



CHALMERS



Förflyttning av patient nedför spiraltrapp

För en tryggare transport till ambulans

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Design och Produktutveckling samt Maskinteknik

AXEL NORD
KARIN TEGNEMYR

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2024
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE 2024

Förflyttning av patient nedför spiraltrapp
För en tryggare transport till ambulans

AXEL NORD
KARIN TEGNEMYR



CHALMERS

Institutionen för Industri- och materialvetenskap

Design and Human factors

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2024

Förflyttning av patient nedför spiraltrapp
För en tryggare transport till ambulans

© AXEL NORD, 2024

© KARIN TEGNEMYR, 2024

Handledare: OLOF WRANNE, INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH
MATERIALVETENSKAP

Handledare: MATTIAS SETH, INSTITUTIONEN FÖR ELEKTROTEKNIK,
CARE@DISTANCE

Examinator: OLOF WRANNE, INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH
MATERIALVETENSKAP

Examensarbete 2024

Institutionen för Industri- och materialvetenskap

Design and Human factors

Chalmers tekniska högskola

SE - 412 96 Göteborg

Telefon: +46 (0)31-772 8000

Omslag: Rendering av det slutgiltiga konceptet

Göteborg, Sverige 2024

Förord

Rapporten omfattar examensarbetet Förflyttning av patient nedför spiraltrapp och motsvarar 15 högskolepoäng. Projektet genomfördes under vårterminen 2024 av studenterna Axel Nord och Karin Tegnemyr som studerade Maskinteknik respektive Design- och produktutveckling på Chalmers tekniska högskola, 180 högskolepoäng. Vi vill rikta ett stort tack till Mattias Seth från forskargruppen Care@Distance som har stöttat med värdefulla kontakter och kunskap samt varit med och initierat arbetet tillsammans med ambulanssjukvårdaren Pontus Frick. Frick har väglett oss genom ambulanssjukvårdens hjälpmedel och bidragit med kreativa lösningar med en framtidstro inom ambulanssjukvården. Vi vill också tacka ambulanspersonalen som deltog i våra intervjuer och våra vänner som testade våra prototyper. Ert engagemang och feedback har varit oerhört värdefullt för utvecklingen av vårt koncept. Slutligen vill vi tacka vår handledare och examinator på Chalmers, Olof Wranne, som väglett oss genom hela arbetsprocessen. Wranne har varit en betydande resurs och stöttat oss, särskilt under de mest utmanande faserna av arbetsprocessen.

Göteborg 2024-06-10

Förflyttning av patient nedför spiraltrapp
För en tryggare transport till ambulans

AXEL NORD, KARIN TEGNEMYR
Institutionen för Industri – och materialvetenskap
Chalmers Tekniska Högskola

Sammandrag

Denna rapport täcker kandidatuppsatsen utförd av maskiningenjörstudenten Axel Nord och design- och produktutvecklingsingenjörstudenten Karin Tegnemyr vid Chalmers tekniska högskola i samarbete med forskargruppen Care@Distance.

Varje dag hjälper svensk ambulanspersonal till med att rädda liv genom att vara först på plats vid en olycka. De sätter sina egna kroppar och hälsa i fara medan de försöker transportera patienter från olycksplatsen till sjukhuset. En av dessa ofta förekommande situationer är när människor skadas inuti hyreshus som saknar hissar och endast har tillgång till trappor. Detta tvingar ambulanspersonalen att anpassa sig och använda verktyg som en trappklättrare som lätt ska kunna bäras upp för trapporna för att sedan hjälpa till att transportera patienten ner till entréplan. Problemet är att det inte finns någon produkt som fungerar tryggt för både raka och svängda trappor.

Projektets syfte har varit att designa och utveckla en produkt som kan göra det enklare och mer ergonomiskt att transportera patienter nedför spiraltrappor. Metoden som använts för att uppnå detta syfte har varit att intervjua olika personer inom ambulansindustrin, såsom nuvarande och tidigare ambulanssjukvårdare, ambulansförare och andra personer som arbetar på ambulansstationen.

För att säkerställa att den insamlade datan från intervjuerna och den teoretiska referensramen användes effektivt, tillämpades olika metoder, såsom funktionsanalys, black box och Pugh-matris. Dessa metoder ledde till en djupare förståelse av problemet samtidigt som produktens funktioner prioriterades.

Detta följdes upp av en observation, konceptutveckling och prototypframställning som skapade ett konceptförslag. Projektet resulterade i en fysisk prototyp i verklig storlek samt en CAD-design som simulerar produktens potential. Prototypen resulterade i en modifierad trappstol som donerats till projektet av ambulanspersonalen.

Nyckelord: produktutveckling, vård, ambulans, trappstol

Patient transport down spiral staircases
To ensure a safer transfer to the ambulance

AXEL NORD, KARIN TEGNEMYR
Department of Industrial and Materials Science
Chalmers University of Technology

Abstract

This report covers the bachelor thesis done by Mechanical engineering student Axel Nord and Design and Product Development engineer student Karin Tegnemyr at Chalmers Technical University in collaboration with the research group Care@Distance.

