

Byggavfall som designresurs

Återbrukade hårdplaströr som fasadmateriäl

Projektet *Återbrukade hårdplaströr som fasadmateriäl* är en del av innovationsprojektet ReCirculate. ReCirculate är ett projekt inom ViableCities och finansieras med stöd av Energimyndigheten. Projektets huvudsyfte är att utforska innovativa sätt att använda befintliga material, genom att återanvända material och produkter från rivnings- och ombyggnadsprojekt och genom att utveckla nya produkter med "avfallslera" som råvara. Detta delprojekt syftar till att utforska en del av avfallsströmmen hårdplast och testa materialet i en testbädd.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

PROJEKTETS URSPRUNG	4
STUDIEBESÖK HÖGSBO ÅTERVINNINGSCENTRAL	5
STUDIEBESÖK KIKÅS ÅTERBRUK	6
SUMMERING STUDIEBESÖK	7
RÅVARAN – HÅRDPLASTRÖR	8
MATERIALBEARBETNING	10
DESIGNFÖRSLAG	14
FÄRDIG MODELL	17
REFLEKTIONER	18



Fig.1

PROJEKTETS URSPRUNG

*Byggbranschen behöver bli bättre på att **utnyttja materialresurser** som idag ofta blir avfall långt innan dess livslängd är slut.*

*Finns det några **uppenbara avfallsströmmar** idag som skulle kunna ge upphov till återanvändning i större utsträckning?*

Dessa är två av utgångspunkterna i denna forskningsrapport om cirkulära materialflöden.

Syftet är att se på avfall med nya ögon. Vilken typ av avfall kommer in på återvinningsstationerna idag och går det att med ett innovativt och kreativt synsätt hitta enkla metoder för att rekonditionera produkterna, eller till och med uppgradera avfallsflöden till nya användningsområden?

Initialt föreslogs att det materialflöde som identifierades skulle kunna bli eller vara en del av ett fasadmateriale. Anledning till detta användningsområde utgår från att ett fasadmateriale inte byggs in i en byggnads konstruktion eller har samma höga krav på ytskikt vid nära beröring som i en interiör. Produkten går att betrakta och utvärdera över tid och är utbytbar vid behov. Denna riktlinje var inte bindande utan fungerade som hjälp för att smalna av ett brett forskningsspann.

SYFTE OCH MÅL

Det huvudsakliga syftet med projektet är att utmana och ifrågasätta en linjär resursanvändning och undersöka om materialflöden som idag räknas som avfall kan recirkuleras. Resultatet av projektet ska förhoppningsvis kunna inspirera andra till att fundera över hur produkter kan få nytt liv och användningsområde trots att produkten inte längre fyller sitt ursprungliga syfte.

Går det att hitta ett flöde av material som idag i onödan klassas som avfall och motbevisa detta genom att visa att det går att återanvända materialet en gång till, eller varför inte flera gånger till?

Syftet är alltså inte att hitta det optimala fasadmaterialet, utan snarare att visa på innovativa sätt att jobba mot en mer cirkulär resursanvändning.

Projektet har som mål att innehålla en hög grad av praktiskt utförande då detta är nödvändigt för att visa på produktomvandlingens genomförbarhet. Att sedan lyfta fram det praktiska arbetet i en tydlig gestaltningsidé är en effektiv metod för att kommunicera gestaltningens potential. Ambitionen är därför att bygga en fullskalig modell som slutprodukt.

STUDIEBESÖK HÖGSBO ÅTERVINNINGSCENTRAL

I enlighet med projektets vision är det naturliga första steget en heldags studiebesök på Högsbo återvinningscentral och Återbruket Kikås för att försöka förstå vilka avfallsflöden som finns idag. Detta med förhoppning om att identifiera outnyttjade värden i form av produkter som kan återbrukas.

Vad som diskuteras i hög grad är potentialen för de olika material som sorteras i containrar. Hur vanligt är det att dessa återvinns respektive går till förbränning eller deponi? I vilken utsträckning finns etablerade processer för återvinning? I dialog med Inge Svensson som är platschef på återvinningscentralen och är med under besöket för rundvisning, så kunde en viss förståelse uppnås.

Hos vissa av materialen, till exempel **mineralull**, så finns en stor potential för återvinning men som inte utförs i någon högre utsträckning idag. Samma sak gäller **gips**. Här behöver hanteringen av avfallet bli bättre – både mineralullen och gipsen ska ha varit fuktskadade när de anlät centralen, vilket omöjliggör återvinning eller återbruk.

Skrotmetaller återvinns i högre grad då de kan smältas ner till ny råvara, även om smälttemperaturen är hög och bidrar till höga koldioxidutsläpp. **Bildäck** återvinns också i första hand idag till nya däck.

Träavfall finns i stora mängder men framför allt med stor variation på produkter. Det är därför svårt att hitta nya användningsområden och avfallet utnyttjas främst till energiåtervinning. En produkt som dock ofta återbrukas inom träavfall är lastpallar.



Fig.2



Fig.3



Fig.4



Fig.5

Exempel på avfallsfraktioner på återvinningscentralen i Högsbo, fr.vänster; gipsavfall, träavfall, mineralull samt bildäck.

STUDIEBESÖK ÅTERBRUKET KIKÅS

Under ett besök på Återbruket Kikås ges en rundvisning av Andreas Svendsen och Anders Hjelm som berättar om deras unika satsning kring återbruk. Jämfört med Högsbo återvinningscentral finns här ett relativt nytt system för återbruk som främjas framför nästkommande steg i form av återvinning. Upplägget baseras på att individer på egen hand kan lämna saker för återbruk på anvisad plats (fig.6). Men det finns också personal som bedömer det avfall som kommer till centralen, granskar släpkärror för att se så att inget slängs i onödan, och i såfall ta dessa produkter i anspråk. Det som tas tillvara behöver inte vara i toppskick, det hanteras i stationens rekonditioneringsverkstad för bedömning och eventuell rekonditionering (fig.7). Produkterna säljs sedan i återvinningscentralens tillhörande bruksbutik.

Affären möjliggörs i dagsläget genom att arbetstränande personer jobbar för en lägre timlön än en vanlig hantverkare, eftersom vi idag befinner oss i ett ekonomiskt läge där det många gånger blir billigare att köpa nytt än att laga.

Majoriteten av de produkter som hanteras på Kikås lagas/rekonditioneras till sitt ursprung, och det är såklart det bästa sättet att återbruka en produkt, att faktiskt fortsätta använda produkten till vad den från början var ämnad för. I vissa fall visades dock förslag på enklare former av nedgradering (downcycling) av produkter, där till exempel krossade takpannor blev ett alternativ till stenläggning (fig.8).



Fig. 6: Återvinningscentralens inlämning för återbruk.



Fig. 8: Inspiration utanför Bruksbutiken invid återvinningscentralen, krossat återbrukat tegel blir inslag i stensättning.

