukt" enligt byggnads-material lista (TOXPROOF) av TÜV Rheinland, Tyskland.
- Lämplig för applikationer enligt IVD instruktionsblad nr. + 3-1 3-2 + 14 + 31 + 35 (IVD = tyska branschorganisationen för tätningsmedel).
- Kvalitetssigill IVD (Industriell förening för tätningsmedel), testat av ift. Rosenheim (Institutet för fönstertechnik).
- Enligt förordning (EG) Nr. 1907/2006 (REACH).
- Uppfyller krav LEED® IEQ 4,1 (inomhusmiljö) för lim och tätningsmedel
- Lämplig för DGNB.
- Fransk VOC-utsläppsklass A+.
- Certifierad enligt GOS.
- Anmäl "Baubook" Österrike.
- EMICODE® EG 1 Plus - mycket låga utsläpp.

En produkt från:



Revised 2016-02-16/28

Figur C.2: Limspecifikation för Ottoseal S 105