



CHALMERS



Modulbaserad pergola med träning och gemenskap i centrum

En pergola med träningsmöjligheter

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Design & Produktutveckling

Nathanael Bredberg

Gustav Ferm

INSTITUTIONEN FÖR Industri och Materialvetenskap

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2026

www.chalmers.se

Examensarbete 2026

**Utforskning av koncept för en modulbaserad pergola med
träningssmöjligheter.**

Utomhusgym som uppmuntrar till gemenskap och avkoppling.

Bredberg

Ferm



CHALMERS

Institutionen för Industri- och materialvetenskap

Avdelningen för Design & Human factors

CHALMERS Tekniska Högskola

Göteborg, Sverige 2026

Utforskning av koncept för en modulbaserad pergola med träningsmöjligheter.

Utomhusgym som uppmuntrar till gemenskap och avkoppling.

© NATHANAEL BREDBERG, 2026

© GUSTAV FERM, 2026

Handledare: SANNA DAHLMAN, INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH
MATERIALVETENSKAP

Handledare: TONY ALGEHOV, INVENCON AB

Examinator: SANNA DAHLMAN, INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH
MATERIALVETENSKAP

Examensarbete 2026-06-03

Institutionen för Industri- och materialvetenskap

Avdelningen för Design & Human factors

Chalmers Tekniska Högskola SE – 412 96 Göteborg

Telefon: +46 (0)31-772 1000

Framsida:

Illustration av slutkoncept skapat av projektgruppen, 2026.

Chalmers digitaltryck

Göteborg, Sverige 2026

Förord

Tack till kollegorna och handledarna på Invencon för ert förtroende och värdefulla vägledning. Tony, Ludvig och Elin, era åsikter och erfarenhet har varit inspirerande att ta del av.

Vår handledare på Chalmers, Sanna Dahlman, har varit med oss hela resan och vi vill ge ett stort tack till all feedback och goda råd som vi har fått under projektet.

Göteborg, 2026

Stort tack!

Hälsningar från projektgruppen,



Gustav Ferm



Nathanael Bredberg

Concept development of a module-based pergola with training possibilities

An outdoor-gym that encourages social interaction and relaxation.

Nathanael Bredberg

Gustav Ferm

Department of Industrial- and Materials science

Chalmers University of Technology

Abstract

This thesis covers the concept development of a module-based pergola with training possibilities for the consumer market. The aim of this project was to create a solution that merged the boundaries between social spaces and fitness equipment through the use of a modular framework. Questions that guided the process were how simple assembly could be combined with strong structural integrity. Based on these questions, the process resulted in a concept based on beams of glued laminated timber, also known as “glulam”, and powder-coated sheet-metal.

Key solutions include steel corner joints that ensure structural integrity for the beam assembly, steel rails that allow modules to be installed and steel pillar bases that allow the structure to be mounted on a wooden deck. User based studies confirm the need for ease of installment and an aesthetic that appeals to a garden environment. This resulted in a design language that combined a high level of technical functionality with an aesthetically pleasing appearance. An environmental analysis of the concept indicated that the majority of the climate impact came from the extracting and refining of raw materials. This impact could be reduced by offering spare parts and options for personal modification of the structure and therefore extending its lifetime. The final concept proves the possibilities of developing a stable modular construction that incorporates training equipment and social interactions in a garden.

The report is written in Swedish.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Mål	2
1.4	Avgränsningar	2
1.5	Frågeställningar	3
1.6	Användning av AI	3
2	Metod	4
2.1	Initial Informationsinsamling	4
2.1.1	Förstudie	4
2.2	Analysmetoder	4
2.2.1	KJ-analys	4
2.2.2	Funktionsanalys och kravspecifikation.....	5
2.2.3	Semantisk analys	5
2.3	Användarstudier	5
2.3.1	Konceptdriven designforskning.....	6
2.3.2	Enkäter.....	6
2.3.3	Intervjuer	6
2.3.4	Fokusgrupper	6
2.3.5	Metodsammanslagningstadie.....	6
2.4	Idégenereringsmetoder	7
2.4.1	Individuell och gemensam brainstorming	7
2.4.2	Morfologisk matris	7
2.5	Utvärderingsmetoder	7
2.5.1	PNI.....	7
2.5.2	PUGH-matris	8
2.5.3	ANSYS Granta EduPack	8
3	Genomförande & Resultat	9
3.1	Förstudie.....	9
3.1.1	Företagets riktlinjer.....	10
3.1.2	Målgrupp	11
3.1.3	Tidigare examensarbeten för projektet	11
3.1.4	Marknadsundersökning	11
3.1.5	Enkäter.....	12

3.2	Initial Utgångspunkt	14
3.3	Idégenerering utifrån initial utgångspunkt	16
3.4	Fokusgrupp	18
3.5	Analys av data	26
3.5.1	KJ-Analys	26
3.5.2	Funktionsanalys & Kravspecifikation	29
3.5.3	Utgångspunkt	32
3.6	Idégenereringsmetoder	32
3.7	Utvärderingsmetoder	37
3.8	Konceptval	39
3.8.1	Samråd med Uppdragsgivare	40
3.9	Prototyp & Mockup	40
3.10	Hållfasthetsaspekter	45
4	Presentation av slutgiltigt koncept	48
4.1	Presentation av helhetskonstruktion	49
4.2	Dellösningar	50
4.3	Moduler	56
4.4	Ytterligare Funktioner	61
4.5	Semantisk Analys	61
4.6	Tillverkning	63
5	Diskussion	65
5.1	Metod- och processreflektion	65
5.2	Teknisk utvärdering och konceptets begränsningar	65
5.3	Avgränsningar och framtida arbete	66
5.4	Kravuppfyllnad	67
6	Hållbarhetsanalys	68
6.1	Framställning av råmaterial	69
6.2	Tillverkning	70
6.3	Distribution	70
6.4	Användning	71
6.5	Resthantering	71
6.6	Påverkan av gymgolan	72
7	Slutsats	74
	Källförteckning	76
	Bilagor	78

Nomenklatur

Här följer en sammanfattning av de olika begrepp som används inom rapporten.

Pergola – En öppen utomhuskonstruktion som ofta är konstruerad av träbalkar. Den skapar ett ”rum” i trädgården.

Gymgola – En kombination av ett gym och en pergola.

J-hook – En krok som brukar fästas i gymställningar för att hänga skivstänger på.

Smith-maskin – En skivstång som är fixerad i horisontell riktning och som löper längs skenor i vertikal riktning.

Jordankare – En fästanordning i stål som slås eller skruvas ner i marken för förankra konstruktioner som staket eller altaner.

Gänginsats – En hylsa som monteras i en komponent som till exempel en träbalk för att skapa en slitstark gänga.

Lasyr – En halvgenomskinlig ytbehandling för trä som ger skydd och färg. Används ofta på träfasader för att behålla det naturliga utseendet med synliga träfibrer.

Cubic beslag - Heltäckande balkbeslag med kvadratisk tvärsnitt, varierar från allt mellan 90-graderskopplingar till 4-vägskopplingar.

1. Inledning

Detta kapitel behandlar inledande information om projektet. Det presenterar bakgrund till projektet, syfte, målsättningar, avgränsningar och frågeställningar som projektet vill svara på.

1.1 Bakgrund

Det bli alltmer vanligt för privatpersoner att vilja träna hemma. Dels för att slippa mängden personer på offentliga gym, men också för att enklare planera in träningen i vardagen.

Alternativen varierar oftast mellan att köpa in fria vikter och andra lösa träningsredskap eller att införskaffa ett eget utomhusgym om plats tillåter det. Personer som vill ha ett utomhusgym tvingas ofta bygga ett eget då det i nuläget inte finns företag som specifikt riktar in sig på att göra utomhusgym för privatpersoner.

Många företag som erbjuder utomhusgym är specifikt inriktat mot offentliga platser där de bygger kompletta lekparkar med möjlighet till träning. Invencon AB är ett konsultföretag inom innovation och produktutveckling och har under några år jobbat med att ta fram en modulbaserad träningsprodukt som vänder sig till konsumentmarknaden för enkel installation i trädgårdar. Detta har historiskt sett varit ett återkommande examensarbete som Invencon erbjuder för studenter. Produkten är tänkt att passa för enkel installation i en trädgård där den vid behov skall kunna kombineras och bli en naturlig del av trädgården och diverse trädgårdsutsmyckningar. Den ska kombinera möjligheten till träning och fungera som en social yta för avkoppling eller andra praktiska funktioner i en trädgård. Tidigare examensarbeten som har jobbat med detta uppdrag har undersökt olika aspekter inom utomhusmöbler som går att använda som träningsredskap. Projektbeskrivningen har tidigare år varit bred och tillåtit tidigare projektgrupper att välja aspekter att undersöka. Nu vill Invencon skifta fokus till att undersöka utformningen av ett modulbaserat utomhusgym som också går att nyttja som social yta och för avkoppling. Likt en typisk pergola, med träningsmöjligheter, en gymgola.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att utforska hur en helhetslösning kan utformas för en modulbaserad pergola med träningsmöjligheter för konsumentmarknaden. Samt undersöka hur moduler kan utformas för träning och främjande av socialt umgänge. Fokus ligger på att utforma en modulär grundstomme för att möjliggöra montering av moduler som främjar både träning och socialt umgänge. Lösningen ska passa in i en trädgård och vara konstruerad av hållbara och tåliga material.

1.3 Mål

Projektets mål är att ta fram ett koncept för en modulbaserad pergola med träningsmöjligheter som främjar möjligheten till träning och socialt umgänge. Detta genomförs genom sammanställning av relevanta aspekter från tidigare koncept från tidigare examensarbeten, samt undersökning av nya lösningar som är specifika för en modulbaserad pergola med träningsmöjlighet.

1.4 Avgränsningar

För att se till att projektet blir uppnåeligt och får en klar riktning, tas följande kategorier hänsyn till under projektets gång.

Marknadssegment - Arbetet begränsas till konsumentmarknaden och privata trädgårdar.

Omfattning - Arbetet fokuserar främst på grundstommen och ett begränsat antal moduler.

Tekniskt djup - Arbetet fokuserar på konceptutveckling snarare än färdiga produktionsritningar med fullständiga hållfasthetsberäkningar. Dessa begränsas till kritiska punkter i stommen. Arbetet tar inte hänsyn till fullständig monteringsprocess, dvs tillplattning av mark och övriga fundamentala förberedelseprocesser inför konstruktion.

Materialval - Ett begränsat antal material som uppfyller kraven på hållbarhet och svenskt klimat, till exempel specifika träslag eller ytbehandlingar, kommer utvärderas.

Prototyper - Eventuella prototyper avgränsas till förenklade modeller av slutkonceptet eller en specifik del av konstruktionen.

Hållbarhetsanalys - Begränsas till de mest relevanta aspekterna såsom materialens livscykel och miljöpåverkan.

1.5 Frågeställningar

- Hur designas ett modulärt utomhusgym som eftersträvar samma enkelhet som att montera en IKEA möbel, men som ändå klarar 200kg dynamisk belastning?
- Hur utformas ett modulsystem som möjliggör snabba redskapsbyten utan verktyg, samtidigt som det garanterar användarens säkerhet vid tunga lyft?
- Hur skapar man en balans mellan industriell träningsställning och exklusiv trädgårdsmöbel med hjälp av formspråk och materialval?

1.6 Användning av AI

Generativa AI-verktyg har använts som ett kompletterande stöd under projektets gång, i enlighet med Chalmers riktlinjer. Verktögen har använts inom tre huvudsakliga områden.

1.6.1 Språklig bearbetning

AI har använts för korrekturläsning och språkliga justeringar för att säkerställa akademisk kvalitet.

1.6.2 Assistans vid idégenerering

AI har fungerat som ett digitalt bollplank i de tidiga faserna av designprocessen för att utforska olika designspår och perspektiv.

1.6.3 Visuellt stöd i användarstudier

AI-baserad bildgenerering har använts för att korrigera, variera och iterera projektgruppens konceptrenderingar. Detta gjordes i syfte att ta fram ett bredare urval av stödbilder inför projektets användarstudie, vilket underlättade feedbacken från användarna.

Allt genererat material och stöd har granskats kritiskt och kvalitetssäkrats av projektgruppen.

2 Metod

Här presenteras de metoder som användes inom ramen för projektet. Dessa inkluderar olika analysmetoder, användarstudier och metoder för idégenerering och utvärdering och presenteras inte i kronologisk ordning.

2.1 Initial Informationsinsamling

Denna del fungerar som en inledande insamling av relevant information för projektet.

Informationssamling kan genomföras på flera nivåer, dessa presenteras nedan.

2.1.1 Förstudie

I förstudien utvärderas mer generell information som övergripande riktlinjer och förutsättningar. Den syftar till att ge en första filtrering av information och analyserar i vilken omfattning befintlig information ska användas vidare i projektet.

2.1.1.1 Marknadsundersökning

Marknadsundersökning syftar till att inhämta information från marknaden och analysera vilka typer av produkter som redan finns och vilka behov de uppfyller. Det främsta syftet är att hitta eventuella marknadsluckor.

2.2 Analysmetoder

Följande metoder syftar till att analysera information. För detta projekt inkluderar detta KJ-analys, funktionsanalys och semantisk analys.

2.2.1 KJ-analys

Denna metod syftar till att bryta ner och kategorisera stora mängder data. Detta genomförs genom att gruppera påståenden eller information i olika kategorier för att på ett övergripligt sätt identifiera eventuella problem eller andra behov. Metoden används ofta inom användarstudier där många olika påståenden behöver sammanfattas (Six sigma study guide, 2018).

2.2.2 Funktionsanalys och kravspecifikation

Funktionsanalys och kravspecifikation fungerar som ett tydligt ramverk baserat på inhämtad information. Funktionsanalysen bygger på att sammanfatta de olika funktioner en lösning bör ha för att uppnå identifierade kundbehov. Strukturen som används är ofta ett verb och ett substantiv för att hålla funktionerna korta och tydliga. Till exempel ”Uppmana handhavande”. Kravspecifikationen har en liknande struktur där olika kriterier presenteras. Dessa kriterier är utgångspunkter för att en lösning ska kunna uppnå de funktionerna som efterfrågas. Kravspecifikationen är ofta detaljerad med tydliga målvärden för de olika kriterierna.

2.2.3 Semantisk analys

En semantisk analys beskriver en produkts tecken och vad den uttrycker. Analysen syftar till att analysera om en produkt är igenkännbar och om en användare kan förstå vad det är för produkt och hur den fungerar genom att bara titta eller ta på den (Monö, 1997). Detta ska säkerställa produktens semantiska budskap genom att,

- ”Beskriva produktens ändamål, hantering och verkningssätt”
- ”Uttrycka produktens egenskaper”
- ”Uppmana till hur produkten ska användas och hanteras”
- ”Identifiera produktens ursprung” (Monö, 1997)

2.3 Användarstudier

Användarstudier är en central del i att hämta information och åsikter från målgruppen och personer utanför projektgruppen. I användarstudier ingår ofta enkäter, intervjuer, observationer och fokusgrupper. Inom ramen för detta projekt kommer enkäter användas, samt en hybrid av semistrukturerade gruppintervjuer och fokusgruppmetodik, integrerat i en konceptdriven designforskning.

2.3.1 Konceptdriven designforskning

Konceptdriven designforskning (Stolterman & Wiberg, 2010) innebär att man tar fram ett koncept innan mötet med användarna sker. Istället för att basera användarstudierna på öppna frågor som saknar kontext, används det framtagna konceptet som ett konkret verktyg för att föra dialogen framåt och generera mer specifika svar under intervjuer. Metoden syftar att minimera de svårigheter som framstår när användare inte på ett lätt sätt kan förhålla sig till de abstrakta idéer som ännu inte tagit fysisk form. Genom att presentera ett tydligt koncept skapas en gemensam utgångspunkt för samtalet. Enligt Stolterman och Wiberg (2010) fungerar detta tillvägagångssätt som ett effektivt sätt att testa teorier och antaganden.

2.3.2 Enkäter

Enkäter används för att inhämta stora mängder kvantitativ data. De kan med fördel användas tidigt i en produktutvecklingsprocess för att snabbt få en övergripande bild av kundbehov.

2.3.3 Intervjuer

Intervjuer används ofta för att fånga upp detaljerade påståenden och åsikter. Denna data är kvalitativ och har ofta mycket mer nyanserad information jämfört med kvantitativ data. Intervjuer ger goda möjligheter att ställa följdfrågor och skapa en djupgående konversation vid behov. Intervjuer kan genomföras strukturerat där en strikt struktur med frågor följs, eller semistrukturerat där en struktur används som utgångspunkt men är öppen att utforska eventuella sidospår i diskussionerna.

2.3.4 Fokusgrupper

I en fokusgrupp väljer man ut en användargrupp som gemensamt får diskutera en tänkt produkt eller tjänst. Dessa gruppen kan variera i storlek men brukar vanligtvis vara mellan 5-15 personer. Det brukar inte finnas någon strikt struktur som dessa fokusgrupper utgår ifrån. Ofta presenteras specifika komponenter eller funktioner och gruppen får fritt diskutera om dessa, (Kotler, 2011).

2.3.5 Metodsammanslagningstadiet

I en användarstudie med ett begränsat antal deltagare kan fördelarna med både fokusgrupper och intervjuer kombineras. Genom att genomföra semistrukturerade intervjuer i par, skapas en trygg miljö där deltagarna kan fördjupa sina resonemang samtidigt som de kan reagera och bygga vidare på varandras argument.

2.4 Idégenereringsmetoder

Här beskrivs olika metoder för idégenerering som har använts inom projektet. Dessa inkluderar individuell brainstorming, gemensam brainstorming och en morfologisk matris.

2.4.1 Individuell och gemensam brainstorming

Brainstorming innebär att en individ eller grupp ska komma på så många idéer som möjligt på en utsatt till, utan att lägga någon initial värdering i lösningarna. Det skiljs på individuell brainstorming och gemensam. Individuell brainstorming syftar till att låta en enskild individ komma på lösningsförslag utan något inflytande av andra. Detta ger individen möjligheter att skapa sig en djupare individuell bild av hur en lösning kan se ut. Gemensam idégenerering bygger på att ta dessa djupare individuella lösningsförslagen och låta en annan person ta del av och bygga vidare på lösningsförslaget. Detta ger möjlighet att upptäcka nya perspektiv som inte tidigare iakttagits.

2.4.2 Morfologisk matris

En morfologisk matris bygger på att det finns tydliga lösningsförslag på produkten. Dessa förslag grupperas i kategorier av vilken del lösning eller funktion de uppfyller, sedan väljs ett lösningsförslag ur varje kategori för att skapa ett konceptförslag.

2.5 Utvärderingsmetoder

Dessa metoder syftar till att utvärdera de konceptförslag som produceras i den morfologiska matrisen. Detta genomförs först på en generell nivå för att sedan utvärdera koncepten mer detaljerat. De metoder som används i detta projekt är PNI och Pugh-matris.

2.5.1 PNI

PNI handlar om att analysera varje konceptförslag utifrån vad som är positivt, negativt och intressant. Detta ger en snabb överblick av skillnader mellan konceptförslagen och tillåter en projektgrupp att se eventuella brister på ett överskådligt sätt. Ofta fokuserar en PNI på en eller två punkter i varje kategori för att hålla det kort och koncist.

2.5.2 PUGH-matris

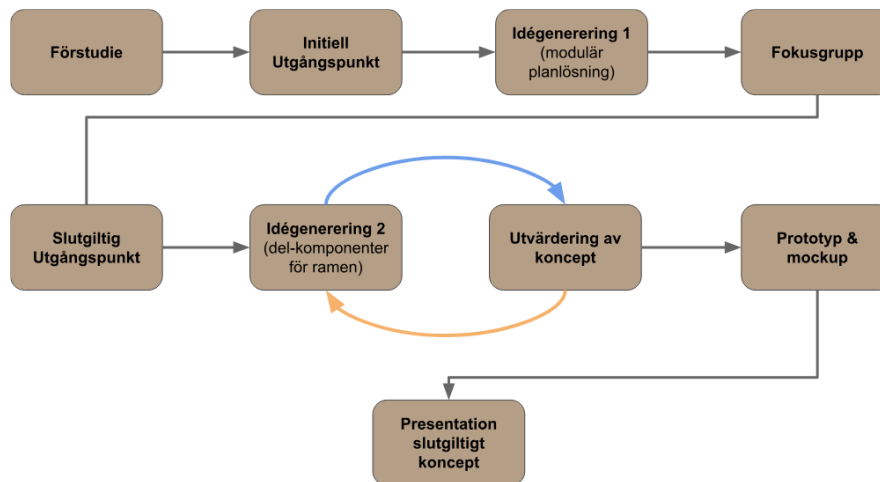
Denna metod tar konceptförslagen och utvärderar dessa på en djupare nivå. Konceptförslagen blir utvärderade utifrån funktioner eller krav. Beroende på hur väl konceptförslaget uppfyller funktionen eller kravet får det en siffra. 1 betyder att det uppfylls bra, -1 betyder att det uppfylls dåligt och 0 är mitt emellan. Summan som varje konceptförslag får i varje kategori multipliceras med en siffra som bestämmer hur viktig den funktionen eller kravet är. Denna viktning är oftast på en skala mellan 1 och 5.

2.5.3 ANSYS Granta EduPack

Ansys Granta EduPack är ett verktyg som är inriktat för studerande inom materiallära. Verktöget innehåller en databas med information om material, tillverkningsprocesser och dess klimatpåverkan. Databasen kan filtreras i olika nivåer beroende på hur mycket detaljerad information som efterfrågas. Granta EduPack kan också användas för att jämföra flera olika material och dess egenskaper med varandra, samt skapa detaljerade analyser på energikonsumtion och klimatpåverkan av framställning och tillverkning av material.

3 Genomförande & Resultat

I detta kapitel presenteras metodernas genomförande inom ramen för projektet, samt vilka resultat de gav. Kapitlet är i kronologisk ordning och varje delkapitel bygger på information från det tidigare. Stegen följer flödesschemat i figur 1 nedan.



Figur 1: Flödesschema av genomförda processteg (författarnas egen bild)

Detta flödesschema syftar till att ge projektgruppen och läsaren en övergripande förståelse för de ingående stegen och vilken ordning dessa genomförs i.

3.1 Förstudie

Arbetet inleddes med en informationsinsamling i samråd med Invencon. Denna inleddes genom ett möte under första projektveckan och syftade till att ge projektgruppen och Invencon möjlighet att diskutera vilka förutsättningar och eventuella avgränsningar som är aktuella. Därefter fortsatte projektgruppen på egen hand att samla in relevant information, hur detta gick till och vilka resultat det gav presenteras i följande delkapitel.