Everyday in Sweden and other countries around the world, ambulance personnel are helping and saving people's lives by being the first ones called out to an accident. They put their own bodies and health at risk while trying to transport patients from the scene of the incident to the hospital. One of these often occurring scenarios are when people get injured inside apartment buildings that are provided with no elevators, only staircases. This forces the ambulance personnel to adapt and use tools such as a stairlift that can easily be carried up the stairs and help transport the patient down to the bottom floor. The problem is that there is no product that works well for both straight as well as spiral staircases.

The purpose of the project has been to design and develop a product that can make it easier and more ergonomic to transport patients down spiral staircases. The method used to achieve this purpose has been to interview various individuals within the ambulance industry, such as current and former paramedics, ambulance drivers, and other personnel working at the ambulance station.

To ensure that the data collected from the interviews and the theoretical framework were used effectively, various methods were employed. Such as function analysis, black box and pugh matrix. These methods led to a deeper understanding of the problem while also prioritizing the product's functions.

This was followed by observation, concept development, and prototype production, which created a concept proposal. The project resulted in a full-size physical prototype as well as a CAD design that simulates the product's potential. The prototype led to a modified stair chair that was donated to the project by the ambulance staff.

Keywords: product development, healthcare, ambulance, stair chair

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1. Bakgrund	1
1.2. Syfte & Mål	1
1.3. Frågeställningar	1
1.4. Avgränsningar	2
2. Teoretisk referensram	3
2.1. Ergonomi	3
2.2. Antropometri	3
2.3. Biomimetik	4
2.4. Ambulanssjukvård	4
2.4.1. Skadevariationer och ambulanssjukvårdens anpassning	4
2.4.2. Vanligaste skadorna	5
2.5. Befintliga lösningar	5
2.5.1. Trappstol	5
2.5.2. Bårar	7
2.5.3. Madrasser	9
2.5.4. Övriga hjälpmedel	10
2.6. Spiraltrappor	11
3. Metod	12
3.1. Observationsmetoder	12
3.2. Intervjumetoder	12
3.3. KJ-analys	12
3.4. Kritiska brukare	12
3.5. Funktionsanalys	13
3.6. Blackbox	13
3.7. Brainstorm	13
3.8. Morfologisk matris	13
3.9. Konceptevaluering	14
4. Resultat	15
4.1. Förstudie	15
4.1.1. Observation	15
4.1.2. Intervju	15
4.1.3. KJ analys	18
4.1.4. Identifiering av kritiska brukare	20
4.1.5. Funktionsanalys	21
4.2. Konzeptutveckling	22
4.2.1. Black box	22
4.2.2. Brainstorming	23
4.2.3. Morfologisk matris	24
4.2.4. Biomimetik	25

4.2.5. Idétestning till konceptidéer	25
4.2.6. Återkoppling till Ambulanspersonal	27
4.2.7. Kravspecifikation	28
4.2.8. Val av koncept	29
4.3. Vidareutveckling	31
4.3.1. Prototypbygge	31
4.3.2. Konstruktion	34
5. Slutsats	38
6. Diskussion	39
6.1. Reflektion kring slutkonceptets etik	39
6.2. Hållbarhetsanalys	39
6.3. Fortsatt arbete	40
Referenser	42
Bilagor	45

1. Inledning

Det inledande kapitlet innefattar utgångspunkten för projektet där bakgrund, syfte, mål och frågeställningar presenteras.

1.1. Bakgrund

När en ambulans rycker ut för att hämta en patient i ett flervåningshus behövs det hjälpmedel för att kunna transportera patienten till ambulansen. I bästa fall finns en stor hiss där ambulansbåren går in och patienten tryggt och enkelt transporteras från ett våningsplan till ambulansen. Men alla hus har inte en tillräckligt stor hiss och därför måste trapporna användas istället. Idag används en trappklättrare i form av en stol som kan rullas ner i trappor och som fungerar bra i sin helhet. Om trappan däremot är väldigt smal i partier, har rundade inslag eller är krökt, måste stolen tillsammans med patienten, fysiskt justeras för rotation. Det är något som är påfrestande för ambulanspersonalen, osäkert för patienten och tar onödig tid.

Detta är något som ambulanspersonalen själva inte har möjlighet att utveckla. Istället utvecklas det av olika medicintekniska bolag som inriktar sig på bland annat bårar, bäddar och annan sjukvårdsutrustning. En forskargrupp som arbetar med prehospital vård, vilket även innefattar ambulansvården, är Care@Distance. Care@Distance fokuserar på digitala lösningar till prehospitalvården och är därmed i nära kontakt med ambulansvården. Det var genom denna forskargrupp som kontakten med ambulanscentralen i Gullbergsvass etablerades, och där uppmärksammades problemet med att transportera patienter i spiraltrappor.

1.2. Syfte & Mål

Syftet är att undersöka vad som krävs för att ambulanspersonalen ska kunna transportera patienter nedför spiraltrappor på ett säkert och mer ergonomiskt sätt än idag. Målet är att utveckla en lösning som är användarvänlig, ergonomiskt utformad och tidsbesparande för ambulanspersonalens arbetsflöde, samtidigt som den säkerställer säkerhet för patienterna.

1.3. Frågeställningar

Hur kan en produkt säkerställa trygg och behaglig förflyttning av patienter genom spiraltrappor?

Vad krävs för att utforma en optimerad produkt som säkerställer ergonomi, kompakthet och användarvänlighet samtidigt som den behåller sin intuitivitet för vårdpersonalen?