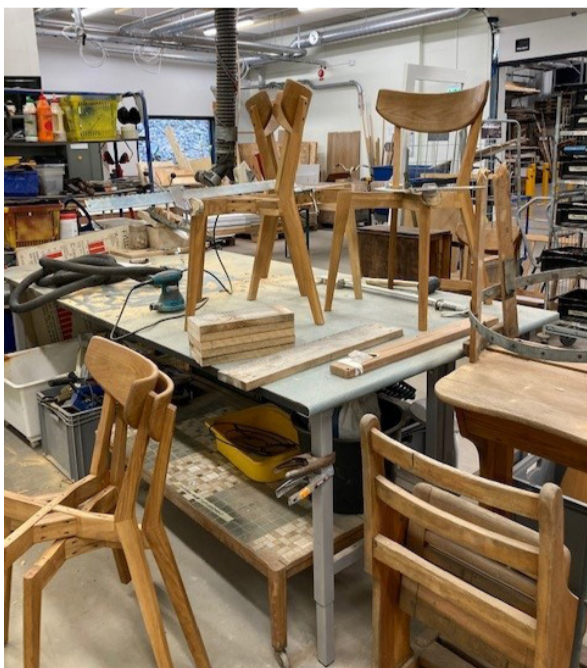


Fig. 7: rekonditionering av stolar i Kikås rekonditioneringsverkstad.



Fig. 9: Lager för produkter tänkta att återbrukas.

SUMMERING STUDIEBESÖK

Vid besöket på **Högsbo återvinningscentral** så ges en indikation om vilka produkter som inom närtid bör kunna vinna allra mest av en utökad återvinninggrad, då de är svåra att med enkla medel transformera till några andra uppenbara produkter. Exempel på dessa material är gips, mineralull, bildäck men också blandade träprodukter.

Kikås å andra sidan ger en bild av ett flöde där fokus ligger på produkter/material som kan lagas och återställas för ett förlängt liv som ursprungsprodukt.

Studiebesöken ger en insikt kring fasadprojektets komplexitet då det inte finns några uppenbara spår att spinna vidare på, men en produktkategori som sticker ut i mängden och verkar intressant för projektets syfte och kriterier är **HÄRDPLASTRÖR**.

RÅVARAN – HÅRDPLASTRÖR

En produkt som existerar i stor mängd både i Högsbo och Kikås idag är hårdplaströr, en produkt som återbrukas eller materialåtervinns i liten omfattning i dagsläget. Utifrån innovationsprojektets ambitioner om att utveckla nya produkter av avfall så kändes detta som helt rätt produkt att utforska. Det utvecklade målet var alltså att designa en fasadkomposition av återbrukade hårdplaströr och forska kring vilka fysikaliska och praktiska möjligheter och begränsningar som denna produkt ger. Ett parallellt mål var att testa bearbetning och montage av rören i en fullskalemodell.

AVFALLSHANTERING AV PLAST

Byggsektorn står för drygt 20% av användningen av plast i Sverige och är den näst största enskilda användaren av plast efter förpackningsindustrin (fig.10).

De största identifierade produktgrupperna inom plastfraktioner i byggsektorn idag är plastförpackningar, isolering, hårdplast och rör (fig.11). PVC är den vanligaste polymeren följt av PE, PP och EPS. Mindre än 1% av plastmaterialet materialåtervinns till rena plastfraktioner, i stället går den största andelen plast till förbränning och energiåtervinns (*Kartläggning av plastflöden i byggsektorn, Rapport 6973, Naturvårdsverket.*).

Att plasten förbränns istället för att materialåtervinnas beror till stor del på att den behöver sorteras efter plastsort. Olika sorter har olika smälttemperatur och egenskaper. Plaster kan även innehålla skadliga ämnen.

MATERIALEGENSKAPER

I projektet har de mest beständiga plaströren valts att återbrukas – avloppsrör tillverkade av PP-plast, polypropenplast.

PP är en lättviktig termoplastisk polymer med en hög motståndskraft mot kemiska påfrestningar.

PP har också en hög resistens mot utmattning, vilket innebär att den kan böjas och vikas flera gånger utan att plasten går sönder. Plasten är ofarlig ur hälsosynpunkt och används därför mycket vid kontakt med livsmedel. Vid förbränning av PP-plast bildas endast koldioxid och vatten.

En nackdel med PP-rören är att plasten inte är UV-stabiliserad och är därför sämre vid utomhusanvändning. En av de ledande plaströrsproducenterna har genomfört tester på materialet och menar att hållfastheten inte påverkas

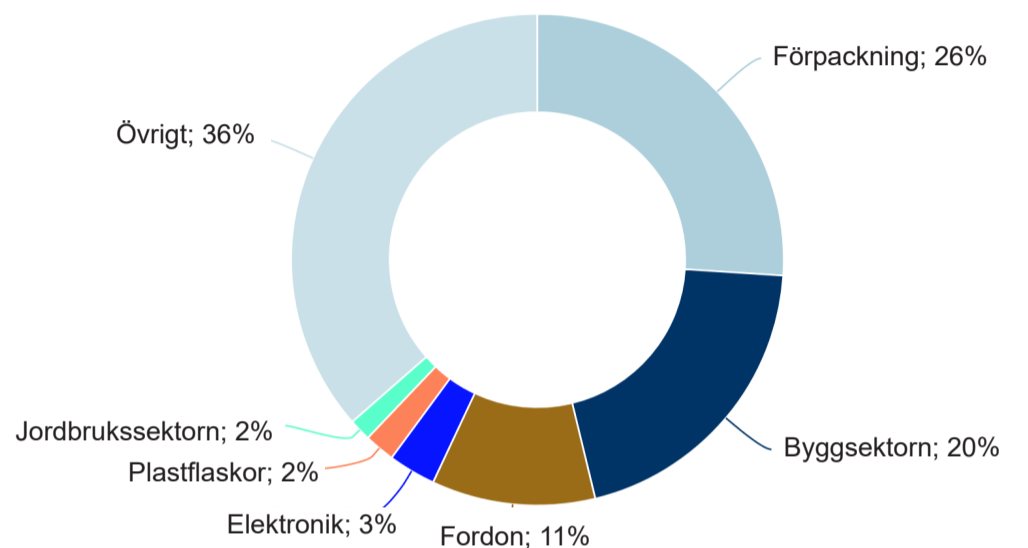


Fig. 10: Kartlagd mängd plast som sattes på den svenska marknaden 2016, <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/plast/hallbar-plastanvandning/plast-i-byggsektor/>