Förstudien syftar till att samla bakomliggande information för att kunna uppfylla befintliga behov och visioner från företaget och få en översikt av vilket utbud av liknande produkter som redan finns på marknaden. Denna genomfördes i tre delar. Inledningsvis analyserades företagets riktlinjer, därefter tidigare examensarbeten som jobbat med detta projekt tidigare för att slutligen undersöka vilka lösningar som finns på marknaden redan.

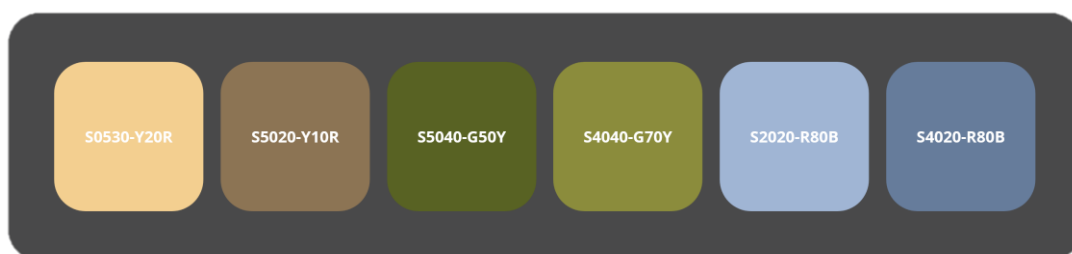
3.1.1 Företagets riktlinjer

Företaget har som mål att främja en ny kategori av modulbaserade produkter som riktar sig till konsumentmarknaden för privat trädgårdsbruk. Målet är att skapa en helhetslösning där gränsen mellan ett utomhugym och social trädgårdsyta suddas ut. Produkten ska vara en estetiskt tilltalande trädgårdsinstallation, likt en pergola, men ha inbyggd funktionalitet för att fungera som bärare av olika träningsmoduler. Invencon betonar vikten av en produkt som inte bara agerar som ett träningsredskap, utan en del av trädgårdens utsmyckning, där stommen kan kombineras med olika vardagliga produkter.

En central del av målbilden är enkelhet och flexibilitet. Installationen skall vara okomplicerad för kunden och över tid erbjuda stora möjligheter att bygga ut systemet efter behov.

Konstruktionen skall vara robust och andas svensk design samt tåla det skiftande svenska klimatet året runt. Ett intuitivt användargränssnitt är prioriterat, där målet är att hitta smarta lösningar som gör det lätt för användaren att interagera och ställa om i konstruktionen beroende på behov. Slutligen har projektet som mål att främja gemenskap och hälsa genom att göra fysisk aktivitet lättillgänglig och naturligt integrerad i hemmet.

Företaget har skapat en utförlig informationsbank med personas, moodboard samt förslag på funktioner och stil den slutfärdiga produkten bör ha. Av dessa är det moodboard som projektgruppen anser vara relevant och är det som projektgruppen använder som grund i det kommande arbetet. Specifikt färgpaletten i moodboarden, den inkluderar naturnära färger enligt figur 2 nedan.



Figur 2: Färgpalett från moodboard (författarnas egen bild)

Dessa färger ska representera mörkare och ljusare nyanser av vatten, himmel, träd och växtlighet. Kommande koncept bör kunna passa in bland dessa färger, men är samtidigt inte bunden till exakt dessa nyanser.

3.1.2 Målgrupp

Invencon AB vill med detta projekt nå ut till personer som äger en trädgård eller mindre uteplats och är intresserade av en dedikerad yta för träning och socialt umgänge. Denna målgrupp är relativt bred och inkluderar väldigt många olika typer av personer i olika stadier i livet. Konceptet bör kunna anpassas utefter behov från aktuell målgrupp.

3.1.3 Tidigare examensarbeten för projektet

Projektet har under åren utgått från liknande projektbeskrivning men med olikheter i fokus och utförandet. Tanken har alltid varit att skapa en möjlighet för träning och avkoppling i en och samma produkt. Av de tidigare examensarbeten som genomförts så har flertalet fokuserat på mindre enskilda lösningar som kombinerar träning och avkoppling. Vissa har undersökt utformningen av fysiska koncept och andra har undersökt teoretiska metoder för modularisering.

Ett av dessa var relevant för projektgruppens specifika arbete. Det projektet gick ut på att utforska olika typer av markinfästning för en struktur likt en pergola och redovisas i rapporten *”Utveckling av markinfästning för bruk i låghållfast jord”* av Michael Andersson. Arbetet ägnade sig åt att framställa användarvänliga och ekonomiska alternativ till de markinfästningar som finns tillgängliga idag, utan att förlora hållfastheten. Detta arbete var relevant att ta inspiration från på grund av att användarvänlig montering har en stor betydelse när man ska utveckla ett koncept till en större trädgårdskonstruktion som skall installeras av privatpersoner.

3.1.4 Marknadsundersökning

Sökningar på termen ”gymgola” i etablerade sökmotorer genererar i huvudsak visualiseringar av lekfullt utformade utomhusgym. Samtidigt identifierades ett begränsat antal kommersiella produkter inom segmentet. Dessa produkter var i huvudsak utformade med fokus på träningsfunktioner och saknade egenskaper som uppmanar till social interaktion och avkoppling. Marknadsanalysen visar ett tydligt glapp mellan traditionella utomhusgym och

estetiskt integrerade lösningar som har karaktäristiska drag av trädgårdsmöbler eller sociala mötesytor.

Ett exempel på detta är ”Outdoor fitness – Modell 3 – Tryckimpregnerad” som säljs av Uteprodukter.se. Produkten liknar delvis det som vill åstadkommas i detta projekt när det gäller funktionalitet, men inte estetik eller gällande modularitet. Ställningen är konstruerad i tryckimpregnerad furu och ser ut som en klassisk lekställning snarare än en modern trädgårdsmöbel eller pergola. Ställningen monteras genom klassisk nedgrävning i mark, vilket är en åtgärd som ofta krävs för större trädgårdsställningar men som också lägger mer ansvar i händerna på användaren. Något som projektgruppen tog med från denna produkt var däremot de standardiserade cubic beslagen, som inte bara ökar hållfastheten i en ställning som skall motstå dynamisk last, men också förenklar monteringsprocessen. Tack vare att de heltäckande beslagen tvingar in balkarna inom specifika mått och vinklar blir risken mindre att felmontering skulle uppstå. Outdoor fitness modell 3 är en fast konstruktion med ribbor och en gunga men saknar utbytbara moduler. Den kombinerar träning med lek men saknar sociala funktioner som avställningsytor eller trädgårdsintegrering, den är alltså inte byggd för att saker ska bytas ut eller ändras.

“Recoil Rigg Vägghängd för Utomhusbruk Svart” som säljs av Gymkompaniet.se är en träningsställning framtagen för utomhusbruk som erbjuder mycket funktionalitet för olika gymredskap och övningar men saknar ett utseende som estetiskt passar in i en trädgård. Ställningen är av svartlackerad metall och har ett industriellt utseende som passar bra för gymbruk men tappar charmen så fort den står framme vid sociala tillställningar. Ett stort plus med denna ställning är däremot nyckelhålsskenorna i stolparna som tillåter för en stor bredd i vilka redskap man kan koppla på.

3.1.5 Enkäter

I detta skede skapades en enkät med frågor om träningsvanor, föredragna träningsmoment, utomhusgym och sällskapsytor i en trädgårdsmiljö. Enkätens syfte var att få en övergripande bild på vad privatpersoner prioriterar när det kommer till träningsmoment och hur mycket de kan tänka sig att justera i utrustningen mellan träningspass. Enkäten skickades ut till personer i alla åldrar och målgrupper, detta för att få en god mängd kvantitativ data att skapa en ytterligare utgångspunkt utifrån. Personer som tog emot och deltog i enkäten var personal på Invencon AB, skolkamrater samt privata kontakter till projektgruppen.

Enkäten var designad så att frågorna anpassades utifrån deltagarens tidigare svar. Om personen som svarade inte hade en trädgård ställdes inte några vidare trädgårdsspecifika frågor. Några viktiga punkter som sammanfattades i enkäter redovisas nedan, för en mer ingående sammanfattning, se bilaga 1.

- Majoriteten av personerna som svarat föredrar en kombination av fasta redskap och flyttbara redskap.
- De vanligaste muskelgrupperna att träna utifrån denna enkät är ”Rygg”, ”Armar” och ”Lår”. Därefter kommer ”Axlar” och ”Bröst”.
- Det viktigaste är tillgängligheten av redskap, att det är nära till hands.
- Majoriteten föredrar att det maximalt ska ta 30 sekunder att ändra i utrustningen inför en övning.
- Majoriteten föredrar en ljusare ”skandinavisk” design.
- 81% kan tänka sig att montera ihop ställningen själv om det är lika enkelt som en ”IKEA-möbel”.

3.2 Initial Utgångspunkt

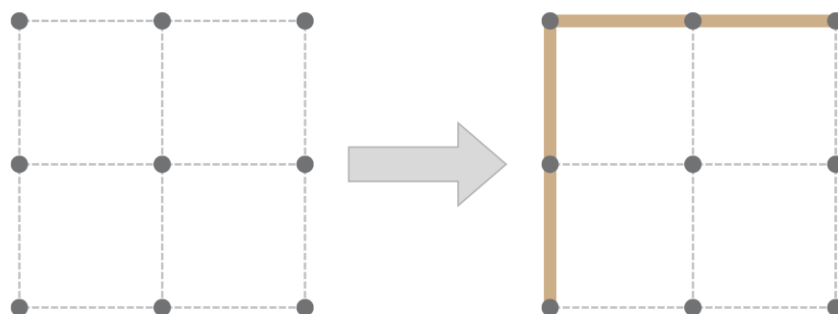
Utifrån tidigare delkapitel i förstudien skapas en initial tanke runt vilka ramar konceptet skall utformas kring. Kombinationen av lärdomar från analyserna samt konsultationen med Invencon AB kring tidigare arbeten och egna tankar resulterade i en utgångspunkt att skapa ett koncept för en stomme utifrån ett modulärt ramverk. Med ”modulärt ramverk” menas en stomme som kan byggas på olika sätt. Eftersom en pergola i sin mest primitiva form är en samling av vertikala och horisontella balkar gjordes ett val att utforska om man kan erbjuda privatpersoner total frihet i val av utformning utifrån ett rutnät-system.

Denna utgångspunkt summeras i en enklare funktionslista som beskriver vilka funktioner det modulära ramverket bör uppfylla på en större skala och som den initiala idégenereringen bör utgå ifrån, se tabell 1 nedan.

Tabell 1: Initial Funktionsanalys för ramen till Gymgolan

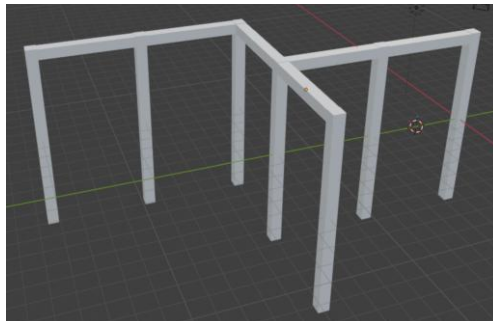
Funktionsanalys för ramen till Gymgolan				
Funktion: (Verb + Substantiv)		Klass: HF/DF/SF	Kommentar:	Prio: Nödvändig/ Önskvärd/ Tänkvärd/
Möjliggöra	Modularitet	HF		N
Förenkla	Montering	DF		Ö
Säkerställa	Stabilitet	DF		N
Förhindra	Personskada	DF		N
Förhindra	Misstag	DF		Ö
Underlätta	Transport	DF		Ö

Framtagandet av de fyra kommande koncepten menar att reducera komplexiteten till ett minimalt fungerande ramverk. Detta ramverk syftar till att vara tillräckligt konkret för att användarna i nästa fas skall kunna förstå systemets möjligheter och begränsningar. Samtliga koncept utgår från ett rutnät-system enligt figur 3 nedan.



Figur 3: Visualisering av rutnät-systemet (författarnas egen bild)

De streckade linjerna i figuren kan fyllas med balkar och prickarna symboliserar möjliga hörn som sammanfogar planlösningen. Rutnätet kan teoretiskt expanderas till en mycket större planlösning som går i olika riktningar om användaren har sådana behov, se figur 13 nedan.



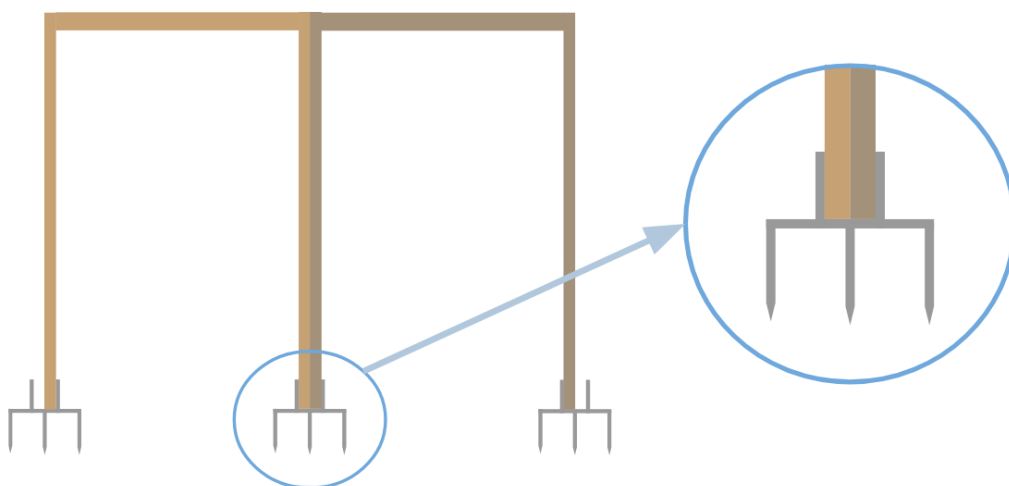
Figur 4: 3d-rendering på modulärt ramverk som visar hur konstruktionen kan expanderas. (författarnas egen bild)

På detta sätt kan användaren teoretiskt sett skapa en konstruktion som har träning på ena sidan och en yta för avkoppling på andra.

3.3 Idégenerering utifrån initial utgångspunkt

En kortfattad idégenerering utfördes för att utforska på vilka sätt man kan göra detta ramverk modulärt. Denna bestod av individuell och gemensam brainstorming och fokuserade på att snabbt få fram övergripande koncept.

Koncept 1 som togs fram var en pergola som är uppdelad i sektioner, där varje sektion har ett eget användningsområde och är formad som ett upp och nervänt "U" med två pelare och en överliggare. Dessa sektioner kan sedan kombineras för att uppnå en önskad planlösning och moduluppsättning. Ett problemområde med koncept 1 är att man vid knytpunkterna mellan sektionerna får en uppsättning av två pelare vilket försvagar konstruktionen och ger ett osammanhängande utseende som inte är eftersträvaransvärt, figur 5 nedan.



Figur 5: Illustration av det första konceptet såg ut med "U"-sektioner. (författarnas egen bild)

Koncept 2 togs fram för att adressera detta problem. Istället för att dela upp systemet sektionvis, delar man upp det totalt, med vertikala och horisontella balkar som sammanfogas med beslag. En initial idé var i detta stadiet att ha en fräst insats genom de vertikala balkarna där modulinfästningar kunde sitta och på vis leda ner all vertikal kraft ner i balkens fotplatta. I detta koncept uppmärksammades problemet att en fast insats med två exponerade sidor inte tillåter för konstruktioner med T-korsningar, se figur 15 nedan.



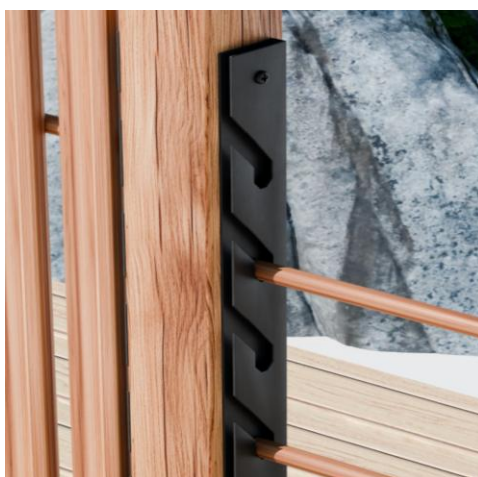
Figur 6: Rendering av koncept 2 (författarnas egen bild)

Koncept 3 togs sedan fram och bygger på koncept 2 med ytterligare en exponerad sida med modulinfästning, alltså en T-korsning som insats om man kollar i tvärsnittet, se figur 16 nedan. Ett problem med denna utformning otympligheten den medger i form av vikt, både under frakt och montering. Att fräsa en T-korsning i en träpelare tar även bort en stor del av pelarens strukturella integritet, vilket är riskabelt när man utvecklar ett koncept som skall klara av dynamisk last.



Figur 7: Rendering av pelares tvärsnitt i koncept 3 (författarnas egen bild)

För att behålla infästningsmöjligheterna, men minimera vikt, fraktkostnad och fräsning i träet, togs koncept 4 fram som ett alternativt förslag. Istället för att fräsa in insatser i pelarna, skruvar man istället fast skenor på de sidor som önskas, se figur 17 nedan.



Figur 8: Rendering av monterad skena i koncept 4. (författarnas egen bild)

Vid detta stadiet fanns alltså en initial idé kring uppsättningen av komponenter i ramverket. Det material som tagits fram i denna del används därefter som visuellt stöd i användarstudierna för att få feedback på konkreta designförslag och samla in tankar och idéer kring upplevd säkerhet och användarvänlighet.

3.4 Fokusgrupp

Inom ramen för den konceptdrivna designforskningen genomfördes två kvalitativa undersökningar. Dessa utformades som en kombination av semistrukturerade gruppintervjuer och mindre fokusgrupper, baserade på färdigställda scenarion och frågeställningar. Att grupperna begränsades till två deltagare per tillfälle var ett val som gjordes för att möjliggöra en mer djupgående dialog där deltagarna får stort utrymme att uttrycka sig. Man får samtidigt fokusgruppens fördelar i form av intern diskussion och medskapande av unika idéer (Kotler, 2011).

Varje fråga kompletterades med tydliga visualiseringar för att säkerställa att deltagarna hade en heltäckande förståelse kring samtalsämnet. Den ena fokusgruppen genomfördes med två personer i åldern 20-30 år. Den andra genomfördes med två personer i 60 års-åldern. Detta gav projektgruppen en bra variation av svar utifrån personernas erfarenheter och prioriteringar.

Frågeställningen delades upp i två kategorier, moduler och dellösningar. Med moduler menas frågor kring de redskap som kan kopplas till systemet samt generella frågeställningar kring infästningsmöjligheter och ergonomi kring dessa. Dellösningar syftar på de mer tekniska komponenterna som håller ihop systemet, exempelvis beslag. Deltagarna får möjligheten att uttrycka sina tankar och åsikter kring upplevd säkerhet i samband med dessa komponenter och hur de upplever hållfastheten av hela konstruktionen. Som en del av diskussionen togs montering och användarvänlighet upp i koppling till de olika lösningarna för att uppmuntra deltagarna att reflektera, inte bara över upplevd säkerhet, utan också över enkelheten av monteringen av komponenterna. Stödbilderna till frågeställningen är framtagna i samband med idégenereringen. Projektgruppen ansåg att dessa bilder var viktiga för att ge deltagarna en tydlig visuell bild.

Modulfråga 1

Modulfråga 1 fokuserar på nyckelhålsskenan och smidigheten kontra säkerheten av att lätt kunna fästa och klicka av moduler. Deltagarna får beskrivet olika scenarion, bland annat där de skall fästa J-hooks i skenorna och köra knäböj med en skivstång. De frågas sedan ifall det känns tryggt att krokarna bara sitter i skenan och det skramlar till lite när man lägger tillbaka skivstången, eller ifall man vill ha en extra låssprint som fäster dem helt. Andra scenarion går in på smidigheten av att flytta redskapen och hur viktigt det upplevs att kunna göra det på ett lätt sätt utan att behöva använda redskap, samt ifall man plockar av redskapen efter sig eller låter de sitta kvar. Denna frågeställning syftar på att få en uppfattning om hur viktigt smidigheten upplevs vara i samband till att det ska kännas säkert och robust, se figur 9 nedan.



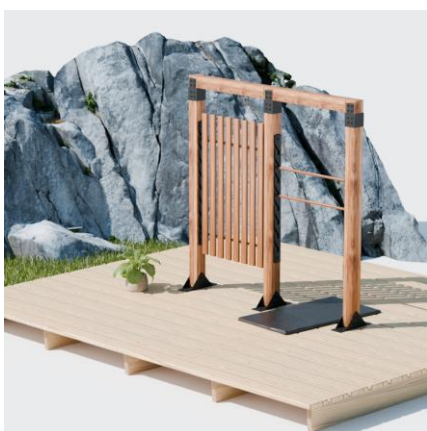
Figur 9: Blender rendering av skena med fäst redskap. (författarnas egen bild)

Grupp 1 svarar delvis att rekyleffekten när man lägger tillbaka skivstången gör att man vill ha en låsfunktion som säkerställer att inget kan lossna. En annan deltagare menar att den litar på att systemet fungerar och att inga komponenter lossnar under vanlig användning. Det finns också en uppfattning om att snabb justering av moduler är en förutsättning för att systemet ska kännas premium, och att detta föredras över komplexa säkerhetsfunktioner som kräver mer jobb under omställning. I samma anda föredrar deltagarna att lämna modulerna på skenan efter användning trots det renare utseendet om de plockas bort, på grund av smidigheten.

Grupp 2 svarar att det känns okej utan låsfunktion ifall kroken känns rejäl. När det kommer till bortplockning anser deltagarna att redskapen kan sitta kvar ifall inga barn är närvarande men bör annars plockas bort, förslagsvis i en designerad redskapslåda. Även i denna grupp upplevs ett stort värde i att snabbt kunna justera redskap, helt utan verktyg. Det borde vara sömlöst att byta mellan squats, benpress och pullups.

Modulfråga 2

Modulfråga 2 fokuserar på systemets större trädgårdsmoduler, såsom avtagbart plank och armeringsnät. Här får deltagarna reflektera över flexibiliteten kring större moduler, ifall man låter dem sitta på samma plats på grund av dess storlek, eller ifall man utnyttjar möjligheten att flytta på dem efter behov. De frågas också kring relationen mellan trädgårdsmodulerna, träningsredskapen och hur de påverkar varandra för att skapa helhetskänslan av konstruktionen. Frågorna syftar att få svar på ifall de större modulerna skall tilldelas samma flexibilitet som de mindre redskapen och hur viktigt det känns för användaren att man kan flytta dessa på ett smidigt sätt, se figur 10 och 11 nedan.