1.4. Avgränsningar

Arbetet kommer enbart att inriktas på transport av en patient där hjälpmedlet är anpassat till en ambulans. Det kommer att exkludera undersökningar och lösningar som är specifikt anpassade till andra områden där produkten eventuellt hade varit användbar, såsom äldreomsorgen, färdtjänst eller liknande. Fokus ligger således på att analysera och utveckla effektiva transportlösningar inom ambulansmiljön och framförallt nedför en spiraltrappa. Arbetet skall utföras under en termin på 23 veckor.

Vad gäller ergonomin är målet att den ska förbättras så att arbetsflödet blir mindre ansträngande för ambulanspersonalen samt att patienterna ska kunna transporteras på ett tryggt sätt för både patient och personal. Ergonomin avser därför i detta fall de fysiska belastningsmomenten snarare än buller, ljud och ljus.

Arbetet har ingen ekonomisk budget och därför kommer en mindre prototyp byggas av skänkt material. Kostnader som inte angår projektets prototyper kommer inte att beaktas. Inom materialval och produktionstekniker kommer egenskaper viktas högre än kostnader, detta för att ge produkten bästa möjliga lösning.

Produkten kommer att anpassas och skapas för Sveriges ambulansenhet med dess standarder. Fokus ligger på koncept och utformning och kommer därför inte att beröra materialberäkningar, utmattningar och hållfasthet.

Målet är i första hand att utveckla en mekanisk lösning snarare än en elektrisk. Möjligheten att senare omvandla produkten till en elektrisk version utesluts inte, men detta kommer inte att undersökas i detalj i det här projektet.

2. Teoretisk referensram

Detta kapitel innefattar den teoretiska grunden för projektet och beskriver relevant information kring ambulanspersonalens ergonomi, vårdssystem, dagens produkter och spiraltrappor. Informationen grundas i vetenskapliga källor, dialoger med ambulanspersonal, statistik samt produkternas egna hemsidor.

2.1. Ergonomi

I kontexten av ambulanssjukvård handlar ergonomi om att undvika skadliga belastningar som sliter och skadar kroppen fysiskt. Det finns ergonomiutbildningar med förflyttningsteknik som främst handlar om att uppmuntra patienten till att, om möjligt, förflytta sig själv och stödja den självständiga förflyttningen för att personförflyttningen skall ske så säkert som möjligt (Wåhlin et al., 2019). I utbildningen ingår även hur förflyttningshjälpmiddel används samt hur patienter kan lyftas på bästa sätt. En av de största belastningar som ambulanspersonalen utsätts för är lyft av patient från golv i trånga miljöer.

Berlin och Adams (2017) beskriver hur fysisk belastning är beroende av hållning, tid och kraft. En bra arbetsposition sker i en hållning där kroppen har en god balans, med en symmetrisk fördelning av krafter och skelettbelastning, enligt Berlin och Adams (2017). Krafter blir större desto längre ifrån kroppen de är och därför bör stora krafter hanteras så nära kroppen som möjligt för minsta möjliga slitage. En tumregel för att avläsa om en hållning är dålig är om det hålls nära det yttre rörelseområdet, det vill säga så långt en kroppsdel kan sträcka sig. Då är det troligen inte en bra position för att utsättas för externa krafter. En "neutral" hållning anses vara i en position i en avslappnad kropp där minsta belastningen sker. Oftast stående, symmetrisk kroppshållning med armarna hängande längs kroppens sidor. Det är avvikelser från denna hållning som ger en ökad risk för skadlig belastning (Belin & Adams, 2017).

Enligt Statistiska centralbyrån (2018) blir svenskar längre och tyngre. Mer än hälften av alla män och två av fem kvinnor har fetma eller är överviktiga. Det är en ökning på 20 respektive 12 procent från 1980-talet. För ambulansvården innebär det tyngre lyft som i kombination med en dålig hållning kan bidra till stora fysiska skador. Att Sveriges befolkning även blir längre gör att patienterna blir mer otympliga att förflytta eftersom vikten flyttar sig längre bort från personalen, vilket i sig också ökar kraften. (Statistiska centralbyrån, 2018).

2.2. Antropometri

Antropometri handlar om vetenskapen kring människans kropps mått. Ordet kommer från grekiskans Antropos, som betyder människa och Metrikos som betyder mått. Intresset för människans proportioner har funnits i århundraden och att designa utefter det kan upplevas självklart. Men i verkligheten är det en utmaning eftersom alla människor är olika i storlek och har unika proportioner. Det finns en markant skillnad vad gäller storleken på kroppar mellan olika populationer, kön och nationaliteter. För att designa för olika nationaliteter behöver detta tas i beaktande. Då det sker förändringar vad gäller vikt och längd i mänskliga populationer både i Sverige och i andra nationaliteter förstärks vikten av att kolla på så ny

data som möjligt. Detta är dock ingenting som mäts varje år och det kan därför vara en utmaning att hitta korrekt uppdaterad information. (Berlin & Adams, 2017).

2.3. Biomimetik

Biomimetik, även kallat biomimik, innebär att man undersöker hur organismer i naturen löser olika problem, med syftet att sedan efterlikna eller använda dessa tekniker vid produktutveckling och nya uppfinningar (Nationalencyklopedin, u.å.). Exempelvis togs inspiration från växtriket när man uppfann kardborrebandet och ventilationen i höghus är inspirerad av termitstackar (Our Story - Velcro Companies History, u.å.).