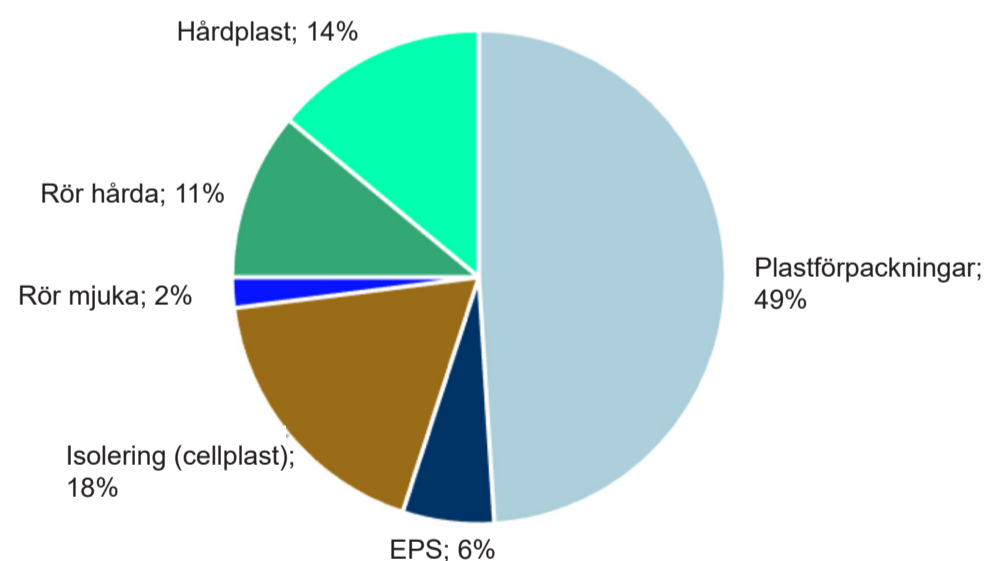


Fig. 11: Genomsnittlig sammansättning på fraktionen plast i brännbart byggavfall. Naturvårdsverkets rapport 7038, kartläggning av plastflöden i Sverige 2020

RÅVARAN - HÅRDPLASTRÖR

även om materialet lagras lång tid utomhus. Dock är det oklart om/hur rören bleks. (<https://www.pipelife.se/nyheter/solblekta-roer---pipelife-reder-ut-begreppen.html>)

En annan utmaning är att materialet blir sprött vid riktigt låga temperaturer och glasomvandlingstemperaturen är cirka -25°C . (www.sciencedirect.com/topics/engineering/glass-transition-temperature-tg).

BRAND

Den temperatur som krävs för att antända polypropen är högre än temperaturen som krävs för att antända trä, 320°C jämfört med 240°C för furu, men värmeutvecklingen är däremot nästan dubbelt så stor som för trä enligt uppgifter från PVC forum Fakta brand.

När det gäller PP-plastens brandegenskaper har det varit svårt att hitta testresultat avseende ytskiktssklass, men klart är att ytskiktet är brännbart och behöver hanteras därefter. Innan det är utrett i sin helhet så kan materialet bara användas som fasadbeklädnad i begränsad omfattning. Enligt sakkunnig brand borde ytskiktet kunna accepteras för en enplans komplementbyggnad utan att provning görs. Detta under förutsättning att komplementbyggnader är begränsade i sin omfattning och inte innefattar verksamhet med stadigvarande vistelse, varpå skyddsnivån för den aktuella byggnaden är låg. Däremot måste risk för brandspridning till angränsande byggnader hanteras. Ett minsta avstånd om 8 meter ska upprätthållas, i särskilda fall skulle det vara möjligt att med strålningsberäkningar påvisa ett något kortare avstånd.

Fasaddesignen som tagits fram är därför anpassad till en komplementbyggnad i ett plan.

PVC

PVC är en annan typ av plastsammansättning i hårdplaströr som förekommer på marknaden men som inte utretts vidare i projektet. Anledningen är att vid förbränning av PVC bildas saltsyra (från klorret i PVC:n) som är frätande och som kan ge skador på rökgasreningen i förbränningsanläggningarna. Av den anledningen vill många förbränningsanläggningar inte längre förbränna större volymer PVC och många vill för tillfället inte ta emot PVC-material alls.

KLIMATBESPARING MED ÅTERBRUK AV PP-RÖR

Att återbruka PP-rör bör ge en klimatbesparing på ca $19\text{ kg CO}_2\text{e/m}^2$ fasad (fig.12). Beräkningen avser nyttillverkning av PP-rör och utgår från en EPD från Pipelife, rör med diameter 160 mm med klimatpåverkan $3\text{ kg CO}_2\text{e/m}$ rör. I beräkningen för fasad ingår endast PP-rörens klimatavtryck, bearbetning m.m. har inte räknats med.

I nedanstående tabell jämförs klimatpåverkan från fasad av halverade PP-rör med halvstens tegelfasad och fasad av skivmaterial respektive plåt.

Fasadmaterial	Klimatbelastning nyttillverkning ($\text{kg CO}_2\text{e/m}^2$ fasad utan infästningsmaterial)
Halverade PP-rör	19
Halvstens tegelfasad	25
8 mm Cembrit skivmaterial	10
0,6 mm plåt	13

Fig.12

MATERIALBEARBETNING

Lokalförvaltningen hjälpte till att få tag på material till fasadmodellen så att arbetet kunde påbörjas. PP-rören finns i fyra olika standarddimensioner varav rör med diameter 110 är en vanligt förekommande typ, som därför valdes för modellen. Materialet kom dels från Återbruket Kikås, som dessutom tvättade rören. Resterande andel rör var spillbitar från ett pågående bygge i Göteborg. Ett par av rören visade sig ha muffar i ena änden, andra hade fått sig lite stryk under resan och var något deformerade (fig.16). Dessa oegentligheter kapades bort med cirkelsåg.

För att få till fasadkomponenter behöver rören kapas på både längden och bredden. Denna bearbetning var en stor fråga vid uppstart, vad skulle till exempel hända när materialet utsattes för sågning?

Hårdplaströr är i regel ihopsvetsade, vilket innebär att de är i konstant spänning. Detta gör att rören vid ensidig klyvning med exempelvis en cirkelsåg nyper fast i klingan. En omedelbar genomgående klyvning i en bandsåg skulle fungera, eftersom spänningen släpper omedelbart, men det betyder att röret bara kan sågas till halvor och fjärdedelar. Om röret fixeras med tvingar i en jigg motverkas

nypeffekten genom att tvingarna vill dra röret utåt medan röret vill nypa inåt, mot klingan (fig.13).

En jigg kunde byggas med lite överblivet spillmaterial, och med ett begränsat utbud av verktyg, så togs beslut att såga rören med sticksåg. Ett förhållandevis bra resultat kunde uppnås redan efter ett första försök. Metoden bedömdes fungera tillräckligt väl för ändamålet – bygget av en fullskalig fasadmodell.

För att utforska möjligheten att bearbeta plaströrens ändrar så testades även att gersåga dessa i en bordscirkelsåg (fig.14) vilket gav ett gott resultat.

Rören är utöver klyvning relativt lättarbetade – de går med lätthet att exempelvis skruva i eller såga med fogsvars. Dock fastnar plast efter några sågningar i cirkelsågens klinga, som behöver rengöras med jämna mellanrum. Detta gör att rördelar riskerar att slungas i väg från sågbordet, vilket innebär en arbetsmiljörisk. Slitaget på klingorna torde vara högt med tanke på hur fet plasten är (fig.15).