Figur 10: Exempel på planlösning och moduler, Figur 11: Bild för att visa avmonterad modul. (författarnas egen bild)

Grupp 1 Svarar att större trädgårdsmoduler inte behöver kunna flyttas lika frekvent som träningsredskap, men att möjligheten fortfarande skall finnas för att justera vindskydd eller förvara planket. Det finns en önskan att bevara gym-funktionalitet även när trädgårdsmodulerna är monterade, och att balansen mellan trädgård och träning beror på användarens val av moduler.

Grupp 2 Svarar att de vill ha möjligheten att ta bort till exempel planket under vintern för att hålla material fräscha och skyddade. Även när trädgårdsmodulerna är monterade och växterna har börjat klättra bekräftar deltagarna att känslan av gym kvarstår.

Modulfråga 3

Modulfråga 3 går in mer i detalj på personligt fixande. Deltagarna frågades hur de ser på att själva borra i ställningen för att montera till exempel en lykta eller fågelholk, och ifall de istället hade försökt montera i skenan i första hand innan de börjar borra i balkarna. Syftet med denna frågeställning är att se ifall det finns ett värde i att erbjuda färdiga gänginsatser och infästningsmöjligheter, eller ifall man hellre borrar direkt i träet för att uppnå ett renare uttryck, se figur 12 nedan.



Figur 12: AI-korrigerad bild av gänginsatser i pelare (Korrigerad med Gemini)

Grupp 1 ser inga problem med att borra direkt i träet, och kände sig trygga i att montera direkt i balken trots risken att träytan tar skada. Deltagarna menar att man hellre borrar i träet än att försöka montera i skenan och att det är mer estetiskt tilltalande att ha direkt montering i balken. *Grupp 2* svarade på ett liknande sätt och nämnde att man föredrar att själv skruva in saker där man tycker att dem passar istället för att försöka passa in allt i skenorna.

Modulfråga 4

Deltagarna visas en bild på en tom ställning med exponerade skenor och blir frågade kring estetiska preferenser och hur de ser på ställningens avtryck i trädgården i helhet.

Frågeställningen går in på hur det känns att ha ställningen stående i trädgården när man till exempel sitter och fikar eller har bjudit hem vänner på en sommarmiddag på altanen. Denna frågeställning besvarar hur mycket estetisk betydelse metallkomponenterna har för helhetskänslan av konstruktionen.

Grupp 1 tycker att det ser bra ut och att det hör till, eftersom det ska kännas som ett utomhusgym om det är gjort för träning. Det nämns också att det blir en snygg teknisk detalj i och med att det matchar resten av komponenterna i systemet som beslagen.

Grupp 2 menar att det ser bra ut men att det eventuellt kan vara till fördel att försöka matcha färgsättningen på plåten med balkarna för att ge lite mer balans i formspråket.

Modulfråga 5

På modulavsnittet frågas deltagarna en sista reflektionsfråga kring ifall deras svar hade sett annorlunda ut ifall konstruktionen använde en annan typ av infästning än nyckelhålsskena, till exempel gänginsatser. Detta har en direkt påverkan på produktens utseende men också en inverkan i användarvänligheten, säkerheten och hur man interagerar med konstruktionen, se figur 13 nedan.



Figur 13: Bild på gänginsatser istället för skena (korrigerad med gemini)

Grupp 1 Menar att gänginsatser inte känns lika smidigt och föredrar nyckelhålsskenan eftersom den ser mycket lättare ut att använda.

Grupp 2 Menar på samma vis att skenan känns bäst och snabbast men nämner också att gänginsatser känns säkrare. Trots detta ses ändå skenan som det mest användarvänliga alternativet ur ett helhetsperspektiv.

Dellösningsfråga 1

Här presenteras deltagarna för alternativ på hörnbeslag och får reflektera över både estetik och upplevd hållfasthet. Hörnbeslagen på konstruktionen är en väsentlig del av arbetet eftersom det är en komponent som syns tydligt och ska vara estetiskt tilltalande, underlätta montering samt bidra till en hållfast konstruktion, se figur 14 och 15 nedan.



Figur 14: Rendering av bockade plåtbeslag(författarnas egen bild), Figur 15: AI-korrigerad rendering av heltäckande cubic-beslag (korrigerad med Gemini)

Grupp 1 svarar att de heltäckande beslagen ger ett mer premium utseende gentemot det andra beslaget som ser mer hemmasnickrat ut. De menar också att heltäckande beslag upplevs som kraftigare och mer tåliga av dynamisk last samt att de också agerar som skydd åt ändträet som annars måste behandlas för att motverka röta.

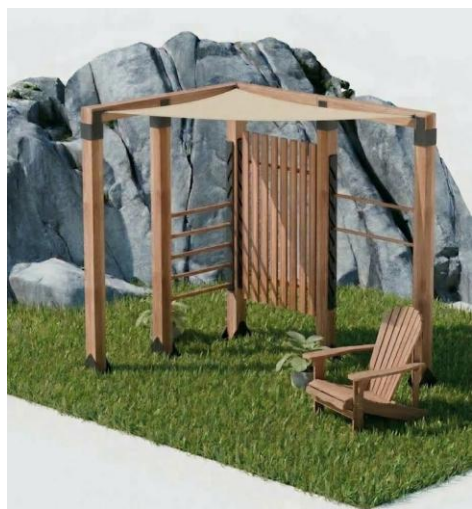
Grupp 2 menar på samma vis att heltäckande beslag ser ut mer som en tillverkad produkt än något man snickrar ihop själv hemma.

Dellösningsfråga 2

Deltagarna får frågan ifall de hade sett ett värde i att kunna montera solskydd, till exempel en tygduk. Syftet med denna fråga är att se ifall intresset för monteringsmöjlighet är tillräckligt stort för att implementera gänginsatser i överliggande balkar för att erbjuda inbyggd infästningsmöjlighet, se figur 16 och 17 nedan.



Figur 16: Bild på L-konstruktion (AI-korrigerad bild utifrån författarnas Blender rendering)



Figur 17: Bild på L-konstruktion med monterat solskydd (AI-korrigerad bild utifrån författarnas Blender rendering)

Grupp 1 anser att monteringsmöjligheten uppskattas och nämner även att en ”rullgardinsmodul” som monteras vågrät ovanpå ställningen hade varit önskvärt. *Grupp 2* ger ett liknande svar och hade föredragit möjligheten att kunna montera ett solskydd.

Dellösningsfråga 3

Deltagarna visas alla bilder på nytt och ställs inför frågan ifall det är viktigast att allt går smidigt och snabbt att bygga ihop eller att konstruktionen ser så lyxig och ren ut som möjligt. Denna fråga agerar som ett sätt för deltagarna att än en gång reflektera över helheten av konceptet och ifall man är villig att uppoffra estetik för att få en enkel monteringsprocess. Detta ger projektet en stadig grund för vad som skall prioriteras i utvecklingen.

Grupp 1 svarar att det ska vara lätt att bygga ihop och att en uppoffring i lyxighetskänsla är okej att göra ifall det innebär att konstruktionen kan monteras på ett smidigt sätt.

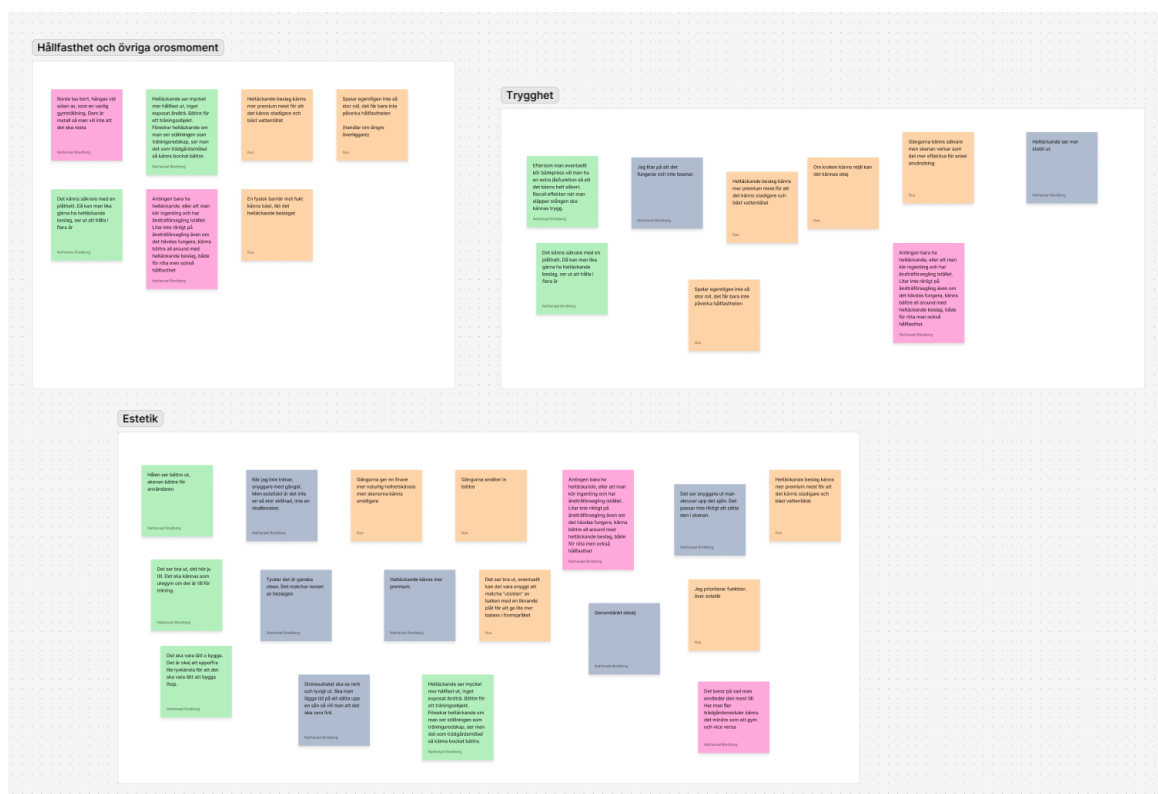
Grupp 2 anser däremot att det är viktigt att slutresultatet ser rent och lyxigt ut. De menar att om man ska lägga tid på att montera ihop en sådan konstruktion i sin trädgård så vill man att det ska vara så fint som möjligt.

3.5 Analys av data

Här sammanfattas de olika metoderna för analysering av hämtad information. Främst används en KJ-analys för att bryta ner den stora mängd data till olika kategorier som är enklare att hantera. Utifrån detta skapades en funktionsanalys och en kravspecifikation utifrån detta.

3.5.1 KJ-Analys

För att få en tydlig överblick av det insamlade materialet från enkät och intervjuer gjordes en KJ-Analys där kundbehoven kategoriserades i teman som ”Smidighet vid modulbyte”, ”Trygghet & stabilitet” och ”Estetik”. Intervjuerna utfördes med en digital ”whiteboard” i mjukvaran Figma där svar kunde placeras på post-it lappar, se figur 18 nedan. Dessa post-it lappar kunde sedan grupperas i olika kategorier vilket skapade en tydlig bild av deltagarnas tankar kring de givna områdena.



Estetik

Utseendet på konstruktionen spelar stor roll för att produkten skall passa in i en trädgårdsmiljö. Att nyckelhålsskenan syns på insidan av balkarna är generellt inte ett störningsmoment för deltagarna, utan snarare en teknisk detalj som hör hemma i utomhusgym som också matchar hörnbeslagen bra. Ett tips från en deltagare är däremot att försöka matcha metallens färg med träet för att få en bättre visuell balans. De heltäckande beslagen är en stor faktor till att produkten upplevs som en dyr, genomtänkt möbel snarare än något man snickrat ihop själv. Vissa användare medger också att de vill låta träkomponenter sitta ute året runt för att de ska åldras i samma stil som grundstommen till konstruktionen.

Montering och personlig anpassning

Här tycker deltagarna olika. Vissa är okej med att uppoffra lite estetik för en enklare monteringsprocess, medan andra vill ha en fin konstruktion även om det tar tid att bygga. En intressant insikt var också att ingen av deltagarna är rädda för att borra och skruva i de dyra limträbalkarna. Om de vill hänga upp en fågelholk eller lykta så drar de hellre i en vanlig träskruv där de tycker att det ser bäst ut än att behöva försöka passa in den i nyckelhålsskenan eller inbyggda gänginsatser.

Slutsats (KJ-analys av intervjuer)

En viktig slutsats att dra från intervjuerna är att användarna inte vill att funktionaliteten skall undanröjas. Både nyckelhålsskenan och de heltäckande metallbeslagen accepteras visuellt eftersom de signalerar kvalitet, trygghet och har ett tydligt syfte. Det är okej att låta gymkänslan synas i detaljerna, så länge ramverket och helhetsupplevelsen av konstruktionen känns stilren.

Eftersom användarna inte är rädda för att borra och skruva i träet själva behöver inte designen överkompliceras med förborrade hål eller fästen för alla tänkbara småsaker. En viss mängd inbyggda infästningspunkter kan vara fördelaktigt, men en viktig utgångspunkt är att kunderna själva kan tänka sig modifiera konstruktionen efter behov. En insikt från detta är att låta ställningens modulsystem och kompatibilitet fokusera på tyngre träningsredskap och stora trädgårdsmoduler.

Koppling till enkät

Enkäten visar att 69% av användarna anser att det får ta max 30 sekunder att justera redskapen inför en övning. I intervjuerna bekräftas detta behov av smidighet, där nyckelhålsskenan anses vara det starkaste alternativet för att man utan verktyg kan byta mellan övningar på sekunder. Samtidigt visar intervjuerna att smidigheten väcker en oro för säkerheten vid tunga lyft.

Sammanfattningsvis anser målgruppen att användningen av skruvar eller gänginsatser för tunga träningsmoment kommer att upplevas som för långsamt och irriterande. Enkäten visar också att 69% är okej med att ha en permanent konstruktion i sin trädgård, men endast under förutsättningen att den är estetiskt tilltalande. Fortsättningsvis föredrar 61% en ljus/skandinavisk design. I intervjuerna blir det tydligare vad ”snygg” innebär i praktiken. Det handlar om att undvika känslan av hemmabygge. Detta uppnås med genomtänkta metallkomponenter och högkvalitativt trä.

I enkäten uppger 81% att de vill kunna montera ställningen som en IKEA-möbel, vilket skiljer sig lätt från intervjuerna där vissa är okej med en mer omfattande monteringsprocess om det innebär att slutresultatet ser finare ut. För att tillgodose båda grupperna blir de heltäckande hörnbeslagen en optimal kompromiss, delvis för att de tillfredsställer estetikkravet, men också minimerar risken att kunden bygger snett genom att agera som en rätvinklig tving som guidar träbalkarna på plats.

3.5.2 Funktionsanalys & Kravspecifikation

En slutgiltig funktionsanalys skapades utifrån inhämtad information, se tabell 2 nedan. Funktionerna delades upp i Huvudfunktion, Delfunktion och Stödfunktion. Dessutom angavs prioritet på de olika funktionerna utifrån vilka som ansågs nödvändiga, önskvärda eller tänkbara. Gymgolan ska fungera som en träningsyta och en yta för avkoppling. Därför är både ”Möjliggöra träning” och ”Möjliggöra avkoppling” samlade i samma huvudfunktion.

Tabell 2: Funktionsanalys för hela gymgolan

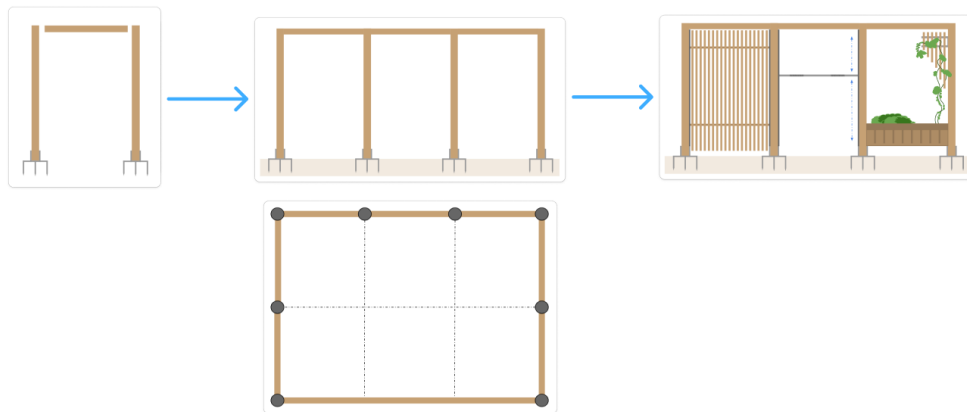
Funktionsanalys för hela Gymgolan + delkomponenter				
Funktion: (Verb + Substantiv)		Klass: HF/DF/SF	Kommentar:	Prio: Nödvändig/ Önskvärd/ Tänkvärd/
Möjliggöra	Träning & Avkoppling	HF		N
Möjliggöra	Armträning	DF		N
Möjliggöra	Benträning	DF		N
Möjliggöra	Bröstträning	DF		N
Möjliggöra	Axelträning	DF		N
Möjliggöra	Vadträning	DF		N
Möjliggöra	Lårträning	DF		N
Justera	Motstånd	DF		Ö
Justera	träningsmoment	DF		Ö
Säkerställa	Stabilitet	DF		N
Skapa	Avskärmning	SF		Ö
Erbjuda	Sittyta	SF		Ö
Stödja	Växtlighet	SF		Ö
Ge	Väderskydd	SF		Ö
Förenkla	Montering	DF		Ö
Främja	Anpassning	DF	Snabbt byte från träning till socialt umgänge	N
Motstå	Korrosion	DF		N
Motstå	Röta	DF		N

Minimera	Slitage på stomme	DF		Ö
Förhindra	Personskada	DF		N
Förhindra	Misstag	DF		Ö
Tydliggöra	Hantering	DF		Ö
Semantiska funktioner				
Uppmana till	Interaktion			
Uttrycka	Skandinavisk premiumkänsla			
Signalera	Anpassningsbarhet			
Inspirera till	Träning			
Inspirera till	Socialt umgänge			
Förmedla	Robusthet			

För att bygga vidare på ramarna för vidare idégenerering skapades en kravspecifikation för att ge tydliga riktlinjer för den kommande lösningen, se bilaga 2. Dessa krav ger en detaljerad bild på vilka kriterier som bör uppfyllas för lösningen med tydliga målvärden att uppnå. Bland annat ska konstruktionen motstå röta och korrosion i minst 10 år, erbjuda moduler för avkoppling och träning, samt använda sig av miljöcertifierade leverantörer.

3.5.3 Utgångspunkt

Utifrån den inhämtade informationen från förstudien och användarstudier valde projektgruppen att fortsätta utforska en lösning som bygger på en modulär planlösning där användare kan göra Anpassningar i användning utefter behov. Denna modulära konstruktion består av ”portaler” som kan monteras ihop till önskad planlösning, Se figur 19 nedan.



Figur 19: Beskrivning av övergripande tankesätt av konceptets "modularitet". (författarnas egen bild)

Dessa portaler kan sedan fyllas med önskade moduler som uppfyller önskade behov hos användaren. Projektgruppen riktade in sig mot användare som vill ha en blandning av smidiga träningsmöjligheter, där de snabbt kan göra justeringar för att skapa en social plats. Användarna gillar jordnära stil som anknyter väl till naturlig form och färg, samtidigt ska den upplevas modern och ha en premiumkänsla.

3.6 Idégenerering

Följande kapitel presenterar genomförandet och resultatet av genereringen av idéer och sammansatta koncept. Det slutgiltiga konceptet är bestämt till en gymgola med en modulär planlösning där användarna kan genomföra Anpassning i användning utefter behov. Eftersom det övergripande konceptet för hur detta ”modulära system” ska fungera är kommande idégenerering inriktat mot att generera lösningar för samtliga ingående dellösningar i detta modulära system. Dellsningar som behandlades i följande kapitel presenteras nedan.

Markinfästning – Konstruktionens infästning i marken. Lösningar kommer att behandla markinfästning i både jord och på altan.

Vertikal Balk – Vertikala balkar och hur de bör vara utformade och vilka funktioner de bör ha.

Överliggande balk – Horisontella balkar som sammanlänkar de vertikala balkarna på toppen.

Modulinfästning – Detta är lösningar för att kunna fästa in olika moduler i ramen. Modulerna kan inkludera olika träningsredskap och trädgårdsredskap.

Beslag – Beslag som sammanfogar balkarna i konstruktionen.

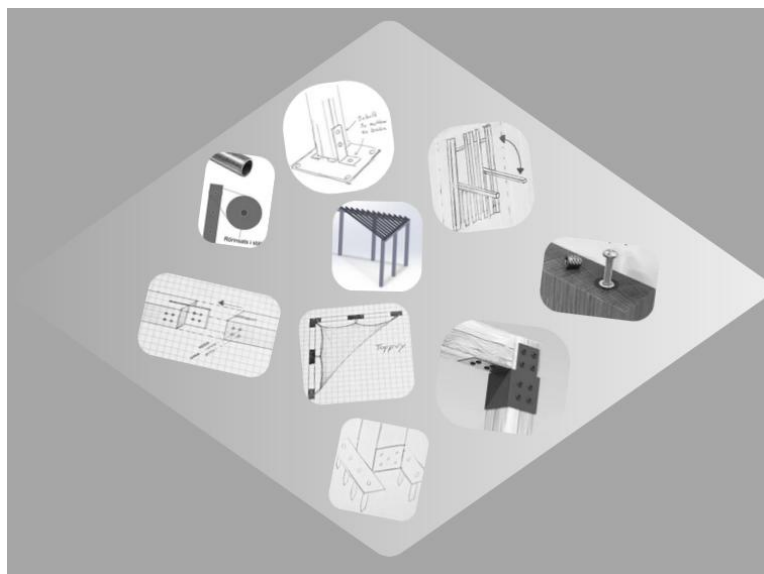
Tak – Detta är vilken typ av tak konstruktionen bör ha.

Ändräförsegling – Vilket typ av skydd träet bör ha för att motstå nedbrytning och röta.

Inom ramen för idégenerering genomförs olika metoder för att snabbt ta fram lösningar som senare kan integreras i ett sammanställt koncept. Med hjälp av blandad brainstorming kan gruppmedlemmarna först utforska lösningsförslag individuellt för att sedan sammanställa gemensamma förslag. En morfologisk matris används för att få en god översikt av olika dellösningar och hur dessa kan fungera tillsammans. Arbetet resulterar i en konceptgenerering där flera förslag på helhetslösningar tas fram för att kunna utvärderas systematiskt.

Brainstorming

Inledningsvis genomfördes en individuell brainstorming där projektgruppens medlemmar satt enskilt och tog fram förslag på olika dellösningar. Detta genomfördes under två dagar för att ge god tid till välgrundade interna resonemang angående form och funktion. Några exempel på dellösningar visualiseras i figur 20 nedan.