2.4. Ambulanssjukvård

I Sverige är hälso- och sjukvården uppdelad på nationell, regional och lokal nivå där ansvaret är fördelat bland staten, regionerna och kommunerna. På nationell nivå beslutas nya lagar och regelverk som bestämmer hälso- och sjukvårdens riktning. Riksdagen bestämmer grundstrukturen, budgeten och fördelningen av statsbidragen medan regeringen har störst ansvar för de politiska besluten samt vart insatser och satsningar bör genomföras (Olsson, 2023). Sverige är uppdelat i 21 regioner som i sin tur ansvarar för hälso- och sjukvården i respektive region (Kight & Andersson, 2023).

Prehospitalvård avser all vård som ges från det ögonblick olyckan inträffar till dess att patienten når en sjukvårdsinrättning (Socialstyrelsens termbank, 2018). Det innefattar bland annat ambulanssjukvård och akutsjukvården som utförs på plats.

Ambulanssjukvården är akut sjukvård som vanligtvis utförs i hemmet, på en arbetsplats, olycksplats eller inuti ambulansen. Ambulanserna bemannas alltid av två sköterskor, en sjuksköterska och en undersköterska som båda har specialistutbildning. I ambulansen finns det olika sorters avancerad medicinsk utrustning som hjälper ambulanspersonalen att ge vård, göra rätt bedömning och eventuellt påbörja en behandling. Exempelvis finns EKG-övervakning, hjärtstartare, läkemedel för behandling, utrustning för att ge vård vid sårskador och en trappstol (Akutambulans | AISAB, u.å.). Ambulansernas utformning följer standarden (Standard - Sjukvårdsfordon och utrustning - Vägambulanser SS-EN 1789, 2024) som säger vilken medicinsk utrustning som skall finnas, maximala belastningar ambulansen ska hantera, mått på bilens olika utrymmen med mera. Trots detta skiljer sig utformningen inuti ambulansen beroende på vilken region man befinner sig i (personlig kommunikation, 2 februari 2024). Detta beror på användningen av olika bilmodeller (klass B-, C-körkort) med varierande dimensioner samt att regionerna har en viss flexibilitet när det gäller placeringen av den medicinska utrustningen.

2.4.1. Skadevariationer och ambulanssjukvårdens anpassning

Skador varierar över de olika regionerna ("Statistik om skador och förgiftningar behandlade i slutna vård 2022", 2023). Detta beror på olika faktorer såsom åldersstrukturen, om det är tätbebyggt samt hur vården är strukturerad. Vid utryckning måste ambulanspersonalen

snabbt kunna hantera en stor mängd olika scenarion, allt från äldre som har trillat omkull till små barn som har skadat sig. De mest förekommande skadorna innefattar bland annat fallolyckor, skärskador och frakturer, framförallt lårbensfraktur ("Statistik om skador och förgiftningar behandlade i slutet vård 2022", 2023). Äldre personer utgör majoriteten av dem som skadas vid fall. Enligt en studie från 2023 inträffade 77,8 % av fallskadorna hos personer som var 63 år och äldre (Larsson et al., 2023). Trots detta är det mest frekventa scenariot att personalen konfronteras med personer som behöver vård på grund av andningsbesvär, buksmärta eller smärta i bröstet (Kight & Andersson, 2023).

Man ser även ett ändrat behov från ambulanssjukvården då skador förändras med nya typer av färdmedel eller när sporter blir populära. Bilister skyddas bättre i dagens nya bilar jämfört med förr. Idag märks detta när ambulanspersonal anländer till en trafikolycka där bilisterna har klarat sig lindrigt, men som för tjugo år sedan skulle haft mycket allvarigare följder. Ökning i våldsbrott, våld mot blåljuspersonal, social utsatthet och en pandemi är andra faktorer som har förändrats med tiden och har påverkat ambulanssjukvården. (Kight & Andersson, 2023).

2.4.2. Vanligaste skadorna

Det finns ett tydligt regelverk för hur patienter ska behandlas vid en mängd olika scenarion, allt från vilka medicinska medel som skall användas till hur patienten ska stabiliseras (Östman et al., 2017). Det som huvudsakligen påverkar hur patienten ska transporteras är dess skadetillstånd. Vid exempelvis andnöd behöver patienten transporteras i uppsittande läge för att öppna upp luftvägarna och för att underlätta assisterad andning, liksom vid bäckenbrott där man behöver fixera bäckenet (Östman et al., 2017). Även vid cirkulationsrelaterade problem som svag eller oregelbunden puls och blödning föredras det att patienten transporteras i planläge.