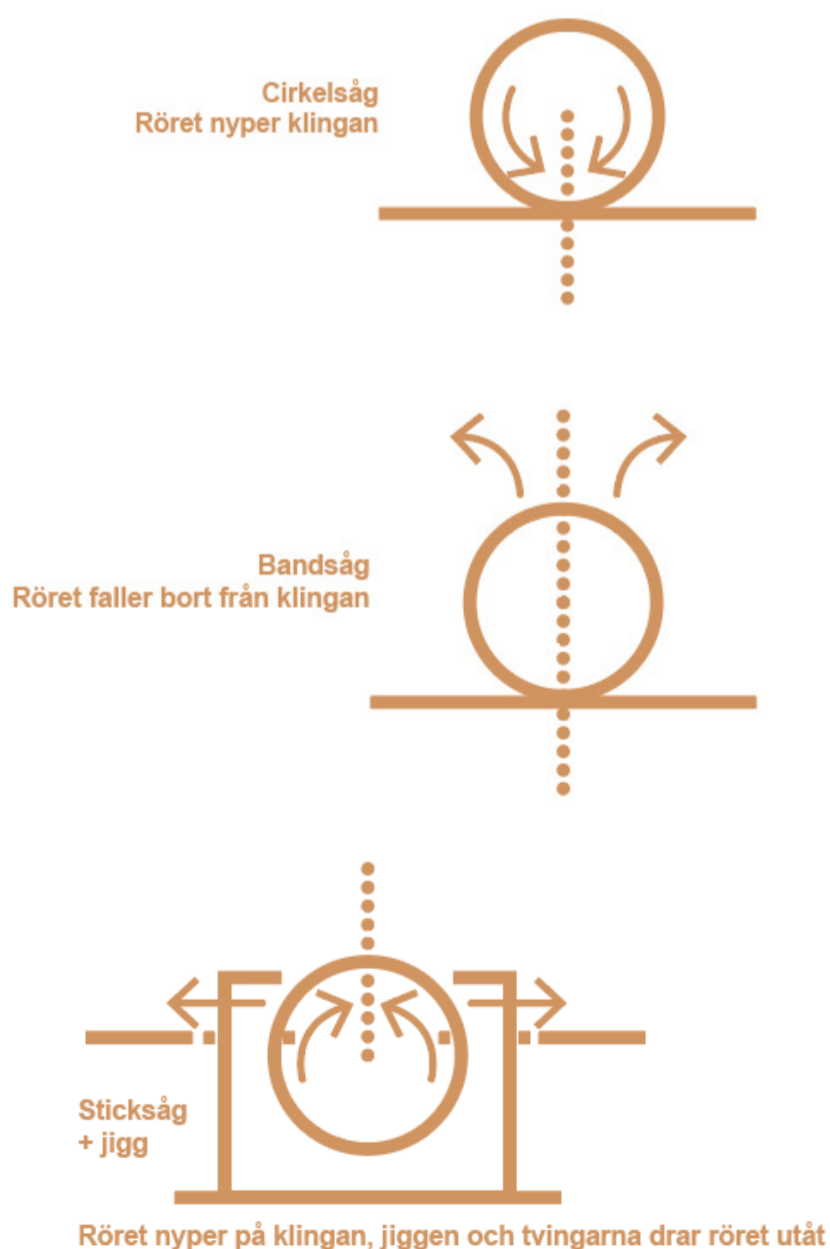


Fig.13: Rörets reaktion vid olika typer av bearbetning



Fig.14&15: Gersågning med stationär cirkelsåg samt konsekvensen av att såga plast med klingan.

MATERIALBEARBETNING



Fig.16: Rör i varierat skick, de deformerade bitarna kapas bort



Fig.17: Längsgående kapning med sticksåg, röret fastspänd i jigg.



Fig.18



Fig.19: Rören kapas i halvor, tredjedelar och fjärdedelar.



Fig.20: Rör med två olika färger finns att tillgå, vilket utnyttjas i designförslaget.



Fig. 21: Montering – skruv med underliggande bricka föredras i förborrade hål. Långa skruvar krävs för infästning av halvor enligt bild.



Fig. 22

MATERIALBEARBETNING

Den geometriska skissprocessen tar sin början i fyra olika standarddimensioner på PP-rör, inhämtade från en tillverkares (Wavin) hemsida. Dessa rör modelleras upp i en 3D-miljö och klyvs sedan på mitten. Därefter provas olika angreppssätt för att ta sig an uppgiften. Uppgiften avgränsas till att komponera en fasad för en komplementbyggnad, då detta är en trolig första tillämpning av rören som fasadbeklädnad.

DIMENSIONER

I ett första skede provas en fasadkomposition som består av flera olika rördimensioner. Rören går att placera horisontellt (fig.23) eller vertikalt (fig.24) på fasaden, med antingen den konvexa eller konkava (fig.25) sidan utåt. Vänds den konkava sidan utåt skapas vassa kanter som skulle kunna utgöra en viss skaderisk om inga vidare åtgärder genomförs. Utöver detta provas även att placera rören i en linjär gradient från liten till stor dimension, eller i en slumpmässig ordning. Rent tekniskt så får större dimensioner på rören en mer komplex infästning med långa skruvar.

KLYVNINGAR

Det går att klyva rören fler än en gång och få ut tre eller fyra bitar per rör. Detta möjliggör att skapa fasader med fält av rör som ser olika stora ut trots att de egentligen är tillverkade av samma rördimension (fig.27). Detta är ett bra sätt att skapa en intressant fasad om det bara finns en stor mängd material av en och samma dimension att tillgå, vilket är ett troligt scenario.

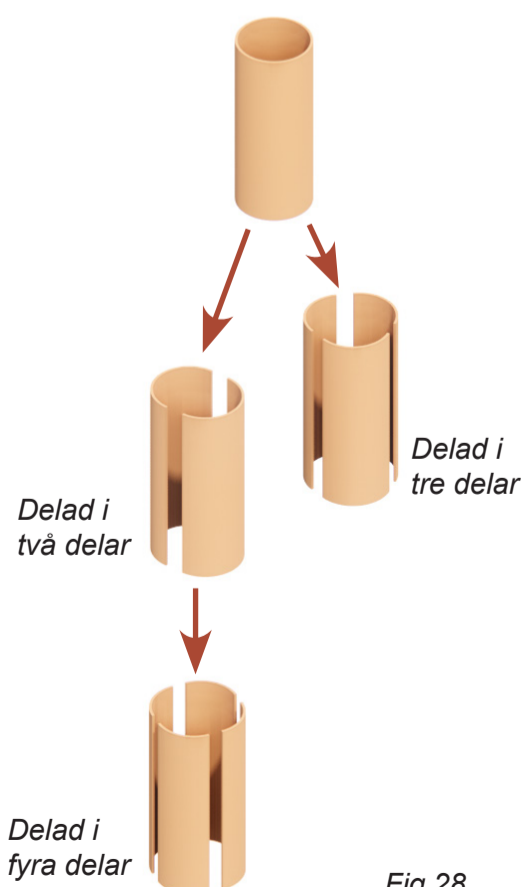


Fig.28



Fig.23: Horisontellt monterade rör i fallande dimension.