Figur 20: Exempel på dellösningar under idégenereringsfasen. (författarnas egen bild)

Efter att projektgruppen enskilt genomfört brainstorming av lösningar påbörjades en gemensam idégenerering som blandade lösningsförslag och byggde vidare på de enskilda lösningsförslagen. Den gemensamma brainstormingen resulterade i ett antal olika lösningsförslag för de olika dellösningarna. För en detaljerad beskrivning av samtliga dellösningar, se bilaga 3, 4, 5, 6, 7, 8 och 9. Tabellerna inkluderar både ritade skisser och renderade 3D-modeller. 3D-modeller genomfördes för att visualisera lösningar extra tydligt.

Morfologisk Matris

De olika dellösningarna matades in i en morfologisk matris som låg till grund för att skapa sammansatta koncept. Totalt skapades sju koncept utifrån den morfologiska matrisen, se figur 21 nedan.

Morfologisk matris							
Delsystem		1	2	3	4	5	6
A	Markinfästning	Fotplatta	Jordankare	Betongplint	Bockade plåtfötter		
B	Vertikal balk	Rörinsats	Gång-insats	Skena med hål	Skena med gänga		
C	Överliggande balk	Rörinsats	Gång-insats	Skena med hål	Skena med gänga	Helt plan balk	
D	Modulinfästning	Nyckelhålskena med horisontell inskjutning	Nyckelhålsinfästning inifrån i balken	Lås-sprint i rörinsats	Skruv		
E	Beslag	Heltäckande beslag	Mindre beslag	Bockade och klippta ark av plåt	Integrerat beslag	Insitsade stålplåtar & dymlingar	Traditionella beslag (vinkelkonsol)
F	Tak	Tvårsgående balkar	Tygduk (mot sol, vind & vatten)	Plåtskiva	Inget tak	Plexiglas	
G	Ändräförsegling	Tryckat virke (NTR AB) (NTR A)	Lasyr	Heltäckande färg	Träolja	Plåthattar	"Ändräförsegling" (specifikt medel)

Figur 21: Morfologisk matris. (författarnas egen bild)

Koncepten består av en kombination av dellösningar A-G i figur 21. I vissa fall har två dellösningar kombinerats för samma delsystem. En övergripelig sammanfattning av de sju koncepten och ingående dellösningar presenteras nedan.

Koncept 1

- **Markinfästning** – ”Fotplatta”
- **Vertikal Balk** – ”Gäng-insats”
- **Överliggande balk** – ”Gäng-insats”
- **Modulinfästning** – ”Skruv”
- **Beslag** – ”Bockade och klippta ark av plåt”
- **Tak** – ”Tygduk”
- **Ändträförsegling** – ”Heltäckande färg”

Koncept 2

- **Markinfästning** – ”Bockade plåtfötter”
- **Vertikal Balk** – ”Skena med hål”
- **Överliggande balk** – ”Helt plan balk”
- **Modulinfästning** – ”Nyckelhålsskena med horisontell inskjutning”
- **Beslag** – ”Bockade och klippta ark av plåt”
- **Tak** – ”Tygduk”
- **Ändträförsegling** – ”Ändträförsegling”

Koncept 3

- **Markinfästning** – ”Bockade plåtfötter”
- **Vertikal Balk** – ”Rör-insats”
- **Överliggande balk** – ”Gäng-insats”
- **Modulinfästning** – ”Lås-sprint i rörinsats”
- **Beslag** – ”Inslitsade stålplåtar & dymlingar”
- **Tak** – ”Tvärsgående balkar”
- **Ändträförsegling** – ”Tryckimpregnerat Virke, Heltäckande färg, Ändträförsegling”

Koncept 4

- **Markinfästning** – ”Fotplatta, Bockade plåtfötter”
- **Vertikal Balk** – ”Gäng-insats”
- **Överliggande balk** – ”Gäng-insats”
- **Modulinfästning** – ”Nyckelhålskena med horisontell inskjutning”
- **Beslag** – ”Bockade och klippta ark av plåt”
- **Tak** – ”Tygduk”
- **Ändträförsegling** – ”Heltäckande färg, Ändträförsegling”

Koncept 5

- **Markinfästning** – ”Jordankare
- **Vertikal Balk** – ”Skena med gänga”
- **Överliggande balk** – ”Gäng-insats”
- **Modulinfästning** – ”Skruv”
- **Beslag** – ”Traditionellt beslag(vinkelkonsol)”
- **Tak** – ”Tvärsgående balkar”
- **Ändträförsegling** – ”Heltäckande färg”

Koncept 6

- **Markinfästning** – ”Betongplint”
- **Vertikal Balk** – ”Skena med gänga”
- **Överliggande balk** – ”Helt plan balk”
- **Modulinfästning** – ”Skruv”
- **Beslag** – ”Heltäckande beslag”
- **Tak** – ”Inget tak”
- **Ändträförsegling** – ”Ändträförsegling”

Koncept 7

- **Markinfästning** – ”Bockade plåtfötter”
- **Vertikal Balk** – ”Gäng-insats”
- **Överliggande balk** – ”Gäng-insats”
- **Modulinfästning** – ”Nyckelhålskena med horisontell inskjutning”
- **Beslag** – ”Heltäckande beslag”
- **Tak** – ”Tygduk, inget tak”
- **Ändträförsegling** – ”Tryckimpregnerat virke, Plåthattar”

3.7 Utvärdering av koncept

Helhetslösningarna utvärderas med olika metoder, en ”PNI” användes där de olika koncepten blev utvärderade på sina positiva aspekter, negativa aspekter och sedan om det är något särskilt intressant. Denna metod ger en översiktlig bild av koncepten och möjliggör att snabbt se svagheter och styrkor. En pugh-matris användes för att göra en slutgiltig jämförelse av återstående koncept. Den utgår ifrån en viktning av de olika lösningarna och jämför sedan de olika koncepten baserat på denna viktning. Det ger en mer detaljerad utvärdering som fungerar bra om flera koncept är väldigt lika varandra.

När det bara återstår ett koncept utvärderas detta mot kravlistan. De flesta kraven bör redan vara uppfyllda, men om det är några detaljer som behöver justeras för att kraven ska uppfyllas åtgärdas det här. Detta inkluderar bland annat semantik, kognitiv ergonomi och materialval. Detta genomförs först i projektgruppen och presenteras sedan för uppdragsgivaren Invencon för att få synpunkter innan konceptet fastställs.

PNI

Inom ramen för PNI-metoden så avgränsade projektgruppen antalet positiva, negativa och intressanta attributer till en eller två för att göra de framstående skillnaderna i koncepten tydligare. Resultatet från PNI-metoden följer nedan enligt figur 22.

Koncept	Positivt (P)	Negativt (N)	Intressant (I)
1	Stabil och fuktskyddad tack vare heltäckande beslag. Smidiga modulbyten med nyckelhållsskena.	Tunga tvärgående takbalkar gör monteringen svårare och ökar belastningen.	Rörinsatser i träet minskar spänningar och slitage på träfibren.
2	Tygduken är flexibel och ger en hemtrevlig möbelsänka.	Jordankare är för instabila för ryckiga övningar. Gång-insatser gör byten långsamma.	Infrästa nyckelhål döljer beslagen men riskerar att slita ut träet på sikt.
3	Nedgrävda betongplintar ger extrem tålighet. Snabba moduljusteringar med låssprint.	Betongplintar är svåra att få i exakt linje och nivå för hemmafisaren.	Använder dolda bockade plåtar istället för svåra fräsningar inuti träet.
4	Mångsidiga plåtfötter som är lätta att bulta i altan eller betong.	Långsamma modulbyten (skruvinfastning). Saknar tak och därmed väderskydd helt.	Total avsaknad av tak skapar maximal rymd och minimerar materialåtgång.
5	Insitsade stålplåtar ger maximerad estetik. Tak i plexiglas skyddar mot regn men ger ljus.	Farliga jordankare i marken. De dolda stålplåtarna kräver extrem precision vid bygget.	Kombinerar helt osynliga beslag för estetik med synliga plåthattar i toppen för skydd.
6	Betongplintar i marken klarar högsta tänkbara belastning.	Synliga standardvinklar känns billiga. Ingen takduk gör platsen oskyddad.	Undviker fysiska plåthattar och förlitar sig helt på kemiskt medel (Sioo:x) för att stoppa röta.
7 (Slutkoncept)	Extremt tålig (jordskruv, heltäckande beslag). Blixtsnabba modulbyten med inbyggd låsfunktion.	Premiumkomponenter (jordskruv, stora beslag) ökar material- och tillverkningskostnaden.	Tygdukens rullgardinsfunktion låter användaren transformera platsen interaktivt.

Figur 22: PNI av koncepten. (författarnas egen bild)

Denna typ av utvärdering ger en bra övergripande bild av svagheter och styrkor för koncepten, däremot krävs ännu ett steg av utvärdering som baserar resultaten på mer data.

Pugh-matris

Denna matris användes för att utvärdera de olika koncepten på en djupare nivå.

Koncepten jämfördes mellan varandra baserat på olika kategorier som utgick från funktionslistan. Metoden möjliggjorde en systematisk värdering av hur väl de olika tekniska lösningarna uppfyllde funktionslistans kriterier. Koncept 1 valdes som referens baserat på enklare fotplattor och isolerade gänginsatser i trästommen, se figur 23 nedan.

Kriterium från funktionslistan	Prio / Klass	Vikt	K1 (Ref)	K2	K3	K4	K5	K6	K7 (Slutkoncept)
Säkerställa stabilitet	N / DF	5	0	0	1	-1	-1	1	1
Förhindra personskada	N / DF	5	0	0	1	-1	-1	1	1
Motstå röta	N / DF	5	0	1	1	0	0	1	1
Möjliggöra modularitet	Ö / DF	3	0	1	1	1	1	1	1
Justera träningsmoment	Ö / DF	3	0	1	1	1	0	0	1
Förenkla montering	Ö / DF	3	0	0	-1	0	0	-1	1
Minimera slitage på stomme	Ö / DF	3	0	1	0	0	1	1	1
Ge väderskydd	Ö / SF	2	0	0	1	1	-1	-1	0

Totalpoäng (Ovägd)			0	4	5	1	-1	3	7
Totalpoäng (Vägd)			0	14	20	-2	-6	16	27

Figur 23: Genomförd Pugh-matris. (författarnas egen bild)

Kriterierna i Pugh-matrisen viktades på en skala från 2 till 5 baserat på deras betydelse för slutprodukten. Den högsta vikten tilldelades till de kriterier som är kopplade till säkerhet för användaren samt motståndet mot röta. Ergonomi, modularitet och enkel montering gavs en medelhög vikt på 3, medan väderskydd bedömdes ha lägst vikt för systemets helhetsfunktion.

Varje koncept poängsattes i förhållande till referenskonceptet med antingen -1, 0 eller +1 beroende på ifall det var en förbättring eller försämring.

Matrisen tydliggjorde skillnader i hur väl de olika dellösningarna hanterade krafter och användarvänlighet. Koncept som utnyttjade jordankare (K4 och K5) straffades hårt då dessa bedömdes vara otillräckliga för att hantera de dynamiska dragbelastningar som uppstår vid användning. Lösningar som använde betongplint eller jordskruvar i kombination med heltäckande cubic-beslag visade däremot på en bra förmåga att skapa en vridstyv konstruktion.

När det kommer till modularitet visade sig fastlåsta gänginsatser begränsande. De koncept som använde vertikala skenor med nyckelhålsinfästning (K2, K6 och K7) löste flertal problem. Användaren kan exempelvis enkelt justera redskap med en lyft-och-dra rörelse, samtidigt skyddas träbalkarna mot mekaniskt slitage.

Att motså röta är ett viktigt kriterie i just detta projekt, då balkarna utsätts för dynamisk last och är beroende av sitt materiella välmående för att säkerställa att konstruktionen inte ger upp. Matrisen visade att enkla färgbehandlingar inte räckte. I slutkonceptet gjordes ett val att ha heltäckande hörnbeslag och upphöjningsklossar vid fotplattorna. Detta skapar en fysisk fuktspärr som skyddar det känsliga ändträet mer effektivt än enbart ytbehandling.

3.8 Konceptval

Efter att poängen sammanställts var det tydligt att koncept 7 var det koncept med bäst förutsättningar att tillfredsställa de kriterier som satts i funktionslistan. K7 presterade likvärdigt eller bättre än övriga koncept, med undantaget att väderskyddet utgörs av en lättare tygduk för att bevara konstruktionens luftiga estetik.

3.8.1 Samråd med Uppdragsgivare

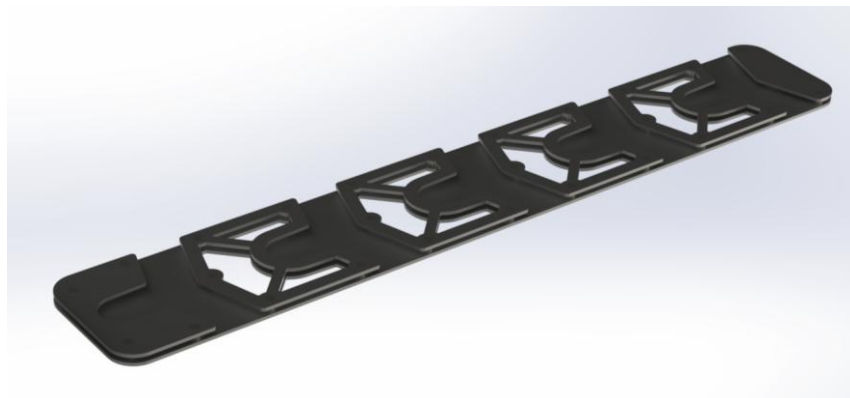
I samband med att projektgruppen sammanställt utvärderingarna för koncepten genomfördes ett möte med Invencon för att snabbt presentera lägesbilden för projektet. Under detta möte diskuterades de olika dellösningarna och hur de olika koncepten fungerade. Projektgruppen var i detta stadiet fortfarande inställda på att i framtiden kunna erbjuda någon typ av montering i mark och jord. Det blev tydligt att detta skulle kräva mer tid och resurser än vad som fanns tillgängligt inom ramen för projektet, därför togs ett gemensamt beslut att avgränsa konstruktionen till montering på altan eller trä-deck.

3.9 Prototyp & Mockup

En mockup och prototyper skapades för att testa specifika aspekter av konceptet. Fokus låg på att hitta rätt dimensioner för ramen av gymgolan, samt att testa funktioner för infästningen av moduler. Både prototyper och mockup skapades för att tillförlitligt kunna testa rörlighet och interaktioner med konstruktionen.

Prototyp av skenan

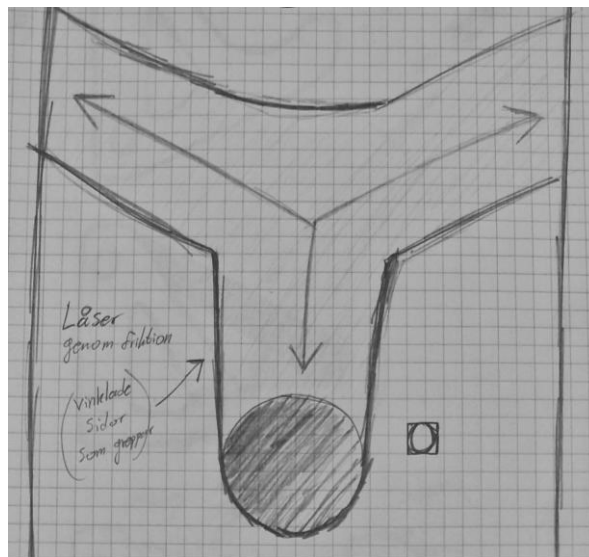
Skenan är en av dellösningarna i gymgolan och kommer fungera som länken mellan de olika modulerna och resten av ramen. För att kunna montera de olika modulerna på ett säkert sätt var det viktigt att verifiera en låsningsfunktion som är enkel att interagera med. En tidig version av skenan kan observeras i figur 24 nedan.



Figur 24: Tidig version av modulskenan. (författarnas egen bild)

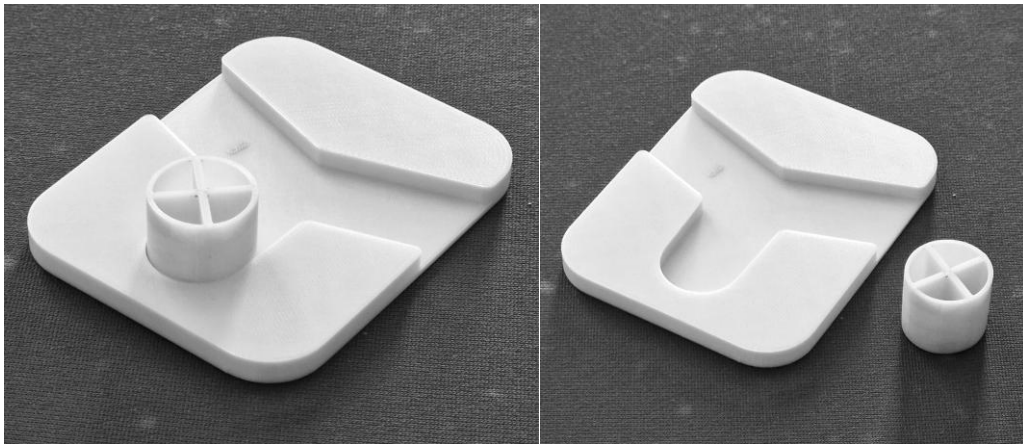
Funktionen som skulle testas var infästning och låsning av moduler i skenan. För att snabbt ta fram olika iterationer av designen användes en 3D skrivare. På det sättet kunde modeller snabbt skrivas ut och utvärderas. De två viktigaste aspekterna som undersöktes i skenan var hur enkelt det var att trä in en modul i spåren på skenan och på vilket sätt det går att låsa modulen när den har monterats.

Den första prototypen utgick från figur 25 som visar den första skissen på funktionen för skenan. Den bygger på att modulens fästpunkt (svarta cirkeln) träns in i skenans spår och förs ner i sitt bottenläge där den ska låsa i plats. Denna iteration bygger också att lösa modulens fästpunkt med hjälp av friktion, därför är insidan av det vertikala spåret i skenan vinklat inåt med ca 2 grader. På detta sätt nyper skenan fast i modulens fästpunkt utan några rörliga delar.



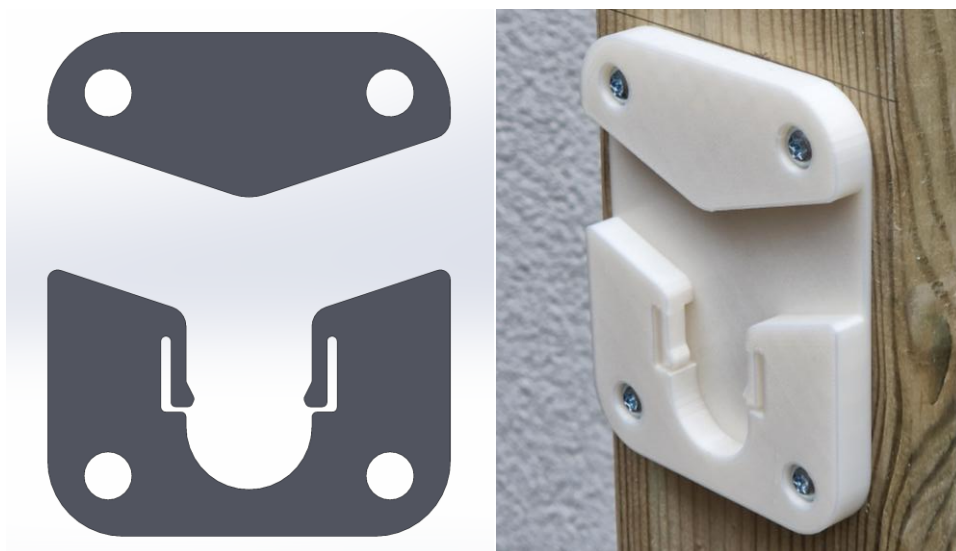
Figur 25: Första skiss av funktionen av skenan. (författarnas egen bild)

Den första utskrivna modellen såg ut enligt figur 26 nedan. Projektgruppen skrev ut en förenklad version av skenans spår och låsfunktion, samt en cylinder som agerar som modulens fästpunkt.



Figur 26a, 26b: Första utskrivna modell av skenan. (författarnas egen bild)

Utifrån den första modellen konstaterades att spåren fungerade bra. Däremot uppstod det en risk att låsfunktionen nypste för hårt i modulens fästpunkt under längre perioder av belastning vilket ledde till att modulen blev väldigt osmidig att montera bort. Därför ändrades låsfunktionen till en fjädrande nypfunktion enligt figur 27 nedan.



Figur 27: Uppdaterad modell av skenans funktion. (författarnas egen bild)

Låsningsfunktionen fungerade nu mer pålitligt med en konstant nypkraft oavsett belastning. Detta innebar också att det krävdes lika mycket kraft att fästa modulens fästpunkt som att ta bort den, vilket var eftersträvarsvårt. Spåren och låsfunktionen i skenan utgår från ett cirkulärt tvärsnitt i modulens fästpunkt som syns i figur 27. Detta innebar att modulens fästpunkt snurrade fritt vid ett pålagt rotationsmoment, vilket inte är att föredra för vissa moduler. Spåren ändrades för att tillämpa ett fyrkantigt tvärsnitt av modulens fästpunkt enligt figur 28 nedan. Detta förblir den slutgiltiga lösningen för funktionen av skenan.



Figur 28: Fyrkantigt tvärsnitt av spåren i skenan. (författarnas egen bild)

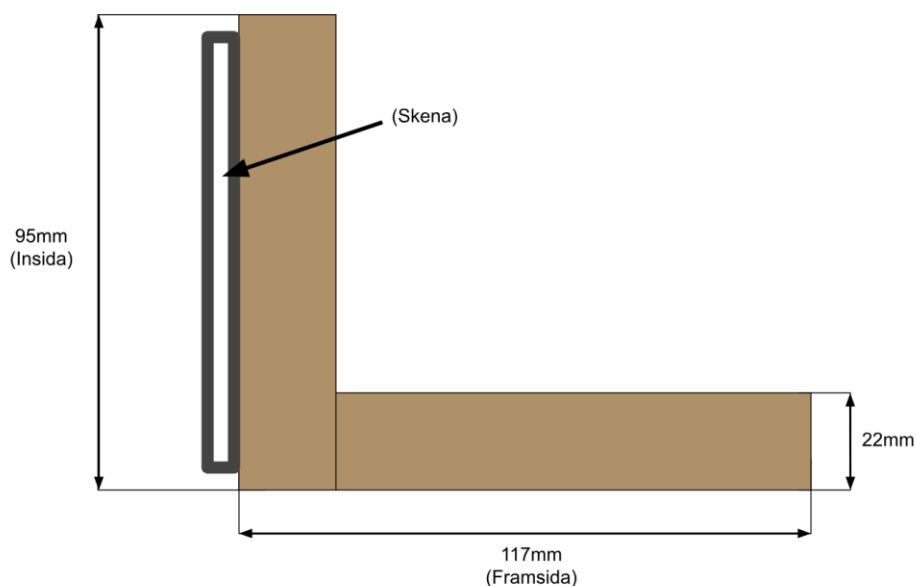
Mockup av ramen

En mockup skapades för att undersöka och fastställa dimensioner för gymgolans ram. Den byggdes ihop av tryckimpregnerat virke och beslag, se figur 29. Som utgångspunkt bestämde projektgruppen att dimensionera ramen enligt 120x240cm för det inre hålrummet.