2.5. Befintliga lösningar

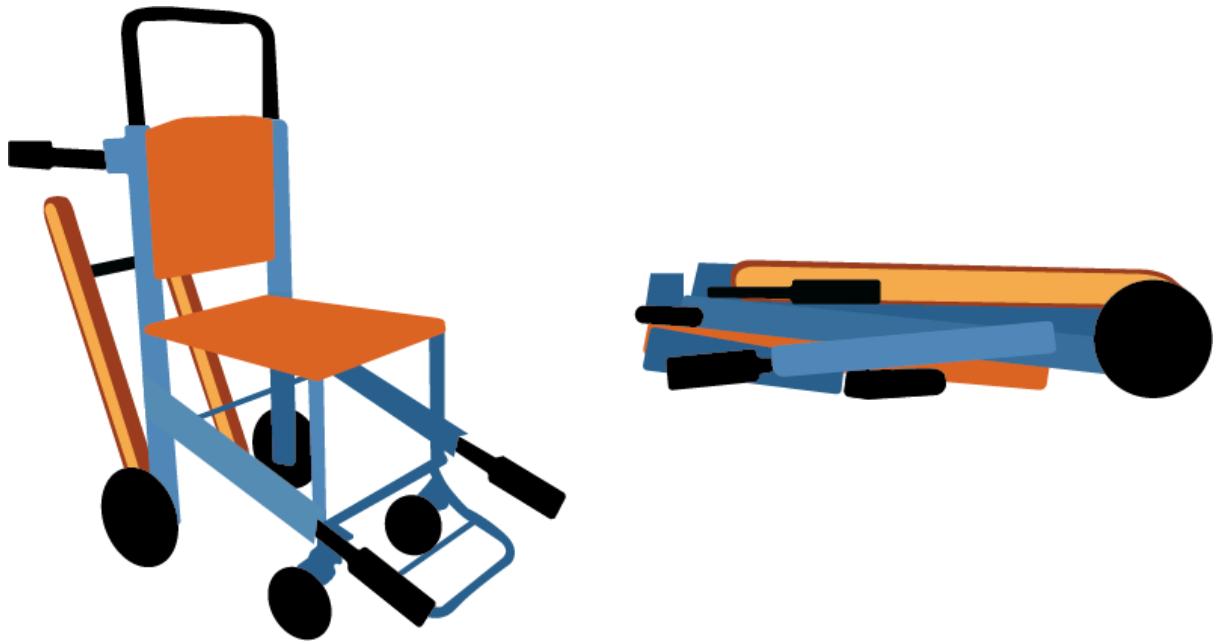
Idag finns det flera olika hjälpmedel som ambulanspersonal använder sig av vid patientförflyttningar i trånga utrymmen, däribland trappstolar, bårar och madrasser. Eftersom det inte finns en lösning som är anpassad för trånga utrymmen gör ambulanssjuksköterskorna det som de anser är lämpligt beroende på situation.

2.5.1. Trappstol

Bland de sittande hjälpmedlen finns bärstolar, trappstolar eller evakueringsstolar. Syftet med dessa är att på ett snabbt och effektivt sätt kunna förflytta en patient som själv inte kan gå i en trappa, exempelvis i lägenhetsbyggnader, skolor eller andra trapphus (Ferno Norden, u.å.).

Utrustningen i en akutambulans är standardiserad, vilket innebär att nästan alla ambulanser är utrustade med en trappstol eller trappklättrare av något slag (AISAB, u.å.). Dessutom finns standarder för mått, vikt och funktioner som stolen skall vara utrustad med (Svenska institutet för standarder, u.å.).

Trappstolarna finns i olika utföranden, men de som används mest frekvent är utrustade med larvfötter eller larvband som kan användas med eller utan elektriskt motstånd (se stolens baksida i figur 1). Larvfötterna på stolen påminner om larvbanden på en stridsvagn där ledade bärhjul är omslutna av ett platt band av mönstrat gummi som kan anpassa sig efter ojämnheter i terrängen (Nationalencyklopedin, u.å.). Det finns även modeller där både de manuella och de elektriska larvbanden är avtagbara. Larvfötterna ger en större kontaktyta eftersom fler trappsteg berörs som i sin tur bidrar med mer stabilitet, vilket är viktigt vid flytt i trappor. Detta eftersom det ger patienten en bekvämare transport och enklare arbetsförhållanden för ambulanspersonalen.



Figur 1. Trappstol med larvband

Stolen är även utrustad med två fritt roterande framhjul och två stycken fasta bakhjul som används vid körning på plan mark, samt ett utfällbart fotstöd och flera olika spännanordningar för att kunna säkra fast patienten vid transport. För att säkerställa god ergonomi är stolen försedd med två par justerbara handtag, ett par på baksidan av stolen och ett par teleskophandtag på framsidan nära fotstödet. Handtagen nära fotstödet kan förlängas ut från stolen för att möjliggöra säkrare lyft. Inuti ryggstödet fälls ett bågformat teleskophandtag ut som används av personalen som befinner sig bakom ryggstödet. De olika handtagens ställbarhet möjliggör säkrare lyft för operatörer av olika längd. Stolen är även hopfällbar för att enkelt kunna lyfta och förvara stolen. (Ferno Norden, u.å.).

Det elektriska utförandet av trappstolen kan köras både upp och ner för trappor, till skillnad från den manuella trappstolen som bara kan köras nedåt. Det elektriska utförandet kör något långsammare än det manuella och används generellt inte inom akutambulanser idag, utan mer inom vårdtransport.