Fig.24: Vertikalt monterade rör i olika dimensioner.



Fig.25: Horisontellt monterade rör i fallande dimension med konkav sida utåt.



Fig.26: Vertikala och horisontella rör kombinerat.



Fig.27: Vertikalt monterade rör kluvna i halvor, fjärdedelar och tredjedelar.

MATERIALBEARBETNING

OMLOTT

Vid montering av ett konvext och ett konkavt rör om vartannat skapas ett uttryck som påminner om korrugerad plåt (fig.29)

KULÖR

Adderas en enkel kulörvariation får fasaden en lekfull prägel (fig.30). I projektet har olika kulörer på rören utnyttjats, men vidare utveckling skulle kunna vara att utreda möjligheten att måla rören efter önskemål.

HÖRN

Förutsatt att alla byggnadens fyra sidor kläs med rör är det viktigt att studera hur hörnen hanteras. Här syns tre olika varianter – de två första är helt konvexa (fig.31) eller konkava (fig.32) rör, gerade 45 grader i hörnen. Hos den nedre varianten ligger rören omlott (fig.33).

GERADE ÄNDAR

Om rörets ändrar geras, snedågas, får de ett trevligt halvcirkelformat utseende. Gerningen kan nyttjas för att skarva ihop flera korta rörbitar till en lång, som i den övre bilden (fig.34). Den nedre bilden visar hur gerade halvor, tredjedelar och fjärdedelar i olika kulörer kan skapa en fasadkomposition som påminner om en fjäderskrud (fig.35). Den organiska och lite slumpmässiga kompositionen är en fördel när man jobbar med många olika rörlängder, vilket är ett troligt scenario när man vill nyttja så stor andel av rörens längd som möjligt.



Fig.29: Rör monterade omlott.



Fig.30: Utnyttjande av rör i olika kulör.



Fig. 31: Hörn- konvex montering



Fig.32: Hörn- konkav montering



Fig.33: Hörn- omlott montering



Fig.34: Gerade ändrar för skarvning av fasadlängder



Fig.35: Fasadlängder komponeras till en organisk "fjäderskrud".

DESIGNFÖRSLAG

Det slutliga förslaget är en fasadkomposition med en slumpmässig färgsättning och rörplacering, för att göra den lite oberäkneliga materialtillgången till en del av konceptet (fig.36). Innan ett mer storskaligt sökande efter materialet påbörjats så är det oklart vilka designmöjligheter som kommer att ges.

Fasaden består av konvexa halvor, tredjedelar och fjärdedelar, samtliga med gerade ändrar. I fasadens nedre partier förekommer även konkava fjärdedelar som täcker av glappet mellan tredje- och fjärdedelarna.

Rören går ner i mark i en grusfris runt om komplementbyggnaden. Eftersom marken är rörens naturliga habitat vore detta en logisk lösning. Rören är hårda och tål mycket åverkan, så de bildar en utmärkt sockel.

I de inzoomade bilderna nedan redovisas tre olika infästningsvarianter. Det bör vara relativt enkelt att konstruera en dold infästning för rören, men det har inte utforskats närmare i projektet.



Fig.36: Slutligt designförslag med slumpmässig utformning kring färg och längd på fasadkomponenter.

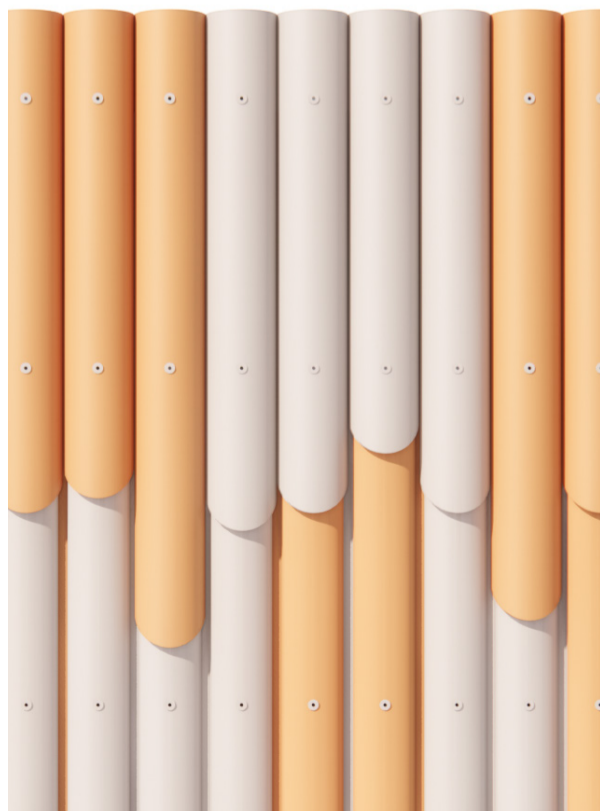


Fig.37: Enkel skruv och bricka likt projektets fullskalemodell



Fig.38: Brickan kan målas i en accentfärg vilket skapar ett nytt gestaltungs-lager i en mindre skala.