Figur 29: Mockup av gymgolans ram. (författarnas egen bild)

Syftet var att enbart testa dimensioner och eventuella ergonomiska aspekter och inte aspekter angående hållfasthet. Därför konstruerades ”balkarna” av två vinkelräta virkesplankor med måtten 22x95mm för att ge illusionen av en solid balk när en person från en vinkel, se figur 30 nedan.



Figur 30: Tvärsnitt av de vertikala "balkarna", gjord av två vinkelräta plankor. (författarnas egen bild)

I de vertikala balkarna monterades också de tidigare nämnda prototyperna för skenans funktion. Syftet var att få en helhetsbild av hur det fungerade att hantera en modul och montera den i gymgolan. Modulen som projektgruppen valde att använda för dessa tester var en stång som kan användas för träning med kroppsvikt, se figur 31 nedan. Denna användes för att den var enkel att tillverka och gav en enkel hantering.



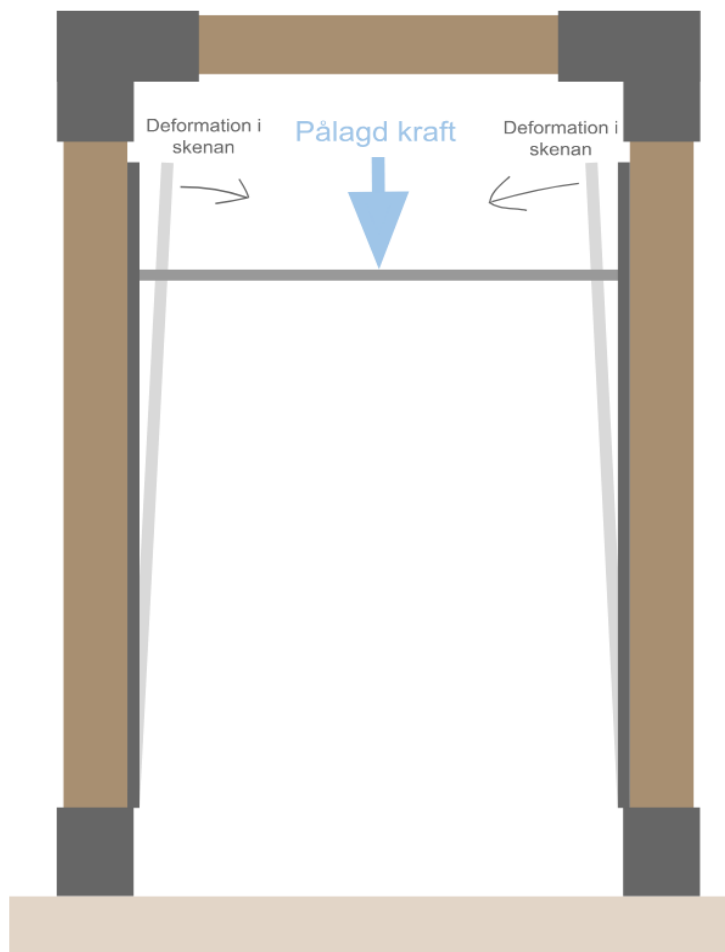
Figur 31: Träningssång som användes i mockup. (författarnas egen bild)

Projektgruppen testade hanteringen av att fästa stången i skenan och bad även medarbetare på Invecon att testa. Dimensionerna för ramen ansågs passa bra och projektgruppen beslutande om att gå vidare med att använda dessa dimensioner i slutkonceptet. Mot framsidan blev tjockleken av balken 117mm vilket upplevdes rimligt. För att underlätta införskaffning av material för framtida produktion beslutade projektgruppen att använda en dimension på 115x115mm som är vanligt förekommande på byggvaruhus.

3.10 Hållfasthetsaspekter

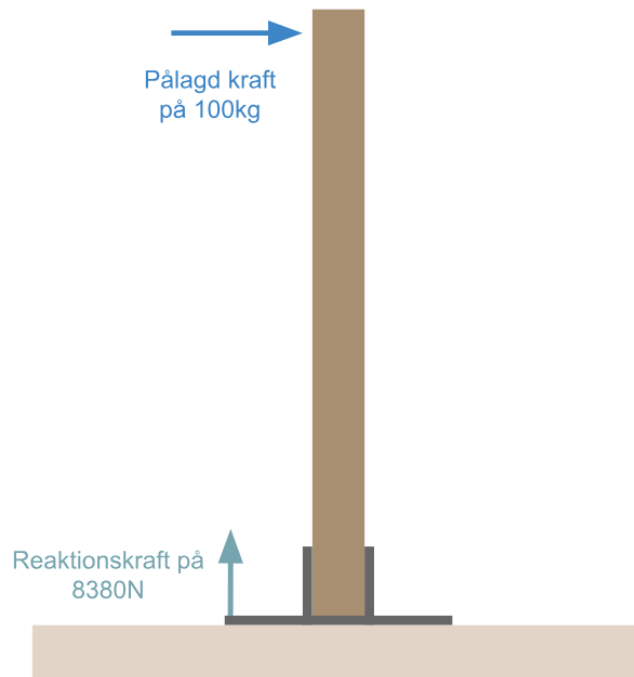
Utöver tester för ergonomi och funktion genomfördes rådgivning angående hållfasthetsaspekter. Designen behöver vara utformad för att kunna ta upp krafter enligt de krav som finns i kravspecifikationen. Projektgruppen genomförde i samråd med en fakultetslärare inom dynamik på Chalmers en analys av vilka komponenter som utsätts för belastning och vilka komponenter som behöver extra stöd för att klara av belastningen.

Tillsammans konstaterades det att pelarfoten och skenan tog upp en majoritet av belastningen i konstruktionen och dessa behövde utvärderas ytterligare. Skenan hade en tendens att böja sig inåt mot toppen när den belastas, se figur 32 nedan. Detta motverkas genom att addera extra fästpunkter mot toppen av skenan.



Figur 32: Överdriven Illustration av deformation i skenan. (författarnas egen bild)

Pelarfoten ansågs vara bra utformad för att ta upp belastning, däremot konstaterades en risk om att de pålagda krafterna kan riva ur skruvarna mellan pelarfoten och en altan. Därför genomfördes en uträkning på vilka krafter som uppstår för skruvarna, vilket kunde användas som grund för att välja antalet skruvar i pelarfoten, se figur 33 nedan.



Figur 33: Illustration av pålagd kraft i balken och reaktionskraft i markinfästningen. (författarnas egen bild)

Skruvarna som beräkningarna utgick ifrån var ”ESSVE – Ankarskruv med fibercut”, (ESSVE, 2024). Dessa är specifikt framtagna att användas för träkonstruktioner och kan i en 20mm tjock träplanka ta upp en kraft på cirka 1459N. $\frac{8380}{1459} = \text{cirka } 5,74$, vilket betyder att det krävs 6 skruvar av denna typ för att motverka krafterna som uppstår.

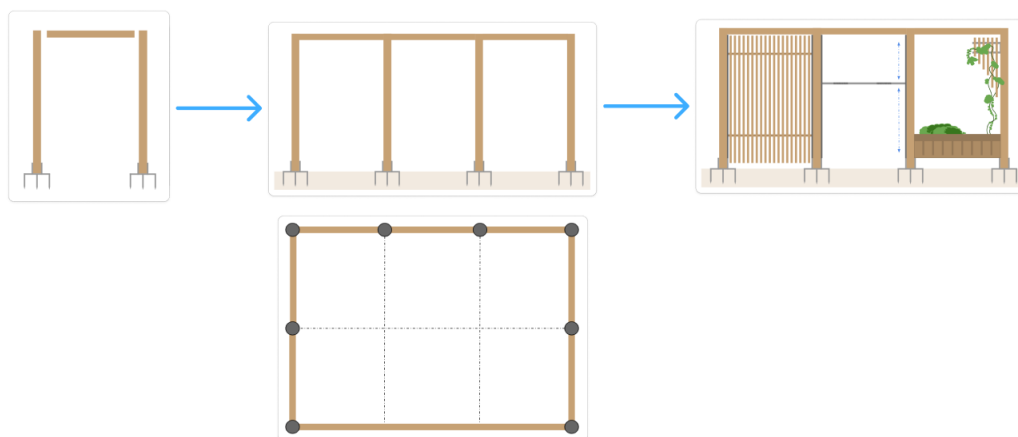
4 Presentation av slutgiltigt koncept

Det slutgiltiga konceptet, Gymgola, utgör en helt ny typ av modulär utomhusarkitektur där intensiv träning och skandinavisk trädgårdsdesign möts. Genom att kombinera naturmaterial med robust ingenjörskonst bryter konceptet sig loss från idén om att ett kraftfullt utegym måste kompromissa med hemträdgårdens estetik.

Systemets kärna bygger på ett flexibelt rutnätssystem som ger användaren fullständig frihet att skräddarsy sin egen planlösning, oavsett om målet är en fristående träningsstation eller en större lounge-miljö. Genom att flytta infästningar till ett utanpåliggande stålskenskssystem bevaras träets bärförmåga. Resultatet är en vridstyv och stabil konstruktion, dimensionerad för att hantera tunga dynamiska laster utan att kräva omfattande markarbete. En exempelkonstruktion och rutnät-systemet presenteras i figur 34 och 35 nedan.



Figur 34: Exempelkonstruktion av Gymgola (Blender rendering)



Figur 35: Beskrivande bild av systemets uppbyggnad. (författarnas egen bild)

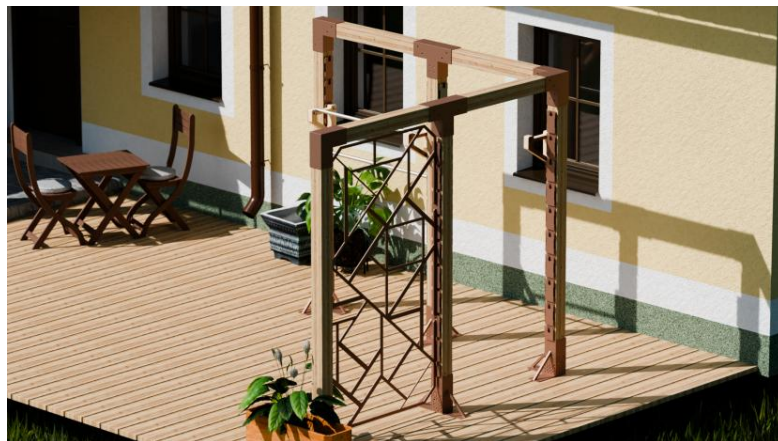
4.1 Presentation av helhetskonstruktion

Följande figurer presenterar en helhetsbild av konceptet, där olika utformningar av systemet används för att illustrera mängden möjliga alternativ.



Figur 36: Bild på U-ram (Blender rendering)

I *Figur 36* syns en ihopbyggnad av 2 pelare och en överliggare, den mest minimalistiska fristående utformningen som kan byggas. Detta alternativ är passande för hushåll med mindre utomhusyta, som vill ha en träningsstation som smälter in i omgivningen samt kan användas som trädgårdsmöbel.



Figur 37: Bild på L-konstruktion (Blender rendering)

I *Figur 37* syns en L-konstruktion av systemet. Denna utformning passar bra för hushåll med lite större yta. Detta gränssnitt erbjuder 4 ramar som kan anpassas med olika moduler, vilket tillåter för både träning och trädgårdsinslag i samma konstruktion, trots den relativt lilla ytan som tas upp.



Figur 38: Bild på stor konstruktion (Blender rendering)

I *Figur 38* syns en större konstruktion. Detta är en av många möjliga sätt att bygga ut systemet ifall ytan tillåter det. Till höger har ett solskydd monterats i en del av ställningen

4.2 Dellösningar

Dessa dellösningar är resultatet av den strukturerade utvärderingsprocessen som presenterats i kapitel 3.4 och 3.5

Systemet består av en uppsättning standardiserade komponenter. Bland dessa komponenter inkluderas markinfästning, hörnbeslag, metallskenor samt utbytbara moduler. Den övergripande tanken bakom systemets utformning har varit att skapa en robust träningsställning som trots sin hållfasthet för dynamisk last, kan smälta in på ett snyggt sätt i en trädgårdsmiljö utan att se ut som ett hemmabygge.

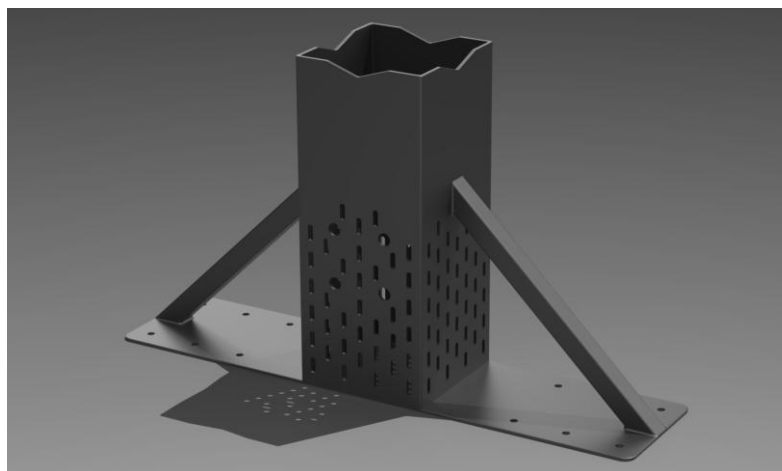
För att binda samman systemet och skapa enhetlighet, delar samtliga komponenter samma övergripande formspråk. De olika komponenterna är alla tillverkade av 3mm tjockt konstruktionsstål (S355) för att säkerställa att systemet uppfyller kravspecifikationens mål om att klara av 200kg dynamisk last. De arbetar samtidigt för att se till att hela konstruktionen får en gedigen tyngd och vridstyvhet.

Konstruktionen ska uppnå en tydlig kontrast mellan pelare och plåt-komponenter för att ge användaren en visuell uppfattning av konstruktionens uppbyggnad. Samtliga metallkomponenter är pulverlackerade i en uppsättning olika färger av kundens val, som skiljer sig från träets nyans och skapar en helhetskänsla som känns både premium och stabil under användning. En stor faktor till att en konstruktion uppfattas som stabil och hållfast är den visuella upplevelsen. Det är därav viktigt att metallkomponenter får ett visuellt utrymme för att användaren skall känna sig trygg i att träna på ställningen. Beslagen och skenorna bryter av mot de ljusa limträbalkarna. Denna färgkombination bygger på svaren från enkäten där en överlägsen majoritet föredrar en ljus skandinavisk design. Genom att låta samma pulverlackerade stål återkomma i markinfästningen, hörnbeslagen och skenorna, integreras träningsfunktionerna som snygga tekniska detaljer istället för att sticka ut som främmande beståndsdelar.

Utöver det estetiska aspekterna har metallkomponenterna också syftet att öka både användarvänlighet och livslängd. De heltäckande hörnbeslagen fungerar som rätvinkliga tvingar åt balkarna vilket underlättar montering och säkerställer att balkarnas ändträ förblir skyddat från regn. Samtidigt agerar pelarfoten som en avrinningsstation och ventilation åt balkarna.

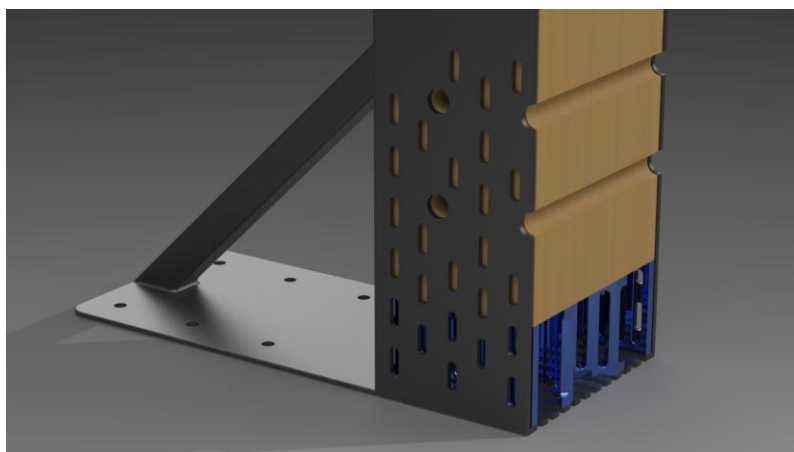
Markinfästning

Markinfästningen består av en omslutande pelarfot som har fyra stycken 12mm hål för genomgående bultar som går genom pelarfoten och den vertikala balken, se figur 39 nedan.



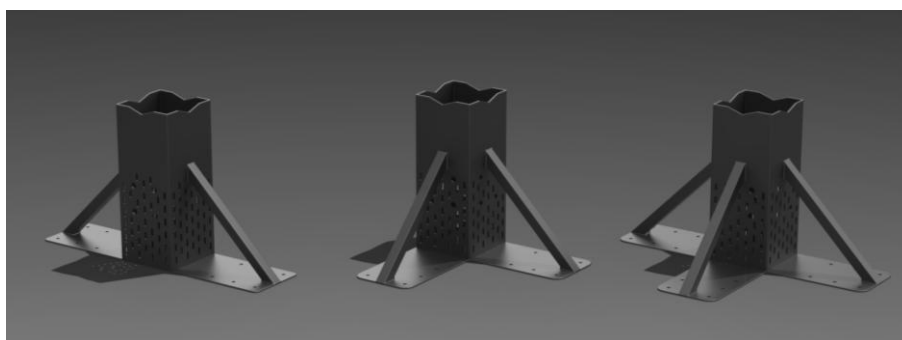
Figur 39: Rendering av slutgiltiga versionen av markinfästningen

Eftersom pelarfoten är helt omslutande kan detta medföra en risk att fukt inte tillåts torka ut ur den vertikala balken. Därför har pelarfoten flera mindre hål för att tillåta luft att passera fritt runt botten av den vertikala träbalken, detta är viktigt för att motverka risken för röta, (Svenskt Trä, n.d). Det finns det en distans i botten av pelarfoten för att tillåta luftflöde under den vertikala balken, i figur 40 nedan visualiseras den i blått.



Figur 40: Rendering av pelarfotens tvärsnitt med distans i botten

Pelarfoten har totalt tre utformningar beroende på vilket typ av hörn i konstruktionen den sitter i. De hörnen som skapades för att täcka alla tänkbara behov vid val av planlösning var en L-korsning, T-korsning och ovan nämnda pelarfot med stöttande beslag åt varsin sida. Dessa ser ut enligt följande figur 41.



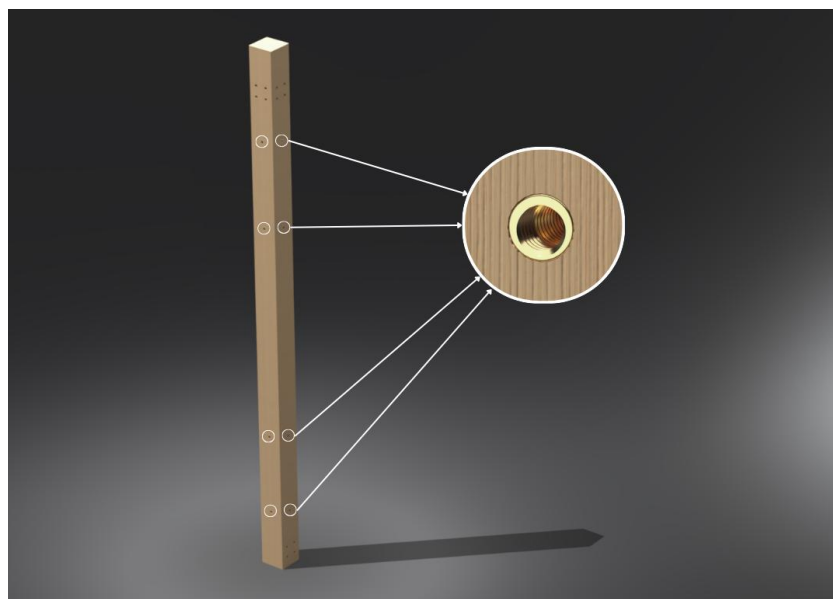
Figur 41: Rendering av samtliga varianter av pelarfoten

Pelarfoten är gjord av 3mm bockad stålplåt som är sammansvetsad. Pelarfoten är pulverlackerad för god beständighet mot slitage och korrosion. Pulverlackering ger också goda möjligheter att anpassa färg till önskat behov.

Vertikal Balk

Den vertikala balken består av en tryckimpregnerad limträpelare med dimensionen 115x115mm i tvärsnittet och en längd på 2518mm. Balken har fyra genomgående hål i botten och fyra genomgående hål i toppen för montering till pelarfot och hörnbeslag. Dessa hål är på 12mm i diameter för att passa en M12 bult.

Längs med balkens sida sitter det fyra stycken förborrade hål med en gänginsats för att fästa modulinfästningens skena eller andra lösa tillbehör som krokar, se figur 42 nedan.

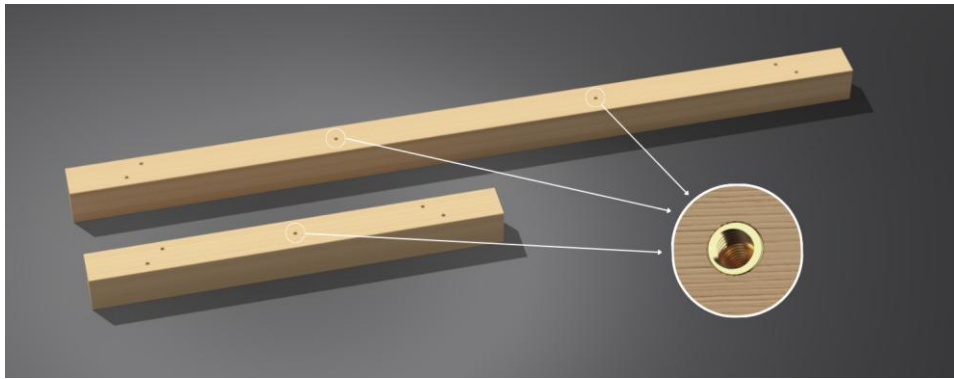


Figur 42: Rendering av vertikal balk. (författarnas egen bild)

Överliggande Balk

Den överliggande balken består av en tryckimpregnerad limträpelare med dimensionen 115x115mm i tvärsnittet och en längd på 1200mm eller 2400mm beroende på användarens preferens. Balken har två genomgående hål i varje ända för montering till pelarfot och hörnbeslag. Dessa hål är på 12mm i diameter för att passa en M12 bult.