Vid användning av den manuella stolen sätter patienten sig på stolen och för att sitta säkert spänns patienten fast över bröst, ben och fötter. Därefter körs stolen fram till trappkanten där operatörerna anpassar lyfthandtagen efter sina preferenser för att sedan luta den fastspända patienten bakåt och därmed möjliggöra kontakt mellan larvfötterna och trappan. Vid kontakt

kommer larvbandens insida sakta ner färdens tack vare friktionen som uppstår mellan gummit och metallen i larvbanden. Därefter bestämmer föraren av stolen hastigheten ner genom att trycka på neråt i trappans riktning för snabbare färd eller hålla emot för att sakta ner. Vid trappans slut lutar patienten framåt till normalt sittande läge för att sedan kunna flyttas runt på plan mark med hjälp av stolens hjul.

2.5.2. Bårar

Bårarna som finns ute på marknaden kan delas in i två kategorier, elektriska och manuella. Alla bårar är utformade för att en patient ska kunna ligga ner och transporteras på plana ytor.

De elektriska bårarna är stabila, stora och tunga, och rekommenderas därför inte att lyftas. Det gör även att det är svårt att få in i lägenhetshus och lämnas därför oftast utanför. De kräver en robust bårsläde som används för att skjuta in båren in i ambulansen. De elektriska bårarna samt bårslädarna väger så mycket att ambulansen behöver köras med C-körkort (Davidsson, 2024). De flesta elektriska bårarna skjuts ut med en lätt knuff med hjälp av bårsläden. Väl ute trycker man på en knapp som gör att benen fälls ned till marken och då kan båren enkelt dras ut från ambulansen och köras fritt (se figur 2). På liknande sätt kan man även anpassa höjden till patientens behov. De flesta elektriska bårarna går att sänka nästan till marknivå. Det finns oftast ett utrymme under båren för att placera andra hjälpmedel såsom ambulansväska, filter och dylikt för att lämna händerna fria till patienten.



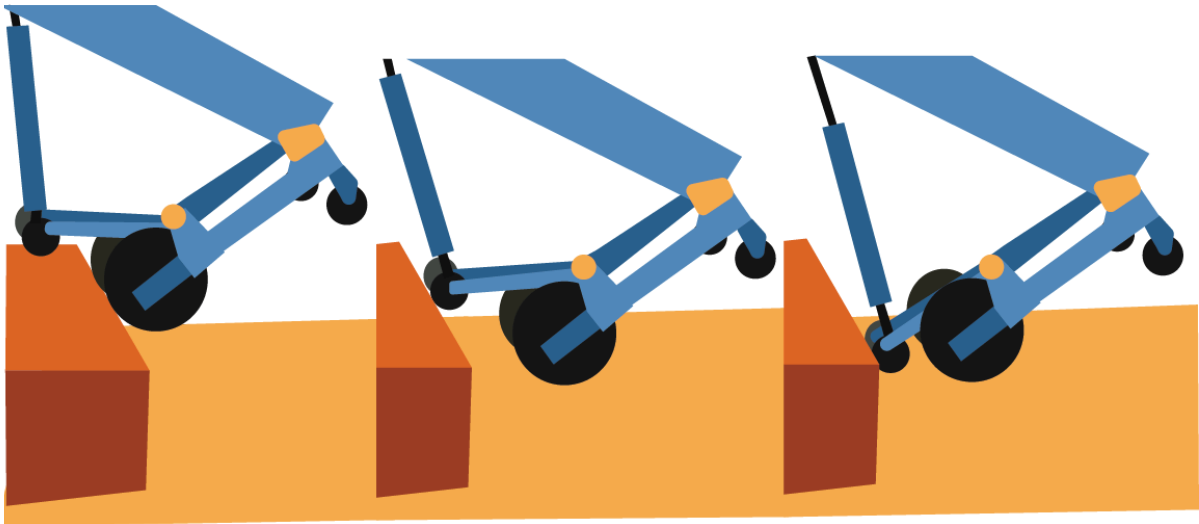
Figur 2. Exempel på en elektrisk bår

De manuella bårarna är betydligt lättare. De går att bära runt patienter smidigt men kräver många lyft från personalen. Det finns enkla bårar som är som två skidor som klickas ihop under patienten, så att patienten skopas upp för att sedan bäras iväg (Scoopbår Ferno, u.å.). De används oftast när patienten inte kan röra sig och ryggen behöver fixeras. Sedan finns det mer komplexa bårar med hjul som erbjuder olika sätt att stödja båren på personalen, till exempel genom att variera att bära på axlar eller i händerna (Allfa Legend, u.å.). Det är bårar med justerbara handtag vid huvud och fotända för att anpassa längden beroende på situation. Det finns även olika lägen för patienten som till exempel sittande och chockläge för att anpassa efter patientens behov (se figur 3).