Fig.39: Dold infästning

DESIGNFÖRSLAG

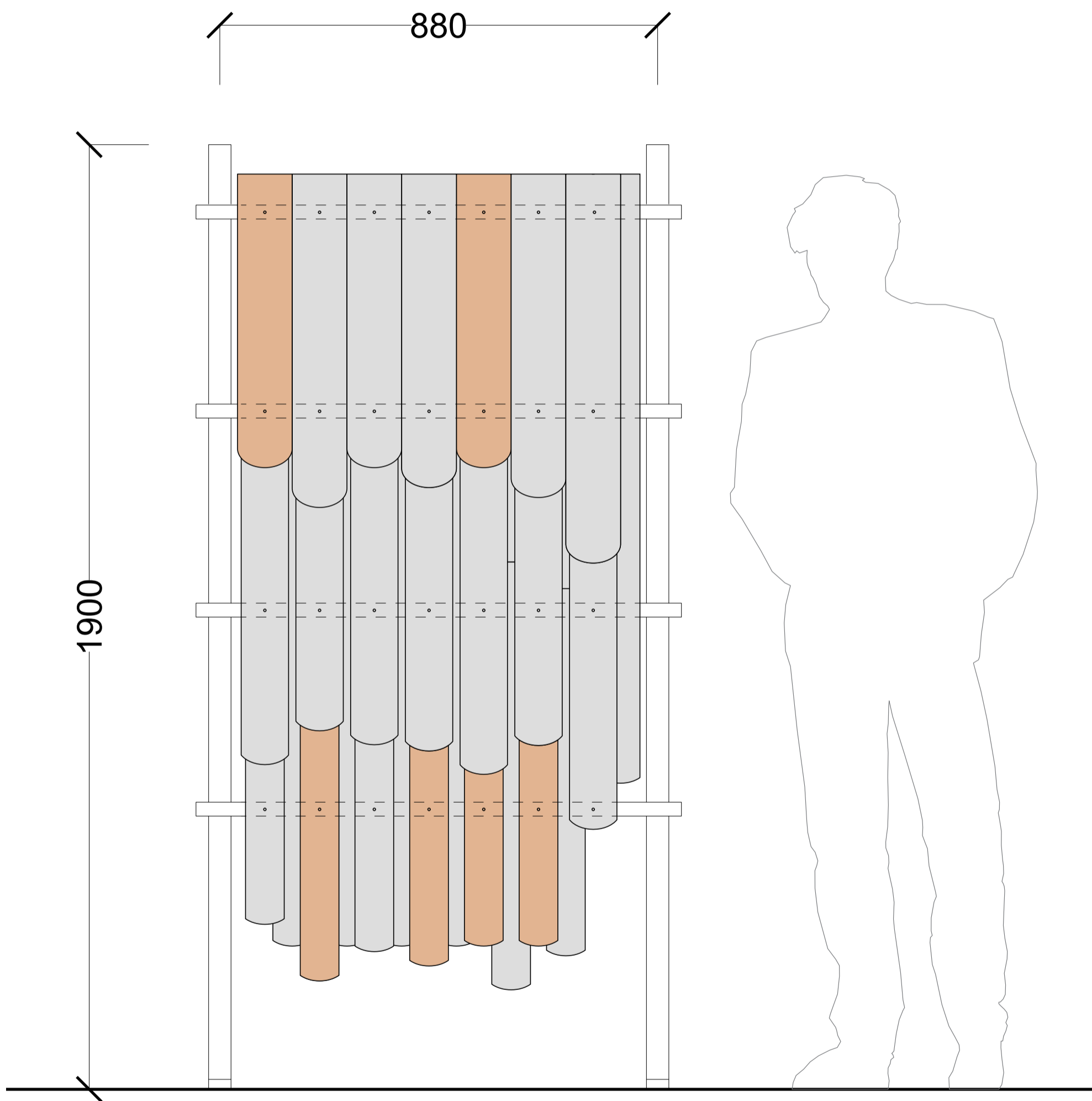


Fig.40: Underlag för fullskalemodell
(ingen skala)