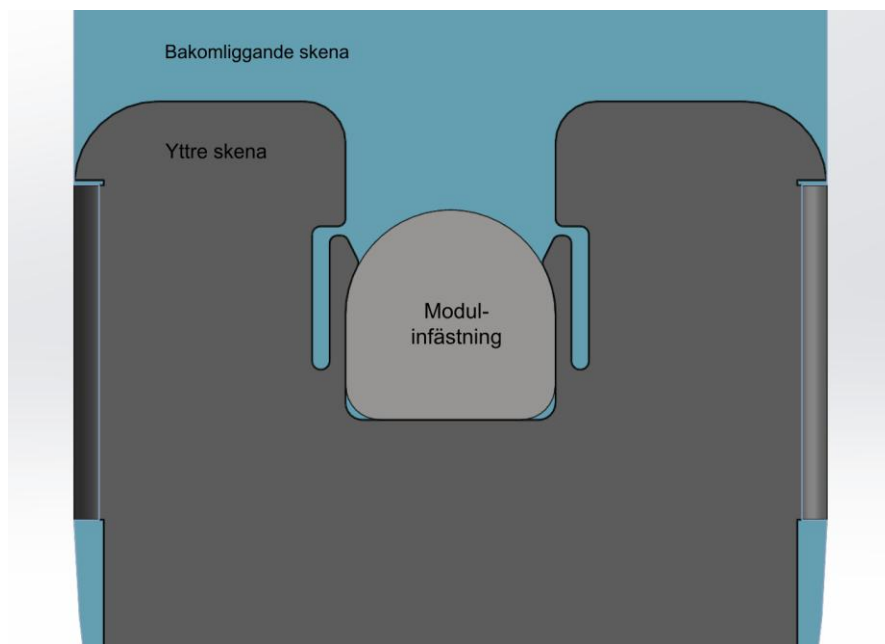
Längs med balkens sida sitter det ett eller två förborrade hål med en gänginsats för att fästa andra lösa tillbehör som krokar, se figur 43 nedan.



Figur 43: Rendering av horisontell balk. (författarnas egen bild)

Modulinfästning - Nyckelhålsskena

Nyckelhålsskenan utgör kärnan i gymgolans modulsystem och är den komponent som hanterar interaktionen mellan användare och redskap. Syftet med skenan är att erbjuda en flexibel och snabb omställning mellan olika träningsredskap och moduler. Enkäten visade att en majoritet av användarna kräver att byte av redskap maximalt får ta 30 sekunder och kravspecifikationen kräver att systemet skall tåla en dynamisk last på 200kg. Intervjuerna visade en oro bland deltagare för rekyleffekter när tunga vikter hanteras. För att möta dessa behov, implementerades ett klicksystem som nyper fast modulerna med fjäderkraft, se figur 44 nedan. Denna mekanism minimerar risken för rekyleffekt, samtidigt som den behåller den smidighet som är ett krav för att kunna byta redskap snabbt utan verktyg.



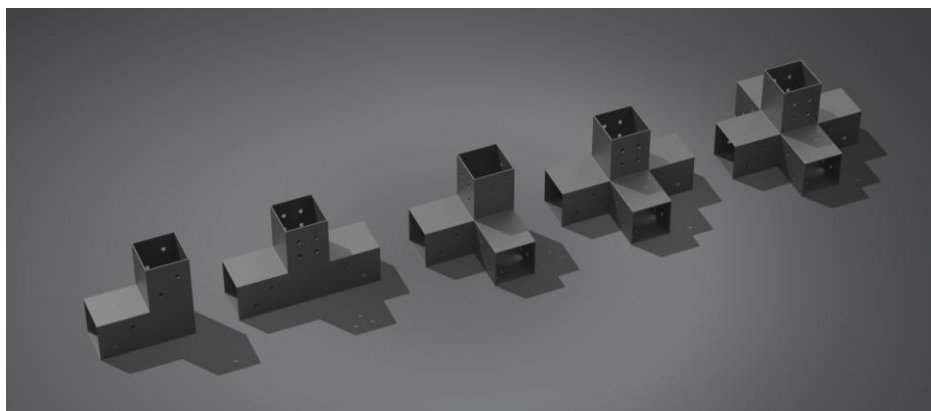
Figur 44: Visualisering av funktionen i modulskenan. (författarnas egen bild)

För att uppnå en resurseffektiv men samtidigt hållfast konstruktion har skenans utformning samt tillverkningsprocess optimerats. Skenan, liksom övriga komponenter, är tillverkad av 3mm tjockt konstruktionsstål och är uppbyggd av två delar. Grunden består av en solid bakomliggande plåt som löper längs med hela skenans längd och som monteras mot träbalken. För att skapa de specifika nyckelhålsinfästningarna används ett yttre plåtark som bockas med ett 90-graders hörn i sina kanter för att skapa en inre distans på cirka 15mm. Dessa yttre plåtar svetsas sedan fast direkt i den bakre plåten. Den bakre plåten har små ingröpningsrännor där svetsfogen skall vara, på detta sätt vilar delvis den yttre plåten på den bakre, vilket avlastar lite av den vertikala kraften genom kontaktytan, istället för att all kraft hålls upp av svetsfogen.

Skenan har ett inre djup på 15mm som gör det möjligt för användaren att föra in modulernas infästningsknoppar i ett horisontellt läge och sedan låsa fast dem genom att trycka nedåt. Utöver den snabba användningen fungerar skenan som ett fysiskt skydd för limträbalkarna, då skenan tar upp det direkta slitaget som uppstår när stålmoduler flyttas upp och ner.

Beslag

Beslagen består av helt omslutande plåtbeslag. För att möjliggöra olika typer av planlösning för hela gymgolvet krävs det olika uppsättningar av beslag beroende på riktning av kopplade balkar. Totalt skapades 5 olika uppsättningar av beslag som täcker samtliga behov angående utformning av planlösningen, se figur 45 nedan.



Figur 45: Rendering av de olika former på beslag. (författarnas egen bild)

Beslagen är gjorda av 3mm bockad stålplåt som är sammansvetsad. Beslagen är pulverlackerade för god beständighet mot slitage och korrosion.

Tak

En textil-väv används som tak, alternativt används inget tak för att ge en öppen känsla. Textilväven är gjord i polyester då denna syntetiska fiber är bäst lämpad för utomhusbruk tack vare sin relativt starka beständighet mot solljus och röta, (Kadolph S, 2013). Beroende på utformningen av planlösning kommer tygduken i olika storlekar för att täcka önskad yta. Infästningen i gymgolan sker genom spännband som fäster i balkarna.

Ändträförsegling

För att skydda mot röta och nedbrytning från solljus används tryckimpregnerat virke och ”plåthattar”. Det finns olika klasser av tryckimpregnering beroende på användningsområde. Vanligt för konstruktioner utomhus är NTR-AB, och NTR-A om konstruktionen är i kontakt med marken eller nära en vattenkälla, (Svenskt Trä, n.d). För gymgolan bör de vertikala balkarna ha klass NTR-A och de horisontella balkarna bör ha NTR-AB. Tryckimpregneringen ska fungera tillsammans med ”plåthattarna” som fungerar en första fysisk barriär mot regn och solljus. Plåthattarna är tänkta att sitta på ovansidan av de vertikala balkarna för att skydda ändträet, däremot har denna funktion slagits ihop med de heltäckande beslagen som uppfyller samma behov.

4.3 Moduler

Modulerna är en central del och gymgolans stomme ska kunna tillhandahålla många olika typer av moduler beroende på användarens behov. Projektgruppen har gjort ett fåtal moduler för att ge en bild av vilka funktioner som kan uppnås, samt inspirera till utveckling av ytterligare moduler i framtiden.

Modulinfästning

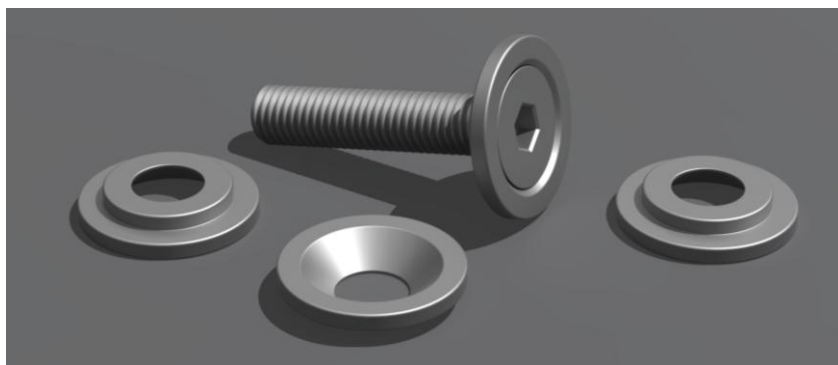
För att kunna fästa modulerna i skenan skapades en specifik infästning som fungerar som en länk mellan modulerna och skenan. Det skapades två varianter beroende på vilken modul som ska användas. Den första är till för moduler som monteras i båda vertikala balkarna, se figur 46. Denna infästning är längre än djupet på skenan vilket ger den möjlighet att röra sig något i horisontell riktning när virket expanderar och krymper vid skiftande fuktighet. Dessutom är

tvärsnittet cirkulärt på ovansidan och kvadratisk på undersidan, detta syftar till att motverka eventuell rotation av modulen.



Figur 46: Rendering av modulinfästning med fyrkantigt tvärsnitt. (författarnas egen bild)

Den andra infästningen lämpar sig till moduler som enbart behöver monteras i en vertikal balk, se figur 47 nedan. Eftersom de inte behöver ta hänsyn till virkets fuktrörelser så har denna infästning mindre toleranser mot skenan för att ge en stabilare montering. Tack vare mindre toleranser kan denna infästning också vara mindre i storlek än den första.



Figur 47: Rendering på modulinfästning med runt tvärsnitt. (författarnas egen bild)

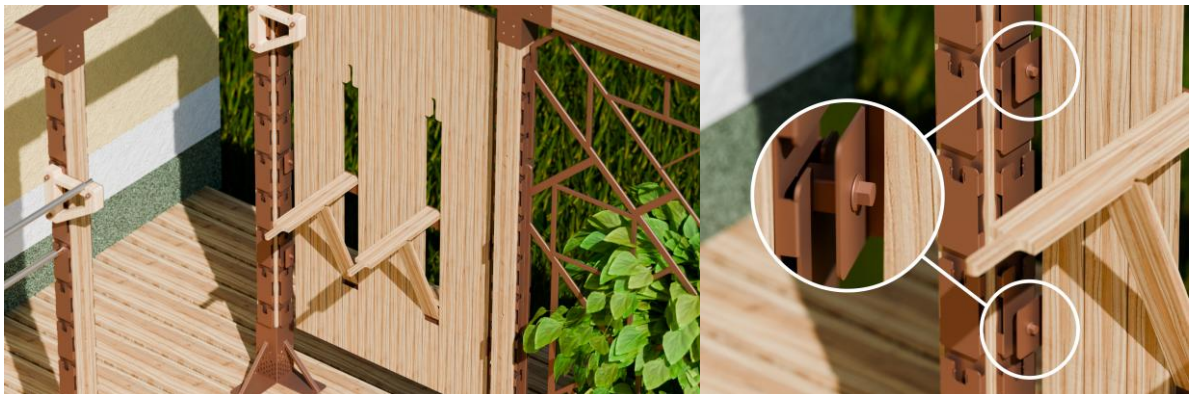
Avskärmande plank

Denna modul syftar till att skapa en avskärmning från solljus, blåst eller insyn. Dessutom har den en inbyggd funktion som möjliggör träning. Modulen består av vertikala plankor i trä och två horisontella plåtskenor som håller ihop planket, se figur 48 nedan.



Figur 48: Rendering för avskärmande plank i en "verklig" kontext. (författarnas egen bild)

Två av de vertikala plankorna kan fällas ner i horisontellt läge och stöddas upp av ytterligare två utfällbara plankor nedan vilket möjliggör olika typer av träningsmoment. Genom att fälla ner plankorna kan användaren göra dips i ställningen, samt magövningar med rygg mot planket och armarna vilandes på de utfällda plankorna. I det utfällda läget kan också bordsskivor läggas på och användas som avlastningsyta vid exempelvis serveringar. Planket är infäst i skenan med 2 fästpunkter på varje sida, se figur 49 nedan.

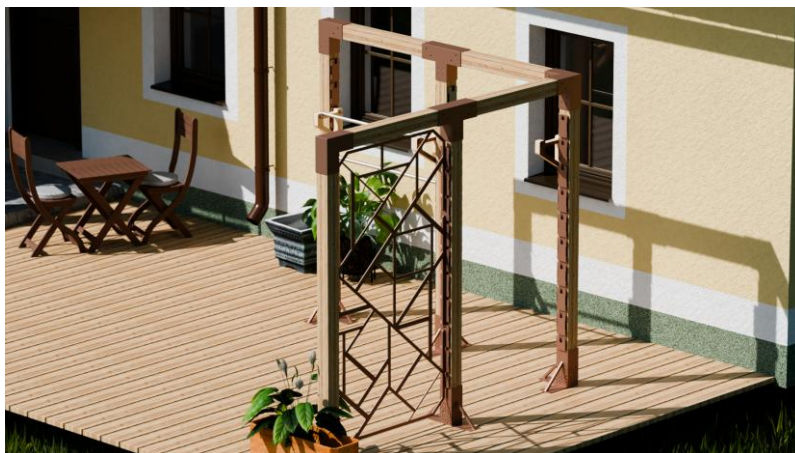


Figur 49a och 49b: Detaljbild på utfällda plankor för dips. (författarnas egen bild)

Klätternät till växter

Denna modul är ett klätternät som närliggande växter har möjlighet att klättra i. Detta syftar till att integrera gymgolan i trädgården genom att låta växter växa in i och bli en del av konstruktionen. Utöver detta agerar klätternätet också som ett estetiskt element som även utan

växter kan tillföra till konstruktionens helhetskänsla, se figur 50 nedan. Nätet är gjort av 3mm stålplåt.



Figur 50: Bild på klätternät i gymgolan (författarnas egen bild)

Blomlåda

Denna modul är en blomlåda som möjliggör plantering av enklare växter i gymgolan och kan kombineras med klätternätet vid behov. Den kan fästas i olika höjder på skenan och kombineras med fler blomlådor för att skapa en vertikal odling. Blomlådan är gjord av trä, se figur 51 nedan.

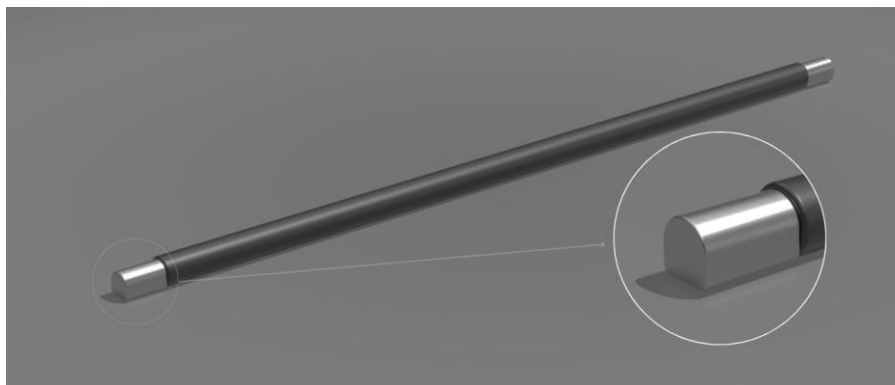


Figur 51: Rendering av blomlådan (författarnas egen bild)

Träningsstång

Denna modul är i sin enklaste form en stång som monteras mellan två vertikala balkar. Tack vare sin simplicitet har den många olika användningsområden men används främst för träning

med kroppsvikt, se figur 52 nedan. Stången är gjord av ett metallrör som monteras i skenan med hjälp av en adapter.



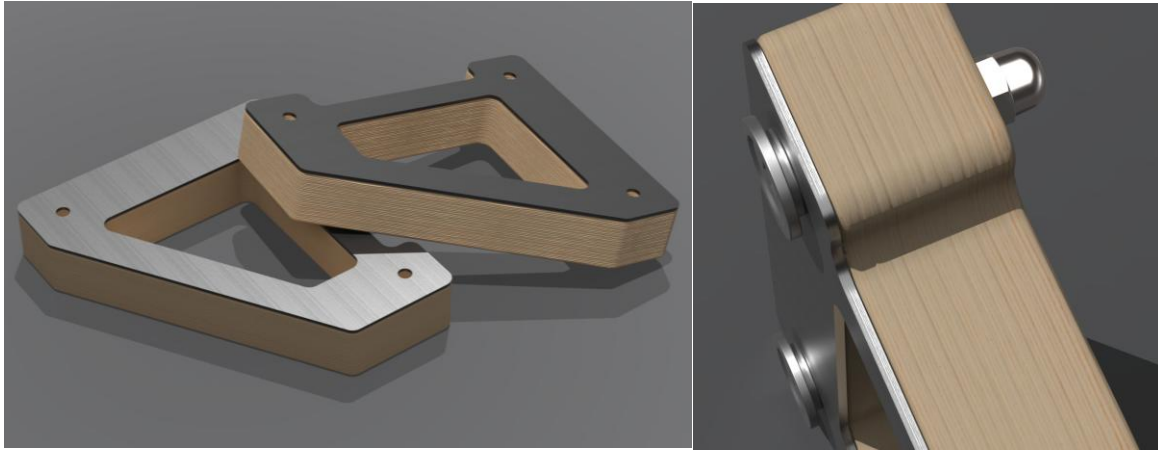
Figur 52: Rendering av träningsstången. (författarnas egen bild)

J-Hook

Denna modul är en krok som monteras in i skenan på den vertikala balken. Den syftar till att fungera som en vågrät förlängning av konstruktionen där fria vikter kan monteras, exempelvis en skivstång. Ifall en ribba monteras på två krokar kan användaren göra chins, vilket inte är möjligt innanför ramen på grund av den överliggande balken. J-hooken är gjord i trä och en 3mm stålplåt, se figur 53 nedan..

Stålplåten förhåller sig till formspråket av de övriga metallkomponenterna medan træklossen ger kroken ett mer organiskt utseende som förstärker kopplingen till trädgården.

Kroken är konstruerad på ett sätt så att träet och stålplåten hålls samman med hjälp av ett skruvförband, där infästningsknoppen fungerar som en mutter i förbandet. Detta upplägg skapar en väldigt effektiv ledning för kraften att gå ner i skenan istället för att slita på kroken.



Figur 53: Rendering av J-hook. (författarnas egen bild)

Om användaren vill låsa fast skivstången eller något annat träningsredskap går det att göra genom att spänna fast detta med tillhörande spännband.

4.4 Ytterligare Funktioner

Utöver moduler finns det möjlighet till ytterligare funktioner i gymgolan. I balkarna sitter det gängade insatser som tillämpar sig till att montera externa komponenter eller lösa tillbehör. Till exempel går det att skruva in en så kallad ringskruv för att fästa en hängmatta eller en boxningssäck. Vill användaren montera krokar på specifika platser i konstruktionen går det bra att själv skruva i balkarna. Fler exempel på lösa tillbehör är lyktor, klädhängare eller diverse köksredskap.

4.5 Semantisk Analys

Denna analys har utgångspunkt i de 4 semantiska funktionerna. Beskriva, Uttrycka, Uppmana och Identifiera. En produkt kan sitt utseende beskriva dess funktion eller handhavande, uttrycka egenskaper som till exempel jordnära eller lugnande, uppmana till en specifik användning, samt identifiera vilken typ av produkt det är genom sitt utseende.

De semantiska funktioner som gymgolan bör uppfylla är "Uppmana Interaktion", "Uttrycka skandinavisk premiumkänsla", "Signalera Anpassningsbarhet", "Inspirera till Träning", "Inspirera till Socialt umgänge" och "Förmedla Robusthet". Uppmana interaktion gör gymgolan genom att ha tydliga skenor att fästa moduler i och kontraster i former för att fånga användarens uppmärksamhet. Till exempel är de pinnar som fälls ner i avskärningsplanket

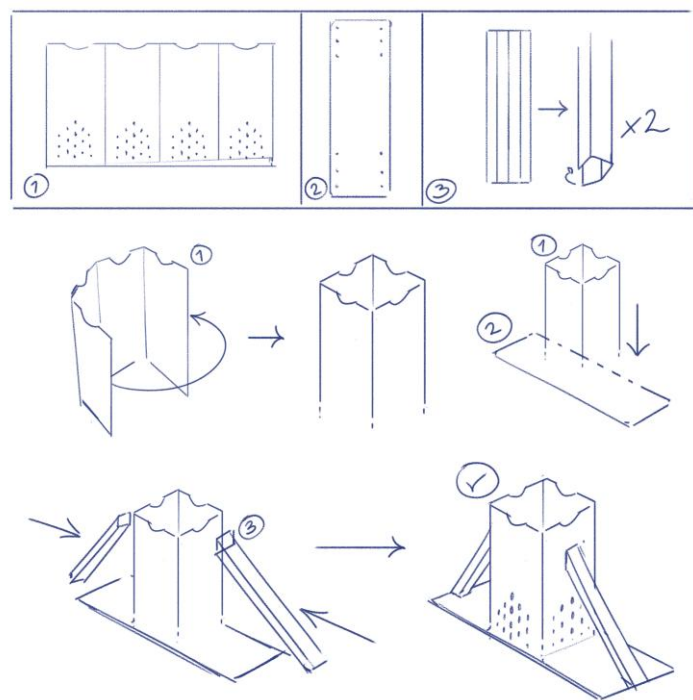
utskurna på ett sätt som tillåter användaren att enkelt identifiera vart den ska interagera med planket.

Gymgolan Uttrycker skandinavisk premiumkänsla genom att vara konstruerad av material som ger ett naturnära utseende med synligt trä och stadiga beslag. Signalera anpassningsbarhet uppfylls också genom skenorna som sitter på insidan av balkarna, eftersom spåren i skenorna är synliga ger det en tydlig bild att de kan användas till montering av redskap eller moduler. Inspirera träning och avkoppling uppfylls genom en upplevd enkelhet att välja och ändra moduler baserat på behov. Till sist förmedlar gymgolan robusthet genom rejäla beslag som är visuellt närvarande.