Figur 3. Manuell Allfabår

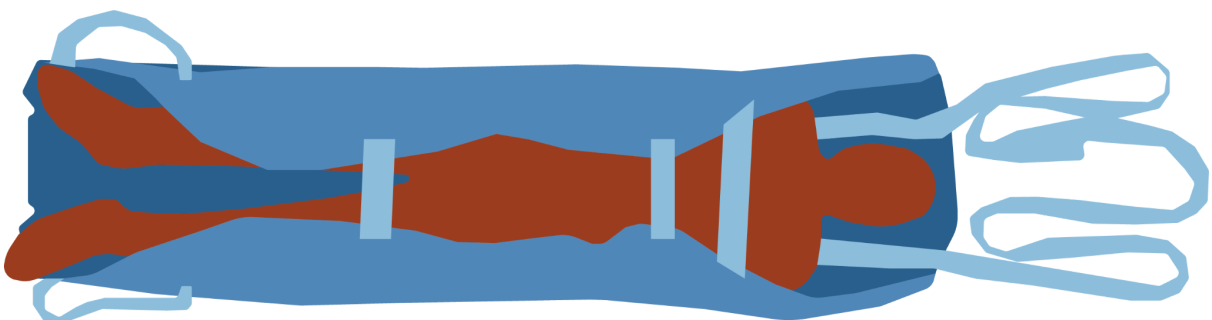
I dag finns det en bår som heter Pensibår, vilken kan justeras helt till sittande läge. Den kan på så sätt kombinera trappstol och bår i ett vilket minskar patientförflyttningen mellan olika redskap ("Multifunktionsbår Carbon", u.å.). Till denna bår finns en speciell trappcyylinder som genom en gasfjäder trycker ut två extra hjul för varje trappsteg (se figur 4). De extra hjulen är kvar på trappsteget innan och gör ett motstånd när de bärande hjulen åker ut över kanten på trappsteget. När de bärande hjulen är nere på nästa trappsteg skjuter gasfjädern tillbaka i ursprunglig position och processen börjar om för nästa trappsteg (Fordonsamordnare Ambulansen RJH, 2022).



Figur 4. Bår från Pensi med dess trappcylinder

2.5.3. Madrasser

Om en patient har skadat sig på ett sådant sätt där den skadade kroppsdel eller hela kroppen behöver rörelsebegränsas, brukar man använda sig av en så kallad vakuummadrass. En vakuummadrass innehåller granulat och anpassar sig efter patientens kroppsform som rörelsebegränsar, immobiliserar eller stabiliserar efter önskad position när ett vakuum skapas i madrassen (Vakuummadrasser | Ferno Norden, u.å.). Designen av madrasserna är skapad för att erbjuda optimalt stöd för huvud, nacke och rygg. Vanligtvis förses madrasserna med tre remmar för att stabilisera patienten vid förflyttning (se figur 5). Madrasserna är även utrustade med ergonomiska handtag för att underlätta lyft för ambulanspersonalen. Vakuummadrassen är gjorda i PVC-belagd väv som går att rengöra och packa ihop för att smidigare förvara den. Vid användning placeras patienten i madrassen alternativt dras den in under patienten, för att sedan tillsätta en mindre pump som tar ut luften i madrassen och skapar vakuum. Detta gör att madrassen blir styv och håller den fixering man vill åstadkomma. Vakuummadrasserna finns i olika storleksutföranden, exempelvis finns de i mindre format för att kunna stabilisera ett benbrott.



Figur 5. Vakuummadrass med patient

En akutmadrass påminner om en vakuummadrass, men har ett enklare utförande. Det är en universalmadrass som är gjord för att passa de flesta ambulansbåtar på marknaden. Akutmadrasserna är stabilare än en vanlig madrass, lätta att rengöra och är försedda med ett flertal handtag för lättare hantering (Akutmadrass UNI Standard, u.å.). De är gjorda för att enkelt kunna förflytta en patient på madrassen till en bår eller i nödläge lyfta ner någon i.

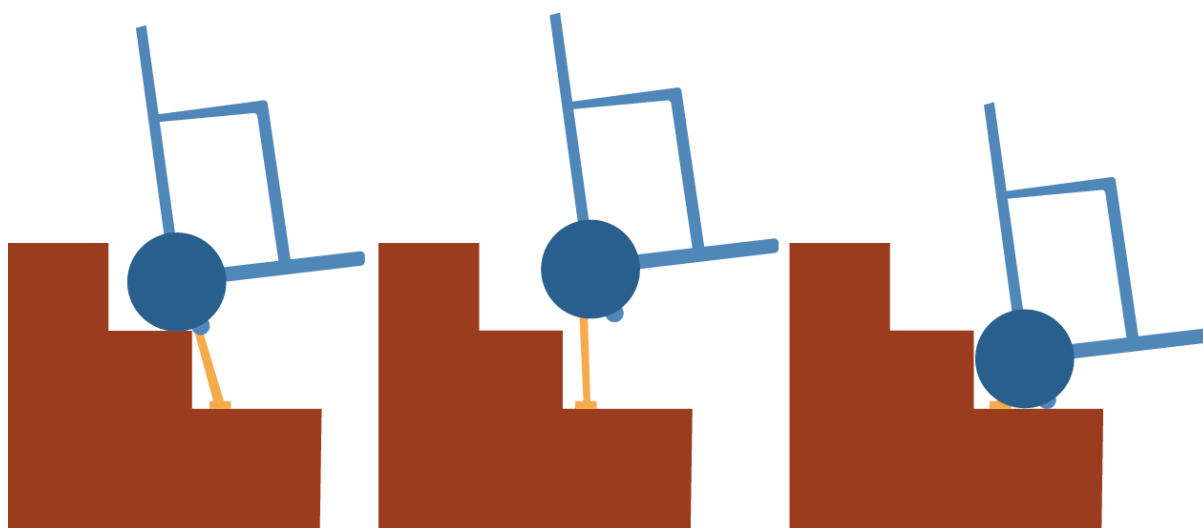
Utöver vakuummadrassen finns det en madrass som kallas för vendela och används främst för att hjälpa till att lyfta upp en person från liggande läge till sittande i en säng, vända en person om i en säng eller för att förflytta en person över till en bår eller liknande (Johnsson & Carlsson, 2015).