DESIGNFÖRSLAG

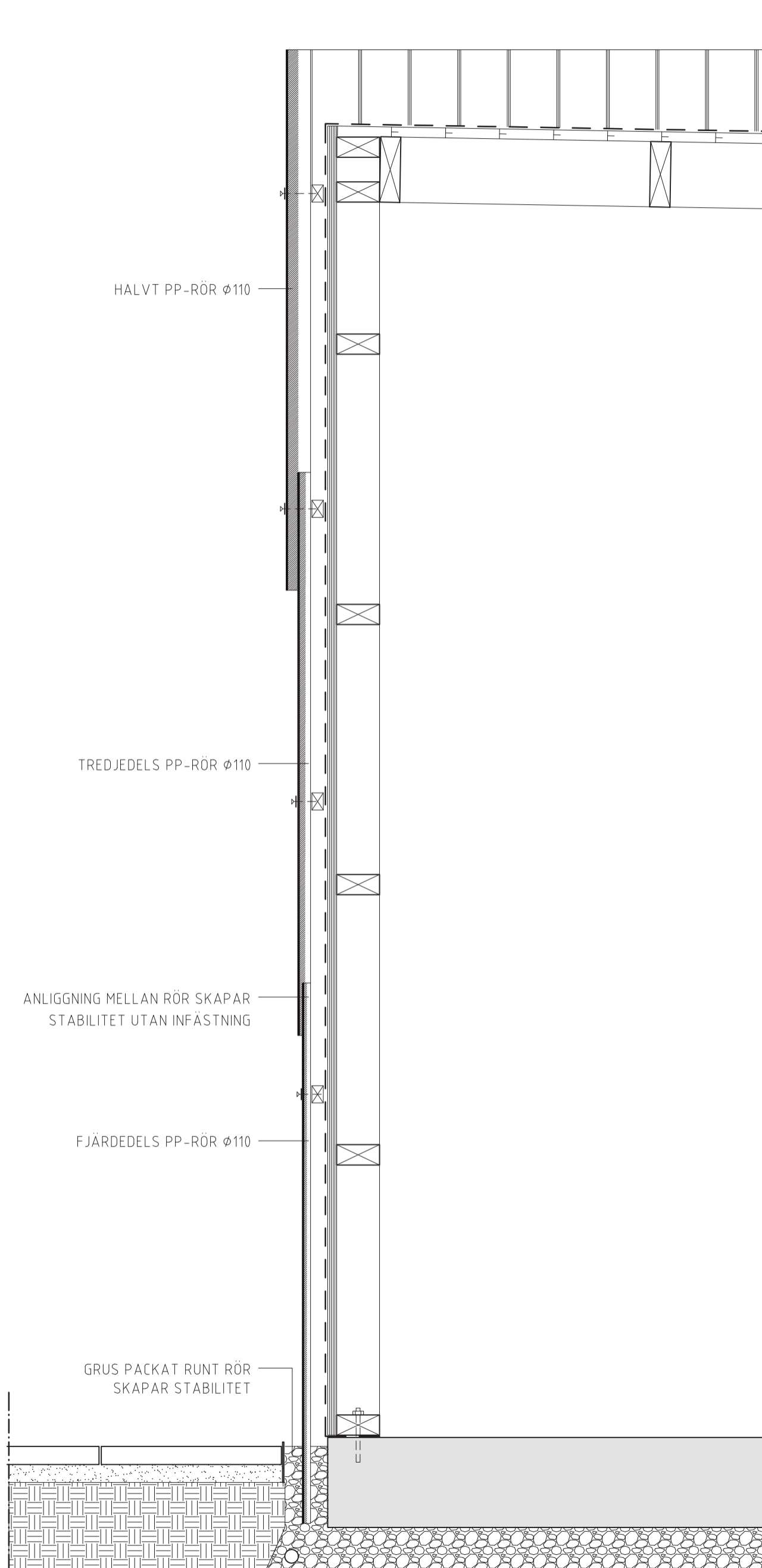


Fig.41: Detaljsektion hypotetisk komplementbyggnad 1:10



Fig.42

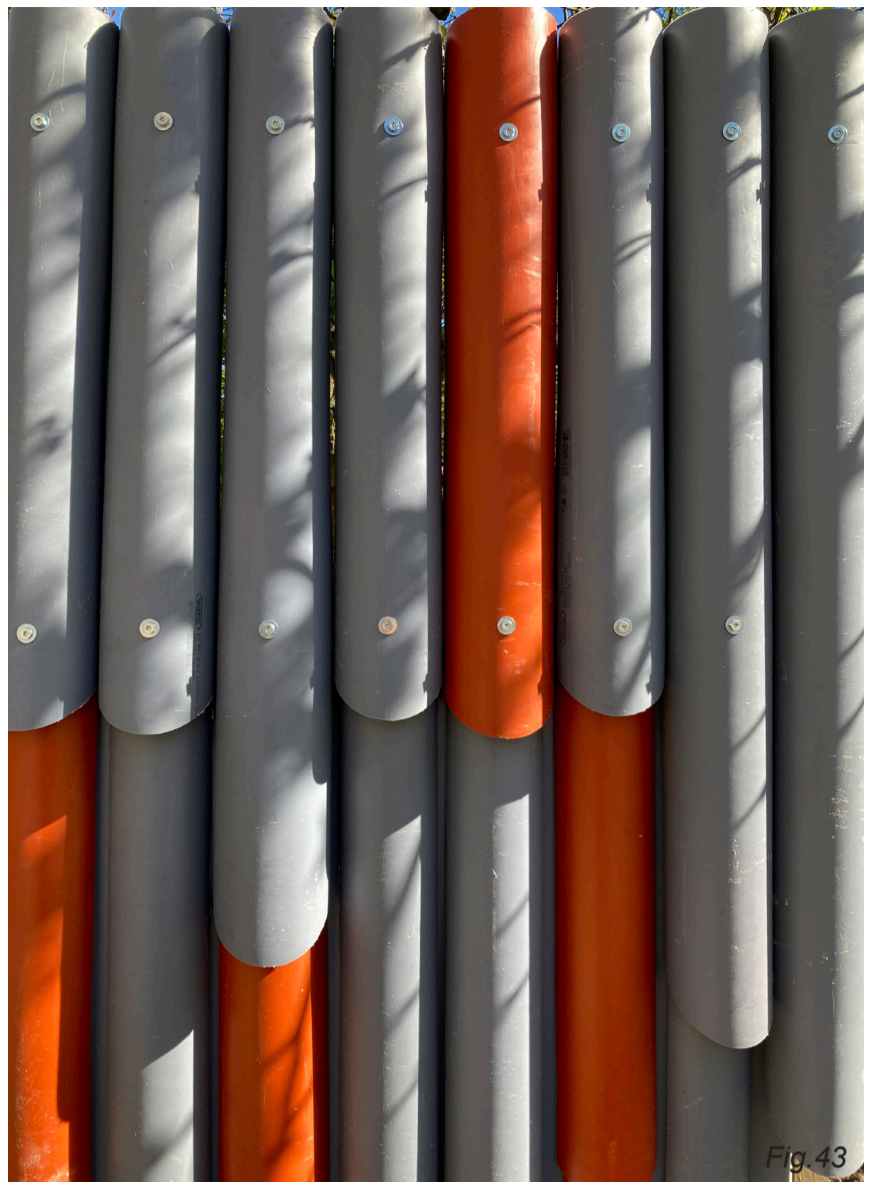


Fig.43

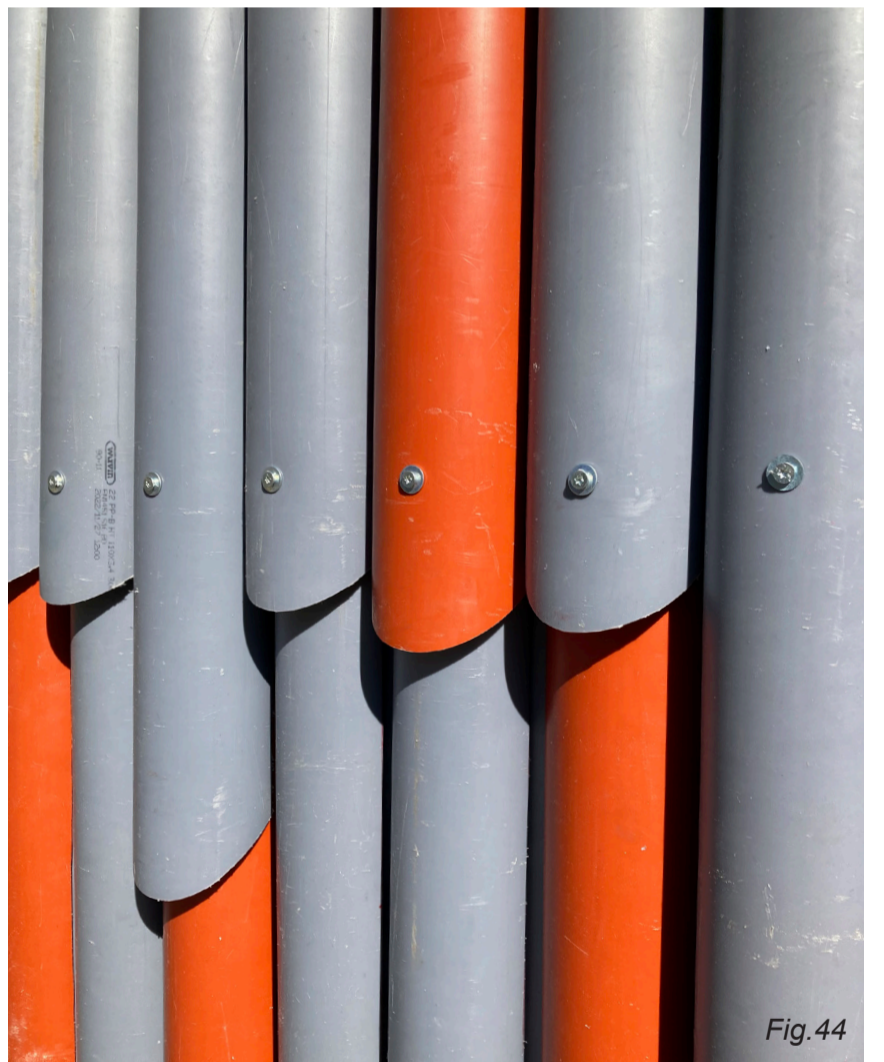


Fig.44

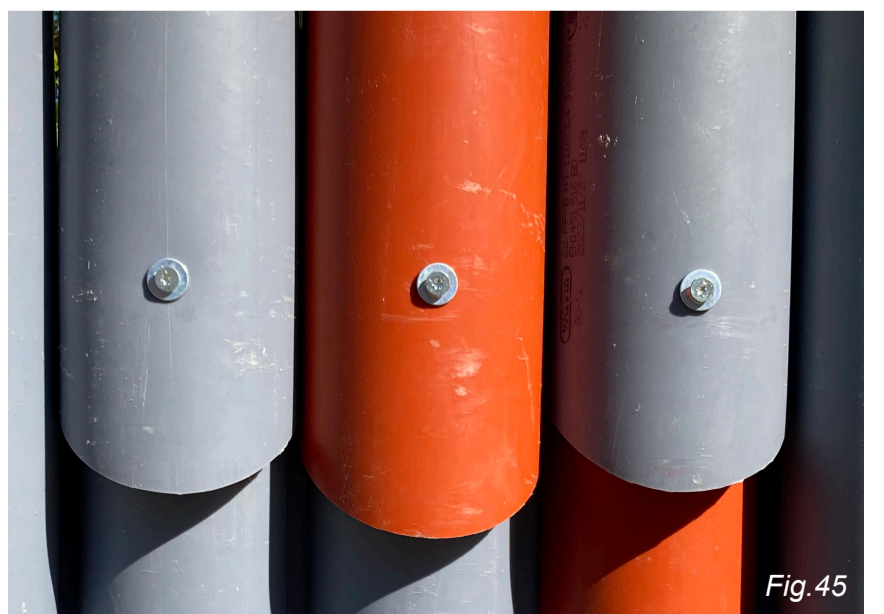


Fig.45

REFLEKTIONER

POTENTIAL FÖR ÅTERBRUK AV PLASTRÖR SOM FASADMATERIAL

Hårdplaströr är ett vanligt förekommande avfall från byggindustrin. Rören utnyttjas sällan till något annat än energiutvinning i dagsläget. Det finns därför ingen tvekan om att klimatbesparingar av hårdplaströr går att uppnå genom återbruk av dessa – enligt projektets förslag som fasadmateriell.

Projektet har ur flera aspekter visat positiva indikationer på att hårdplaströr ska kunna återbrukas som fasadmateriell under vissa förutsättningar. Projektets begränsade tidsram har medfört att flera osäkra parametrar kvarstår att utreda. Dessa parametrar diskuteras kortfattat i detta avsnitt.

PÅVERKAN PÅ DAGVATTEN

En aspekt som funnits med som diskussion under projektets gång har varit rörens påverkan på dagvatten vid denna nya typ av användning. Som tidigare nämnt om materialets egenskaper så är PP-rör ofarliga ur hälsosynpunkt (sid. 8), vilket till en början ger goda förutsättningar för ett positivt resultat i frågan. Ingen information går heller att hitta kring att rör i mark skulle ha någon påverkan på dagvattnet, trots att det utsätts för vatten både ut- och invändigt. Förhållandena som förändras i och med det nya användningsområdet som fasadmateriell är att det nu tillförs direkt dagsljus på fasaden. Där skulle vidare utredning behöva göras för att utreda om de nya förutsättningarna gör någon skillnad.

DESIGNPROCESS & PRODUKTION

Plaströren har onekligen visat sig vara ett intressant material att jobba med när det kommer till att skapa en attraktiv design. När det gäller själva designprocessens tillvägagång och genomförbarhet så är det som generellt kring återbrukat material i dagsläget, att det kräver lite mer öppenhet och flexibilitet i ett inledande designskede. Utbudet är sällan känt till 100% i tidigt skede, det kan handla om att behöva sätta ramar för designens flexibilitet. I ett projekt som detta kan det beslutas att till exempel tillgången till en viss dimension kan vara mer avgörande för designens slutresultat än tillgången till en specifik kulör.

Insamling av rördelar för modellbygget pågick parallellt med arbetet kring slutdesignen. Utifrån det organiska och därav mycket tillåtande koncept som utarbetats i projektet så fanns en stor flexibilitet till att anpassa gestaltningen utefter vilka rörlängder som fanns att tillgå.

Den typen av anpassningar skulle förmodligen inte fungera på en storskalig byggnad, utan fasadgestaltningen skulle behöva utgå från ett antal förutbestämda rörlängder för att försäkra att alla rör linjerar med infästningar i fasadkonstruktionen. Vad som framgår av designprocessen på sidorna 12-13 är vilka stora möjligheter till en varierande fasadgestaltning som går att uppnå med en och samma produktfamilj.