4.6 Tillverkning

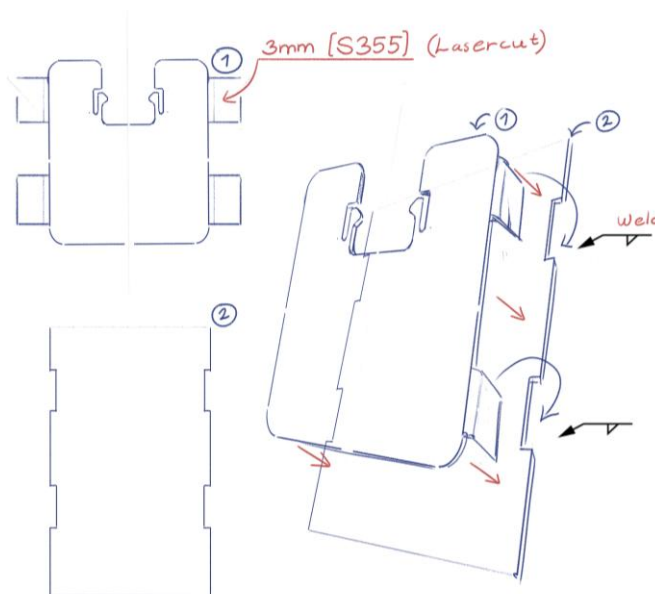
Gymgolan består av två typer av material, stålplåt och trä. För att tillverka komponenterna i plåt krävs möjligheten att köpa in, skära till, bocka och svetsa plåtarken. Träbalkarna som används i konstruktionen är dimensionerade efter vanligt förekommande mått som förekommer på byggvaruhus. Detta medför en enkelhet att få tillgång till balkar. Balkarna sågas till rätt mått och hål borras för infästning av gängade insatser.

ESAB rekommenderar att använda plasma eller laserskärning för plåtar med en tjocklek mindre än 3,175mm, (Vad är det bästa sättet att skära stålplåt? - ESAB, n.d). Om komponenten är känslig för variation i värme så bör vattenskärning användas. Nästa steg är bockning av plåt för att sedan svetsas ihop till en komplett komponent. De färdiga komponenterna pulverlackeras sedan för att skyddas mot slitage och korrosion.



Figur 54: Skiss av tillverkningsprocess: pelarfot. (författarnas egen bild)

I *Figur 54* syns tillverkningsprocessen av pelarfoten. Trots dess delvis komplexa utseende är tillverkningen rätt enkel. Pelarfotens ”strumpa” kan ses som ett plåtark bockat i tre hörn och ihopsvetsat i slutet. Efter detta svetsas strumpan ihop med bottenplattan, och kompletteras därefter av de två påsvetsade diagonala stödbenen som också ursprungligen är bockade och svetsade plåtark.



Figur 55: Skiss av tillverkningsprocess: skena. (författarnas egen bild)

I *Figur 55* syns tillverkningen av skenan som sitter på insidan av balken. På samma vis som pelarfoten utgår skenan också från utskurna bockade plåtark. Med hjälp av de små jacken i den bakre plåten kan den över plåtens vingar bockas ned och svetsas fast. Dessa små jacken fungerar inte bara som en guide för montören, utan också som en avlastningsyta för de vertikala krafter som skenan utsätts för under träning.

Genom att hålla tillverkningsprocessen relativt enkel för samtliga tekniska komponenter, säkerställs att produktkostnaden inte överstiger vad en privatperson är villig att betala för ett hemmagym, samt att tillverkning- och leveranstiden förblir rimlig.

5 Diskussion

Syftet med detta kapitel är att kritiskt granska och reflektera över projektets designprocess samt det resulterande produktkonceptet. Diskussionen belyser vilka metoder som fungerat väl, vilka tekniska utmaningar som identifierats under projektets gång, samt hur dessa har hanterats. Fortsättningsvis utvärderas hur sena avgränsningar har påverkat projektet och hur väl det slutgiltiga konceptet fyller kraven i kravspecifikationen.

5.1 Metod- och processreflektion

Processen som använts i detta projekt har fungerat bra för att ta fram ett koncept med detaljerade dellösningar. Eftersom hela konceptet är relativt komplext med många ingående delar så har det fungerat bra att dela upp processen i två olika omgångar med idégenerering på olika "nivåer" av systemet. Den första för hur det modulära systemet ska se ut, det andra för hur ingående delarna i detta system ska se ut. Detta tillät projektgruppen att kunna göra mer utförliga utvärderingar av de olika nivåerna. Det tog längre tid att idégenerera och utvärdera två gånger, däremot upplever projektgruppen att en idégenerering med samtliga nivåer samtidigt skulle bli allt för rörigt och svårt att genomföra på ett effektivt sätt.

5.2 Teknisk utvärdering och konceptets begränsningar

Till att börja med har projektgruppen fokuserat på att hitta en låsfunktion i skenan som använder sig av så få rörliga delar som möjligt. Detta resulterade i att projektgruppen använde en fjädrande låsfunktion som utnyttjar elasticitetsmodulen för materialet i skenan.

Vid upprepad montering och bortmontering innebär detta en utmattande belastning som i längden kan få låsfunktionen att tappa sin funktion. Projektgruppen har tagit detta i åtanke men inte genomfört någon beräkning för låsfunktionens livslängd. Anledningen till detta är att tid och resurser inte varit tillgängliga inom ramen för projektet. Om Invencon ska gå vidare med konceptet bör de göra en utförlig utvärdering av funktionen på skenan angående utmattande belastning och vilket material som är bäst lämpat.

Efter att projektgruppen skapat renderingar på konceptet i sin helhet visade det sig att det var betydligt mer exponerad plåt än vad som först tänktes. Detta ger en känsla av att konstruktionen är stadig, men den tar samtidigt ifrån känslan av att det är en mysig trädgårdsinstallation då träbalkarna i stor utsträckning blockeras av heltäckande plåtar. Detta är speciellt synligt för modulskenorna som går längs de vertikala balkarna, dessa innehåller en stor mängd exponerad plåt. Om man eftersträvar en mer naturnära känsla med mer exponerat trä kan det vara lämpligt att designa om skenorna så att de får en mer luftig känsla där man ser mer av virket. Denna designändring skulle eventuellt kräva en ändring av det övergripande designspråket för de olika plåtkomponenterna så att de matchar. Generellt sett skulle man kunna ta alla befintliga geometrier och skära ut material där det inte absolut behövs för strukturell integritet.

5.3 Avgränsningar och framtida arbete

I samråd med Invencon skiftade fokus från att kunna fästa gymgolan i alla typer av underlag till att enbart till enbart kunna fästas i en altan. Detta har påverkat resultatet något då projektgruppen inte har behövt göra någon djupare utvärdering av möjligheter för infästning i jord och mark. Framöver ser projektgruppen att denna möjlighet är bra att ha för gymgolan, och ser gärna att dessa aspekter utforskas vidare.

Eftersom projektet avgränsades till att enbart utforska lösningar för infästning i altan så finns det i nuläget inte någon enkel lösning på att montera ställningen direkt på en gräsmatta. Om detta skulle bli aktuellt är det rekommenderat att göra en omfattande utvärdering på hur detta ska gå till. I diskussionen med Invencon framkom det att aspekter som markens lutning och jordens egenskaper hade stor påverkan. Dessutom hade det varit önskvärt att konsumenten själv kan göra all installation själv, vilket kan vara en begränsning om de inte besitter kunskaper i enklare markarbete.

När konceptet monterades digitalt för renderingar, blev det tydligt att den fullständiga konstruktionen hade många exponerade metalledetaljer. Detta kan för vissa upplevas som en estetiskt tilltalande teknisk detalj, men kan för andra upplevas som en oönskad kontrast emot det organiska materialet. För vidare utveckling kan det därav vara till fördel att utforska hur man kan minska antalet synliga metalledetaljer.

5.4 Kravuppfyllnad

Kravuppfyllnaden på konceptet är god. I kravspecifikationen är det ett flertal kriterier som antingen är krav eller önskemål för konceptet. Det finns krav som ”Träningsmoment för 5 muskelgrupper”, ”moduler för träning”, ”moduler för avkoppling”, ”fukt och korrosionsbeständighet i minst 10 år”. Alla dessa går att uppnå med konceptet som har tagits fram. Vissa krav är svåra för projektgruppen att verifiera, till exempel ”Använda miljöcertifierade leverantörer” och ”vara godkänd för bygglov” då dessa beror på situationen.

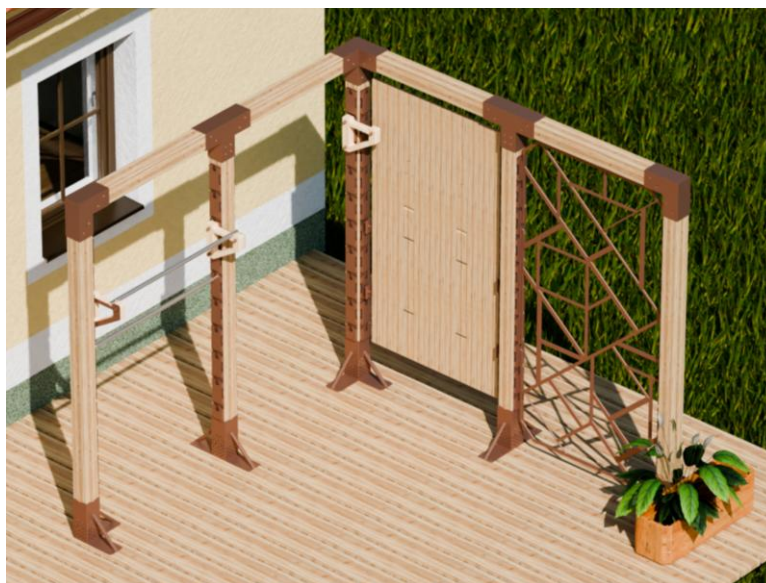
6 Hållbarhetsanalys

En sista analys genomfördes med fokus på hållbarhet av det slutgiltiga konceptet. Denna hållbarhetsanalys innehöll bland annat energiåtgång, koldioxidutsläpp, utsläpp av giftiga kemikalier, social och ekonomisk påverkan. Eventuella risker framfördes också gällande fysisk säkerhet.

Som stöd för hållbarhetsanalysen användes ett program som heter ”Ansys Granta EduPack”. Detta program är en databas för studenter som innehåller information om olika material. Programmet kan till exempel jämföra olika mekaniska egenskaper hos olika material eller göra en uppskattning av klimatpåverkan av material och tillverkningsprocesser. Det senare användes i detta kapitel.

Projektgruppen använde sig av ett verktyg som beräknar klimatpåverkan och energiåtgång av gymgolan, en så kallad ”Eco-Audit”. Detta var utgångspunkten för hållbarhetsanalysen och syftade till att ge en indikation av materialens påverkan. Materialen och tillverkningsmetoderna för komponenterna i gymgolan är inte exakta då projektgruppen saknar relevant kunskap om dessa, en uppdaterad analys bör genomföras när Invencon har bestämt specifika material.

Gymgolan kommer att innehålla olika mängd komponenter beroende på kundens önskade planlösning. Därför genomfördes analysen på en specifik planlösning av gymgolan med tillhörande moduler, se figur 56 nedan.



Figur 56: Planlösning som används som utgångspunkt för hållbarhetsanalysen. (författarnas egen bild)

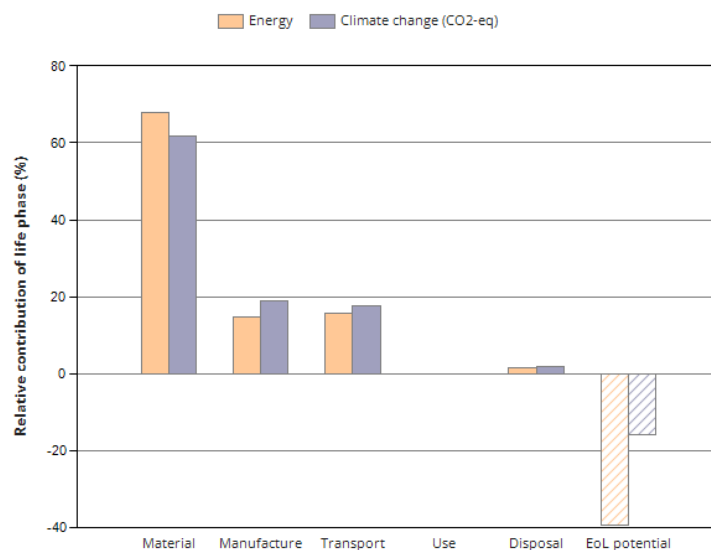
Denna planlösning är medelstor och är en bra utgångspunkt för att få ett medelvärde av gymgolant.

6.1 Framställning av råmaterial

Utifrån denna planlösning genomfördes inledningsvis en Eco-audit som ger en bild av koldioxidutsläpp och energiåtgång för materialen som används. Eco-audit beräknades med avseende på vilken typ av material det är, tillverkningsprocess, livslängd, användning, transport och vad som händer med materialet när det ska kasseras. Översiktligt resultatet från Eco-audit presenteras i tabell 3 och figur 57 nedan.

Tabell 3: Summerade värden för Energiåtgång och klimatpåverkan av konceptet.

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	Climate change (CO ₂ -eq) (kg)	Climate change (CO ₂ -eq) (%)
Material	6,78e+03	67,8	364	61,7
Manufacture	1,49e+03	14,9	111	18,9
Transport	1,58e+03	15,8	104	17,6
Use	0	0,0	0	0,0
Disposal	152	1,5	10,7	1,8
Total (for first life)	1e+04	100	590	100
End of life potential	-3,93e+03		-93,3	



Figur 57: Visuellt summering av energiåtgång och klimatpåverkan av konceptet. (författarnas egen bild)

Dessa tabeller visar att den största påverkan på koldioxidutsläpp och energiåtgång är framtagning av själva råmaterialen. Energin som går åt till framställning av råmaterialen är 6780 MJ vilket är ungefär 67,8% av energiåtgången för hela produktens livscykel i denna utformning. Koldioxidekvivalenten för materialet är 364 kg CO₂-eq per kg vilket är ungefär 61,7% av det totala koldioxidutsläppet för produkten i denna utformning.

6.2 Tillverkning

Energin som går åt vid tillverkningen är 1490 MJ vilket är ungefär 14,9% av energiåtgången för hela produktens livscykel i denna utformning. Koldioxidekvivalenten för tillverkningen är 104 kg CO₂-eq per kg vilket är ungefär 17,6% av det totala koldioxidutsläppet för produkten i denna utformning.

6.3 Distribution

Projektgruppen utgår från att framställning av både stål och trä sker i Sverige. En vanlig ort för framställning av stål är Luleå (SSAB, n.d) och ett vanligt område för produktion av sågvirke är runt Skellefteå (Nordträ, n.d), därför använd dessa orter som utgångspunkt för transporter. Transporterna går med tung lastbil mellan dessa två orter och Göteborg där den tänkta slutproduktionen är placerad.

Energin som går åt vid distribution är 1580 MJ vilket är ungefär 15,8% av energiåtgången för hela produktens livscykel i denna utformning. Koldioxidekvivalenten för distribution är 104 kg CO₂-eq per kg vilket är ungefär 17,6% av det totala koldioxidutsläppet för produkten i denna utformning.

6.4 Användning

Gymgolan förbrukar ingen energi vid användning. Energin som går åt vid användning är 0 MJ. Koldioxidekvivalenten för användning är 0 kg CO₂-eq per kg.

6.5 Resthantering

Eftersom gymgolan är gjord av en liten variation i råmaterial blir resthanteringen relativt enkel. Stålplåten och metallerna som används återvinns och virket förbränns alternativt sågas till mindre delar för att användas till något annat, så kallad ”downcycling”.

Energin som går åt vid resthantering är 152 MJ vilket är ungefär 1,5% av energiåtgången för hela produktens livscykel i denna utformning. Koldioxidekvivalenten för resthantering är 10,7 kg CO₂-eq per kg vilket är ungefär 1,8% av det totala koldioxidutsläppet för produkten i denna utformning.

Hållbarhetsanalysen ger en god bild av vilka påverkande faktorer som finns i produktens livscykel, men på grund av bristande kunskap om framställning av materialen, distribution, och resthantering av materialen som används har projektgruppen använt ungefärliga värden utifrån Ansys Granta Edupacks databas.

6.6 Påverkan av gymgolan

Utsläpp av giftiga kemikalier

När det gäller giftiga kemikalier är det stålproduktionen som står för majoriteten av dessa. Däribland är vattenföroreningar och luftburna föroreningar vanligast. Vattenföroreningarna uppstår främst från kylprocesser inom produktionen och kan innehålla bland annat ammoniak, klorider och bensen som är skadligt för vattenlevande organismer, (Alberto N. 2020).

De luftburna utsläppen inkluderar till exempel rökgaser i form av stoft från ljusbågsugnar eller olika flyktiga organiska föreningar som anses potentiellt giftiga. Exakt vilken typ av kemikalier som släpps ut varierar och beror på vilken process som används.

Social påverkan

Socialt umgänge är en central del av gymgolan och den kan fungera som en samlingspunkt för sociala sammanhang som familjeaktiviteter eller middagar utomhus. Gymgolan bidrar till att skapa sådana möjligheter för familjer som tidigare har upplevt svårigheter med att hålla i bjudningar hemma. Dessutom kan gymgolan fungera som en plats för naturnära återhämtning som gynnar människors välmående om den till exempel är konfigurerad med avskärningsplank, växter och avskärmande tygduk för solen. Detta kan bidra till minskad stress och en sundare livsstil.

Det finns en risk att gymgolan associeras som en statussymbol då en pergola ofta anses som en mer exklusiv produkt att ha i trädgården. Tack vare att gymgolan är modulbaserad och går att välja i olika planlösningar beroende på vilka typer av förutsättningar användarna har anses detta inte vara ett stort problem. Är det en familj som har mindre trädgård kan de fortfarande välja den planlösning som passar med tillhörande moduler, på det sättet minskar glappet mellan vad som anses vara en premiumprodukt för höginkomsttagare och vardagligt folk.

Ett till sätt som gymgolan kan göras mer tillgänglig är att offentliggöra dimensionerna för vissa komponenter i konstruktionen. Detta ökar möjligheten för användare att själva konstruera nya moduler utefter specifika behov.

Ekonomisk påverkan

En pergola har ofta en hög inköpskostnad. Gymgolan har möjligheten att anpassas beroende på kundens ekonomi, dessutom fungerar det modulbaserade systemet bra tillsammans med reservdelar. Är det någon komponent som är väldigt sliten så kan den relativt enkelt bytas ut av användaren utan något behov av större ombyggnationer. Detta medför att livslängden kan förlängas genom mindre reparationer och den totala kostnaden kan på så sätt minskas.

7 Slutsats

I detta kapitel besvaras de frågor som tidigare etablerats i frågeställningen, dessa lyder:

- **Hur designas ett modulärt utegym som eftersträvar samma enkelhet som att montera en IKEA möbel, men som ändå klarar 200kg dynamisk belastning?**

För att uppnå en enkel IKEA-montering vilket 81% av användarna efterfrågade, utan att kompromissa med kravet på 200kg dynamisk last, används robusta cubic-hörnbeslag med 3mm tjockt konstruktionsstål. Dessa beslag fungerar i praktiken som rätvinkliga tvingar som guidar användaren till att montera balkarna med rätt mått och vinklar. Detta kombinerat med förborrade hål åt bultförbanden i balkarna som går i linje med hålen i beslagen, gör att monteringen eliminerar många riskmoment för felbygge. De genomgående bultarna i beslagen fungerar som mekaniska spärrstag mot lodräta och dynamiska laster. Monteringen förenklas ytterligare på marknivå där stommen bultas fast i altanens bärlinor med hjälp av plåtfötter som har diagonala stöd för att öka vridstyvhet. Dimensionerna på systemet är utformade för att gå i linje med standardmått på altaner (Svenskt trä, 2026) för att försäkra att så många plåtfötter som möjligt kan monteras direkt i bärlinan.

- **Hur utformas ett modulsystem som möjliggör snabba redskapsbyten utan verktyg, samtidigt som det garanterar användarens säkerhet vid tunga lyft?**

Modulsystemet utformades med hjälp av nyckelhålsskenor som löper på insidan av de vertikala balkarna. Detta klicksystem gör att användarna verktygslöst kan montera redskap i en horisontell rörelse samt med ett tryck nedåt. Fästknopparna som designats både som bultförband åt modulerna men också som dess infästningspunkt, har ett kvadratisk tvärsnitt som säkerställer att de inte roterar när de är fastklickade i skenan. Avfasningen i hörnen på tvärsnittet gör att knopparna kan tryckas ned i skenans nypmekanism och sedan stanna på plats tills användaren applicerar kraft rakt uppåt med intentionen att plocka loss modulen. Utformningen av skenans profil och nypmekanism gör att uppåtriktade diagonala krafter, även större, inte orsakar att modulen klickar ur. Detta klicksystem möjliggör därav redskapsbyten på under 30 sekunder, samtidigt som användarens säkerhet inte äventyras under tunga lyft eller eventuella recoil-effekter.

- **Hur skapar man en balans mellan industriell träningsställning och exklusiv trädgårdsmöbel med hjälp av formspråk och materialval?**

Denna balans skapas genom att utforma produkten med tydliga materialkontraster, där de komponenter som ansvarar för ställningens hållfasthet, också kan agera som snygga tekniska detaljer som passar in i en trädgård. Grunden utgörs av skandinaviskt tryckimpregnerat limträ som möter tunga pulverlackerade stålkomponenter med en genomgående godstjocklek på 3mm. De heltäckande beslagen skapar vridstyvhet åt träningställningen och skydd mot regn, samtidigt som de signalerar att ställningen är en exklusiv köpeprodukt och inte ihopsnickrat hemma. Nyckelhålsskenan på insidan tillåts vara synlig som en snygg teknisk detalj, som nämnt i intervjuerna, och skapar samtidigt gymkänslan. Med hjälp av modulariteten kan träningsredskapen snabbt plockas ned och ersättas med trädgårdsmoduler eller låta ställningen hållas tom för att få till en trädgårdskänsla och helhetsintrycket av en familjär pergola.

Slutkonceptet uppnår hög stabilitet och en enkel IKEA-liknande montering genom att använda heltäckande cubic-beslag som fungerar som tvingar åt limträbalkarna. Verktygslösa redskapsbyten på under 30 sekunder möjliggörs av nyckelhålsskenorna och nypmekanismen. Dessa stålkomponenter arbetar tillsammans med det skandinaviska träet för att skapa en trevlig helhetskänsla som talar om att konstruktionen tål dynamisk last, utan att tappa den familjära pergolaestetiken på vägen.

Källförteckning

Andersson, Michael. (n.d). *Utveckling av markinfästning för bruk i låghållfast jord*, Karlstads Universitet.

Alberto N. Conejo, Jean-Pierre Birat, Abhishek Dutta, A review of the current environmental challenges of the steel industry and its value chain, Journal of Environmental Management, Volume 259, 2020, 109782, ISSN 0301-4797,
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109782>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719315002>)

ESAB. (n.d). Vad är det bästa sättet att skära stålplåt? https://esab.com/se/eur_sv/esab-university/blogs/what-is-the-best-way-to-cut-steel-plate/

ESSVE. (2024). Prestandadeklaration – Ankarskruv med fibercut, Corraseal.
<https://essve.com/Files/Files/Integration/c4/docs/1640344.pdf>

Gymkompaniet. (n.d). Recoil Rigg Vaggmonterad för Utomhusbruk Svart.
<https://gymkompaniet.se/vaggmonterad-rigg-for-utomhusbruk-recoil>

Kadolph, S. (2013). *Textiles : Pearson new international edition*. Pearson Education, Limited.

Kotler, P. (2011). Philip Kotler's Contributions to Marketing Theory and Practice.
DOI:[10.1108/S1548-6435\(2011\)0000008007](https://doi.org/10.1108/S1548-6435(2011)0000008007)

Monö, R.G. (1997). Design for product understanding : the aesthetics of design from a semiotic approach (1:a upplagan). Liber förlag.

Nordträ. (n.d). Om oss. <https://www.nordtra.se/om-oss/>

Ryberg Ågren, Anna. (2026). *Information om alla lösningar för träbyggande – Trärådhuset*, Svensk trä.
<https://www.traradhuset.se/dimensioner.html#c/staket-skarm-och-spalje/trallakt>

Six Sigma study guide. (2018). Affinity Diagram. <https://sixsigmastudyguide.com/affinity-diagram/>

SSAB. (n.d). SSAB i Luleå. <https://www.ssab.com/sv-se/ssab-koncern/om-ssab/produktionsorter-i-sverige/lulea>

Stolterman, Erik., Wiberg, Mikael. (2010) *Concept-Driven Interaction Design Research* <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07370020903586696?needAccess=true>

Svenskt Trä. (n.d). Mikroorganismer. <https://www.svenskttra.se/trafakta/allmant-om-tra/tra-och-fukt/mikroorganismer/>

Svenskt Trä. (2025). Träskyddsklasser. <https://www.traguiden.se/underhall/drift-och-underhall/altaner-balkonger-och-yttertrappor/altaner-balkonger-och-yttertrappor/traskyddsklasser/>

Uteprodukter. (n.d). Outdoor fitness – Modell 3 – Tryckimpregnerad. <https://www.uteprodukter.se/park-och-utemiljo/outdoor-fitness---modell-3---tryckimpregnerad/9059>

Royalty free Blender assets hämtade från Blenderkit för att sätta konceptet i kontext.
Blenderkit. (2026). *Evergrowing 3D asset library integrated into Blender.*
<https://www.blenderkit.com/>

Bilagor

Bilaga 1: Sammanfattning av svar från enkät

Fråga från enkät	Sammanfattning
Hur ofta tränar du styrka med enbart kroppen som motstånd? 75 out of 75 people answered this question 3+ ggr i veckan 4 responses • 5% 1-2 ggr i veckan 32 responses • 43% Sällan 35 responses • 47% Aldrig 4 responses • 5%	Det vanligaste svaret är ”sällan” med 47%. Därefter är ”1-2 gånger i veckan”. Detta betyder att personerna som svarade på enkäten inte vanligtvis tränar med enbart kroppsvikt som motstånd.
Vad föredrar du om du tränar utomhus? 75 out of 75 people answered this question Enbart fasta redskap (t.ex en stång) 24 responses • 32% Flyttbara redskap (t.ex gummiband, lösa vikter) 13 responses • 17% En kombination 38 responses • 51%	Majoriteten (51%) av personerna som svarat föredrar en kombination av fasta redskap och flyttbara redskap.
Vilka muskelgrupper är viktigast för dig att kunna träna i ett utegym? 75 out of 75 people answered this question (and selected more than one option) Rygg 48 responses • 64% Axlar 32 responses • 43% Armar 43 responses • 57% Bröst 27 responses • 36% Vader 9 responses • 12% Lår 45 responses • 60%	De tre vanligaste muskelgrupperna att träna utifrån denna enkät är ”Rygg”, ”Armar” och ”Lår”. Därefter kommer ”Axlar” och ”Bröst”.

Vad värderar du högst vid träning i en utomhusmiljö? 75 out of 75 people answered this question Funktionalitet (rätt grepp, stabilitet) 30 responses • 40% Estetik (att miljön ser trevlig ut) 12 responses • 16% Tillgänglighet (att det är nära till hands) 33 responses • 44%	Det viktigaste är tillgängligheten av redskap, att det är nära till hands (44%). Därefter är funktionalitet viktigast (40%).
Hur mycket kan du tänka dig att "ändra" i utrustningen inför en övning? 75 out of 75 people answered this question Ingenting, det ska vara klart direkt. 7 responses • 9% Max 30 sekunder 52 responses • 69% Det spelar ingen roll om det tar några minuter. 16 responses • 21%	Majoriteten föredrar att det maximalt ska ta 30 sekunder att ändra i utrustningen inför en övning.
Vilken design tycker du är snyggast i en trädgårdsmiljö? 75 out of 75 people answered this question Ljust/Skandinaviskt 46 responses • 61% Mörkt/Mysigt 22 responses • 29% Industriellt 7 responses • 9%	Majoriteten föredrar en ljusare ”skandinaviskt” design.
Har du egen trädgård eller uteplats? 75 out of 75 people answered this question Ja 32 responses • 43% Nej 43 responses • 57%	43% av personer som svarat på enkäten har en egen trädgård.
Hur ställer du dig till en permanent träningskonstruktion i din trädgård? 32 out of 75 people answered this question Helt okej så länge den är snygg. 22 responses • 69% Helst inte, den måste gå att dölja eller användas till annat (t.ex pergola eller sittplats). 6 responses • 19% Vill bara ha saker jag kan plocka undan helt. 4 responses • 13%	Av de personer som har en trädgård kan 69% tänka sig en permanent träningskonstruktion så länge den är snygg.
Hur avancerad får monteringen vara? 32 out of 75 people answered this question Den ska vara färdigmonterad vid leverans. 1 response • 3% Kan skruva ihop enklare delar (likt IKEA möbler) 26 responses • 81% Kan tänka mig att gjuta fundament och en bygga en rejäl stomme 5 responses • 16%	81% kan tänka sig att montera ihop ställningen själv om det är lika enkelt som en ”IKEA-möbel”.

Vad är en rimlig budget för en syngg, kombinerad tränings- och trädgårdsmöbel?

32 out of 75 people answered this question

Under 5 000 kr

8 responses • 25%

5 000 - 10 000 kr

17 responses • 53%

Över 10 000 kr

7 responses • 22%

Majoriteten tycker att ca 10 000 kr är en rimlig budget.

Bilaga 2: Kravspecifikation Gymgola

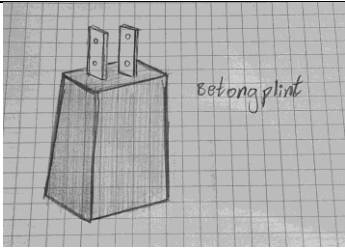
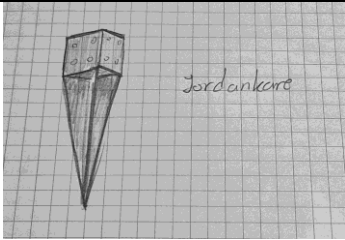
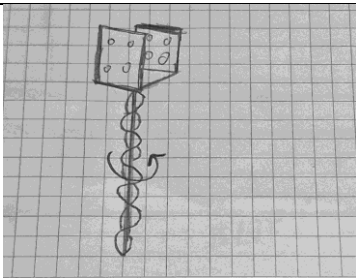
Chalmers		Dokumenttyp: Kravspecifikation					
		Projekt: Utomhusgym med gemenskap i centrum					
Utfördare: Nathanael Bredberg, Gustav Ferm							
Skapad: 2026-02-02 Uppdaterad:2026-05-04							
	Kriterier		Målvärde	K/ Ö	Vikt (1-5)	Verifierings metod	Referens (kravställar e)
1.	Prestanda						
	1.1	Dimensionerad för last	Statisk: 200kg Dynamisk: 200kg	Ö	3		Projektgrup pen
	1.2	Monteringstid	4-8 timmar	Ö	2		Projektgtupp en
	1.3	Träningsmoment	5 muskelgrup per	K	5		Projektgrup pen
	1.4	Moduler för träning	3	K	4		Projektgrup pen

	1.5	Moduler för avkoppling & gemenskap	3	K	4		Projektgruppen
	1.6	Bärkapacitet för moduler	150kg	K	4		Projektgruppen
2.	Miljö						
	2.1	Använda miljöcertifierade leverantörer	Från sverige	Ö	4		Projektgruppen
3.	Livslängd						
	3.1	Fukttålig	>10 år	K	5		Projektgruppen
	3.2	Korrosionstålig	>10 år	K	5		Projektgruppen
	3.3	Klara vindlast	≤ 40 m/s	K	5		Projektgruppen
	3.4	Temperaturbeständig	Från -30 till + 60	Ö	5		Projektgruppen
	3.6	NTR-klassad	Ej-bärande: NTR-AB Bärande: NTR-A	K	5	NTR-certifiering	Projektgruppen
4.	Storlek						
	4.1	Fotavtryck	< 20m ²	Ö	2		Projektgruppen
	4.2	Bygglov	> 4,5m från tomtgräns	Ö	5		Projektgruppen
5.	Säkerhet						
	5.1						

	5.2	Låsbara moduler		Ö	1		Projektgruppen
6.	Material						
	6.1	Återvinningsbart mtrl	Minst 80%	Ö	4		Projektgruppen
	6.2	Verktygsgränssnitt	Hex/Torx	Ö			Projektgruppen
7.	Tillverkningskostnad & Marknadskostnad						
	7.1	Försäljningspris för grundmodul	≤ 30 000 kr	Ö	1		Projektgruppen
8.	Distribution och Paketering						
	8.1	Alla delar med i samma transport		Ö	3		Projektgruppen
	8.2	Svenska leverantörer		Ö	2		Projektgruppen

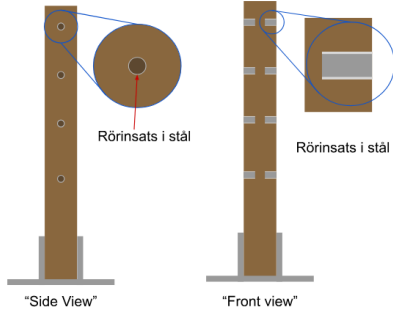
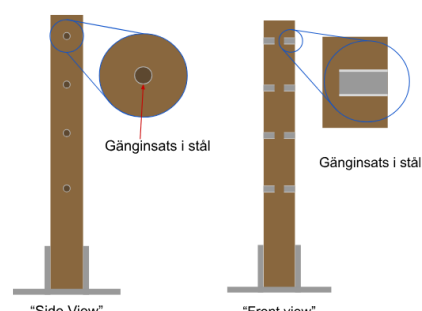
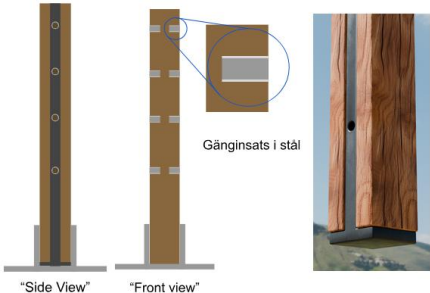
Bilaga 3: Förklaring av dellösningar för markinfästning.

Markinfästning		
Namn	Visualisering	Beskrivning
Modulär fotplatta		Fotplatta som förankras ner i marken med mindre spjut/jordskruv i varje hörn. På altan kan foten bultas ner direkt i altanens bärlina.

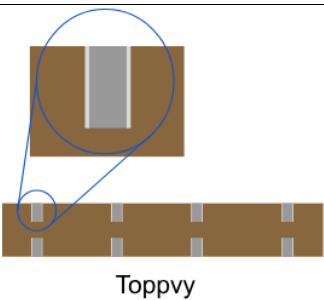
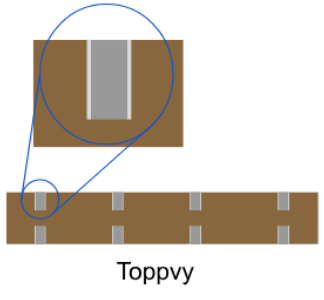
Betongplint		Bra alternativ för nedgrävning i jord, tål hög belastning men jobbigt att montera och väldigt svårt att få rätt i linje med resterande balkar. Ej relevant för altan.
Jordankare		Enkelt att montera, lätt att få till bra precision, men inte så hållfast. Tål ej höga belastningar och ryck. Ryck kan övertid orsaka att spjutet vickas ur.
Jordskruv		Tål hög dragbelastning, lättare med precision både lodrätt och vågrätt men är dyrt. I snitt är det 3 gånger dyrare än betongplint. Endast relevant för infästning i jord.
Bockade plåtfötter		Plåt som kan bockas till specifika former utefter behov i hållfasthet. Billig att tillverka.

Bilaga 4: Förklaring av dellösningar för vertikal balk.

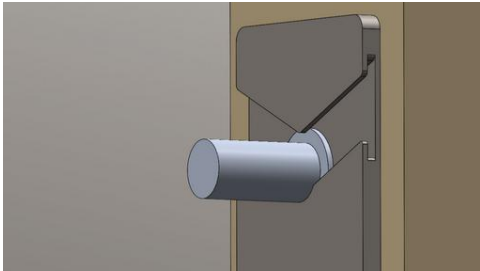
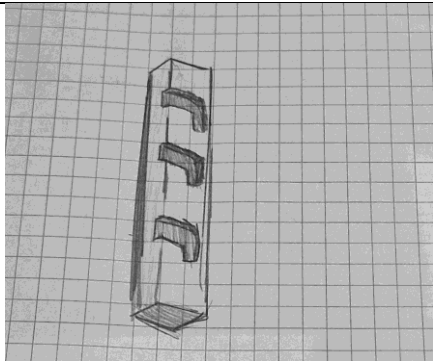
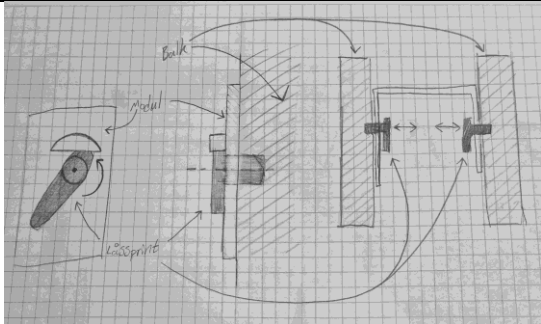
Vertikal Balk		
Namn	Visualisering	Beskrivning

Infästning med rörinsats		Rörinsatserna består av metallrör som trycks in i balken. Detta för att jämna ut spänningar i balken och minimera slitage i träets fibrer.
Infästning med gänginsats		Gänginsatser som skruvas in i balken. Detta för att jämna ut spänningar i balken och minimera slitage i träets fibrer.
Längsgående skena		Gänginsatsen kombineras med en metallskena för att ytterligare minimera slitage på balken.

Bilaga 5: Förklaring av dellösningar för överliggande balk.

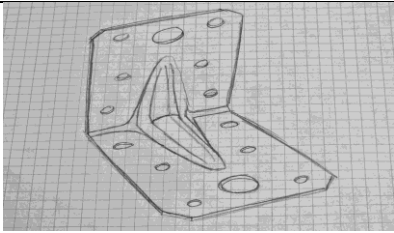
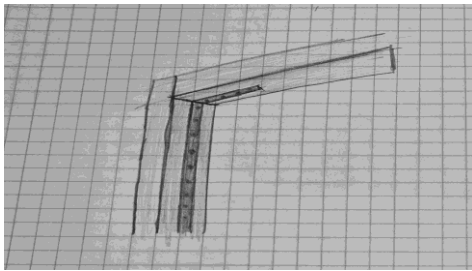
Överliggande balk		
Namn	Visualisering	Beskrivning
Gänginsats	 Toppvy	Gängade insatser som möjliggör montering av t.ex skruvögla vid infästning av solskydd eller hängmatta.
Rörinsats	 Toppvy	Rörinsatserna fungerar som monteringspunkter för fästpinnar som passar i hålen. Detta gör monteringen något snabbare och enklare än gängor men är begränsad i stabilitet då fästpinnarna inte sitter fast lika väl.
Skena med hål		Likt rörinsatsen men hålen sitter i metallskenor för att avlasta och jämna ut spänningar i träbalken.
Skena med gänga		Likt gänginsatsen men hålen sitter i metallskenor för att avlasta och jämna ut spänningar i träbalken.
Helt plan balk	Inga modifikationer, bara en balk. Om användaren vill fästa skruvögla får den själv skruva fast dessa på önskad plats.	

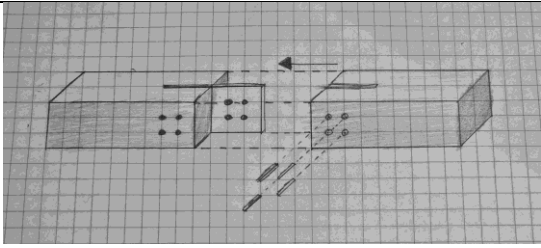
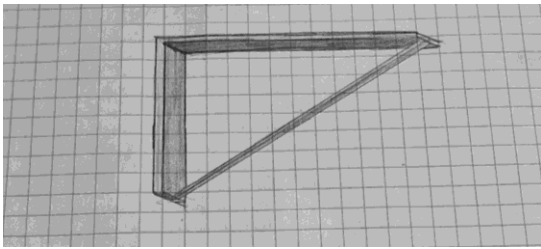
Bilaga 6: Förklaring av dellösningar för modulinfästning.

Modulinfästning		
Namn	Visualisering	Beskrivning
Nyckelhålsskena med horisontell inskjutning		Vertikal skena bultas fast på sidan av balken. Skenan har ett djup på ca 20 mm som gör att nyckelhål/nyckelingångar kan fräsas ur och låter användaren fästa moduler från ett horisontellt läge och sedan låsa dem vertikalt. Alltså när modulen skall lossas, så lyfter man uppåt, sedan mot sig själv.
Nyckelhålsinfästning infräst i balken		Samma princip som ovan, fast med skillnaden att spåren fräses in i balken istället. Risk finns att orsaka slitage av balk över tid då träfibrerna är exponerade och kapade.
Lås-sprint i rörinsats		Rörinsats i balken som matchas upp med ett hål i modulen och låses med en liten lås-sprint som roteras 90 grader för att låsas så att den inte kan röra sig lodrätt. Detta

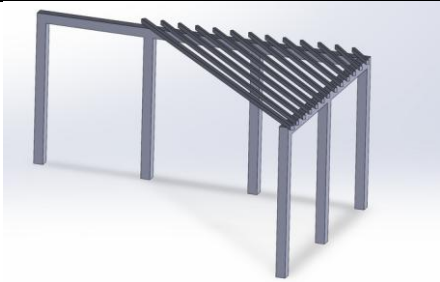
		förutsätter att modulerna är rätt bredd.
--	--	--

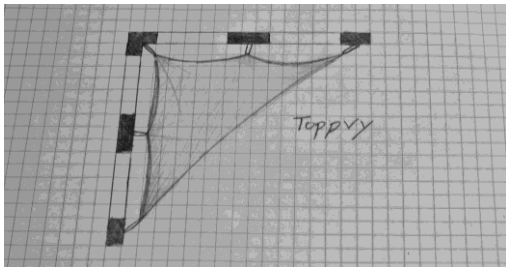
Bilaga 7: Förklaring av dellösningar för beslag.

Beslag		
Namn	Visualisering	Beskrivning
Heltäckande beslag		Väldigt hållfast, tvingar in balkar i rätt dimensioner vilket underlättar senare infästning av moduler, men det ger ett klumpigt utseende och är lite dyrare.
Mindre beslag		Billiga och lättillgängliga. Kan vara diskreta men inte särskilt hållfasta, samt kräver mer eftertänksam konstruktion.
Integrerat beslag		Den tidigare nämnda metallinsatsen fortsätter upp i ett beslag som går in i ett urfräst spår i överliggande balkar. Hyfsat hållfast och ser snyggt ut, däremot minskar flexibiliteten då den alltid kräver en horisontell balk ovanför metallinsatsen.

Inslitsade stålplåtar och dymlingar		Två balkar sammanfogas genom en stålplåt som går igenom de båda balkarna. Dessa förbinds av genomgående dymlingar. Ger ett stilrent uttryck då beslagen inte syns.
Bockade och klippta ark av plåt		För att möta beslagsbehoven mellan olika balkkopplingar kan ark av plåt bockas och klippas till rätt form för att omsluta balkarna och skapa ett specialanpassat beslag.
Vinkelkonsol		Väldigt likt ett traditionellt mindre beslag, men den är generellt lite större och har en diagonal stöttning för extra bärkraft.

Bilaga 8: Förklaring av dellösningar för tak.

Tak		
Namn	Visualisering	Beskrivning
Tvärgående balkar		Tvärgående balkar är relativt traditionella för pergolas. Ger ett sammanhängande uttryck om balkarna är av samma material som de vertikala och överliggande balkarna.

Tygduk		Ett lättare alternativ som kan fästas i fästpunkter/krokar på utvalda platser. Relativt enkelt att ta bort eller ändra position utefter behov. Bör motstå sol och regn.
Plåtskiva	Rejält men kan krävas bygglov för en sådan konstruktion.	
Plastglas	Skyddar mot regn men släpper igenom solljus. Kan vara frostat eller helt klart. Kan behövas bygglov.	
Inget tak	Ger en väldigt öppen och luftig känsla. Skyddar inte mot sol eller regn. Materialsnål.	

Bilaga 9: Förklaring av delösningar för ändträförsegling.

Ändträförsegling	
Namn	Beskrivning
TäckLasyr	Halvgenomskinlig färg som kan färgsätta virket samtidigt som träfibrerna fortfarande är synliga. Behåller ofta en naturlig känsla. Släpper igenom en viss mängd UV-strålning.
Tryckat Virke	För virke i markkontakt krävs NTR-A och för virke i andra delar av en konstruktion likt vår bör NTR-AB användas.
Heltäckande färg	Heltäckande färg som inte släpper igenom fukt eller UV-strålning. Ofta blir det svårt att se virkets naturliga fibrer.
Träolja	Går in i djupet och hjälper till att motstå fukt i virket.
Plåthattar	En fysisk barriär som skyddar mot regn och UV-strålning. Kräver montering och kan enbart användas på utvalda platser i konstruktionen.

Institutionen för Industri- och materialvetenskap

CHALMERS Tekniska Högskola

Göteborg, Sverige 2026

www.chalmers.se



CHALMERS