En uppskalning av denna typ av tillverkning skulle kunna innebära att rör togs tillvara i takt med tillgången på material (avfall), vilket skulle göra att materialet kunde lagras och därmed vara känt vid uppstart av designprocessen.

Projektets tillverkningsprocess var högst manuell med begränsade verktyg och produktionsmöjligheter. I en process som börjar likna en storskalig produktion skulle produktionseffektiviteten vara en avgörande faktor. Till exempel genomförbarheten att tillverka olika delar av rören (exempelvis tredjedelar) skulle kunna bli styrande. Precis som rapporten nämner i kapitlet om Materialbearbetning på sid 10, så skulle enbart halveringar av rördelar innebära att klyvningsprocessen kan begränsas till att använda enbart bandsåg.

Vidare skulle prefabricering av fasadsegment i fabrik vara en stor fördel. Liksom projektets modell kan då fasadkomponenterna monteras som hela delsegment på läkt för en smidig transport och ett effektivt montage på byggplatsen. Dessutom skulle detta underlätta för framtida demontering och fasaden skulle kunna utnyttjas som ett flexibelt system som kunde monteras och återmonteras gång på gång.

REFLEKTIONER

ESTETISK BESTÄNDIGHET ÖVER TID

Detta projekt har ej beaktat rörens estetiska beständighet över tid. Rören kommer att blekas när de utsätts för uv-strålning. Det är möjligt att det skulle kunna uppstå en estetisk förädling över tid när rören bleks, precis som när en träfasad över tid får en silvergrå patina. En annan parallell är inredningsstilen Shabby chic, där det slitna och patinerade ges ett högt egenvärde. Blekningen skulle kunna tas i beaktning i designprocessen och styra kulörsättningen av fasaden. Kanske skulle en rörfasad med några år på nacken kunna bli ännu vackrare än den rörfasad vi skapar idag.

GLASOMVANDLINGS-TEMPERATUR

Glasomvandlingstemperatur för PP-plast, som nämns på sid. 8 i rapporten, ligger på -25°C . Med rörens normala förutsättningar, nergrävda i mark, så nås inte dessa temperaturer tack vare markens isolerande förmåga. Monterade på fasad finns däremot risken att temperaturen vid extrema förhållanden kryper ner mot -25°C . I det fallet skulle en utredning behöva göras kring vad som faktiskt händer med fasaden. Kommer denna typ av fasad enbart kunna tillämpas i områden där det går att försäkra sig om att temperaturen aldrig når dessa temperaturer? Eller kan det finnas (miljövänliga) ytförstärkningar eller behandlingar som gör att omvandlingen kan motverkas/fördröjas?

BRAND

Brandaspekten är troligen den största utmaningen för uppskalning av denna typ av fasad. Inga testresultat har hittats för användande av PP-plast som fasadmateriäl. Det krävs specifika tester av PP-fasadens brandtekniska egenskaper och ytskiktssklass för att kunna avgöra om fasaden är möjlig att tillämpa i större omfattning. Därtill kan monteringskrav tillkomma.