2.5.4. Övriga hjälpmedel

De ovanstående hjälpmedlen fungerar inte i alla lägen utan ibland behöver alternativa lösningar användas. Ett vanligt redskap som används är en klassisk köksstol. Enligt ambulanspersonalen (personlig kommunikation, 13 februari 2024) används den när utrymmena är för små eller kurvade för att använda en trappstol eller att läget är för akut för att hämta en. Om byggnaden har en hiss kan även köksstolen användas som avlastning för patienten i hissen.

För att flytta patienten mellan olika redskap eller kortare bitar används ett draglakan. Det är ett glatt lakan med silikonbeläggningar på båda sidorna för att enkelt låta patienten glida från en plats till en annan ("Generellt om Spilerdug", u.å.). Silikonbeläggningen gör även ytan vattentät och enkel att rengöra vilket underlättar arbetet.

Det finns även elektriska hjälpmedel som fungerar som trappklättrare men är alldeles för långsamma för att användas inom ambulansen. En trappklättrare som kan ta en patient både upp och ner för trappor. Detta sker genom att trycka på en knapp för att trycka ner två ben som skjuter upp två hjul till nästa trappavsats (se figur 6) (AAT Alber Antriebstechnik GmbH, 2017). När hjulen är i höjd med trappavsatsen avlastar hjulen och benen dras upp genom att trycka på en knapp. Därefter rullas redskapet tätt intill nästa trappsteg för att trycka ut benen igen och så fortsätter proceduren trappsteg för trappsteg. Detta är förstas tidskrävande vilket gör att detta hjälpmedel främst används inom sjuktransporter.



Figur 6. Långsam trappklättrare för sjuktransport

2.6. Spiraltrappor

Spiraltrappor kommer i olika variationer och utföranden, men den huvudsakliga idén är att kunna erbjuda en kommunikationsled för att navigera vertikala utrymmen där det råder platsbrist (Linn, u.å.). Spiraltrappans uppbyggnad består huvudsakligen av en central pelare som trappstegen stegvis klättrar uppför i en spiralform. Insidan av spiraltrappan, alltså den delen av trappsteget som sitter närmast mittpelaren av pelaren, har en brantare vinkel till nästkommande trappsteg jämfört med den yttre delen av steget (se figur 7). Trappans form möjliggör en kompakt struktur som tar upp mindre plats än en rak trappa och samtidigt möjliggör transport mellan olika våningar eller plan. Trappbredden, alltså trappstegens bredd bör inte understiga 0,8 m för att se till att det finns tillräckligt med utrymme och helst inte överskrida 1 m för att trappräcket skall vara lättillgängligt ("Arbetsmiljöverkets föreskrifter", u.å.). Detta gäller huvudsakligen vid nybyggda trappor och industritrappor. Dessa mått kan variera i olika lägenhetshus beroende på om det är en äldre trapphus med en spiraltrappa eller om det är en större svängd trapp som återfinns i äldre hus. I dessa trapphus används ofta en större trappbredd vilket i sin tur erbjuder mer svängutrymme.



Figur 7. Illustration av steghöjd H , stegbredd B och stegdjup D i en spiraltrappa

För att få en så optimal gång i spiraltrappan som möjligt måste förhållandet mellan steghöjden, stegbredden, stegdjupet, trapphöjden och antalet trappsteg fungera (se figur 7). Trapphöjden är trappans totala höjd från undre plan till övre plan. Det finns därför inga exakta mått för hur den perfekta spiraltrappan ska utformas utan det finns vissa spann man ska försöka förhålla sig till. Enligt Häfla Bruks AB (u.å.) mäts stegdjupet 200 mm från spiraltrappans räcke där gånglinjen befinner sig. Gånglinjen avser den linje som en person vanligtvis följer vid gång i spiraltrappan. Vid dimensionering av stegdjup och steghöjd används en trappformel. Trappformeln ser till att det steg man tar i trappan blir naturligt. Två steghöjder plus ett stegdjup bör vara mellan 590 - 630 mm (Häfla Bruks AB, u.å.).

3. Metod

I detta kapitlet beskrivs samtliga metoder som har använts under projektet.

3.1. Observationsmetoder

Det finns flera observationsmetoder enligt O. Rexfelt (personlig kommunikation, 29 augusti 2023). Den första är strukturerad eller ostrukturerad observation, vilket innebär att observatören antingen fokuserar på specifika beteenden eller försöker förstå den övergripande situationen. Den andra observationsmetoden innebär att observationen är öppen eller dold, vilket avgör om den person som observeras är medveten om att de blir iakttagen eller inte. Direkt eller indirekt observation som handlar om huruvida observatören använder sina egna sinnen för att observera eller om det krävs mätinstrument.

Den sista handlar om att observationen är naturlig eller konstruerad, där semikonstruerad är en mellanform. Detta innebär att personen antingen får en specifik uppgift att utföra eller om deras naturliga beteende observeras. I det semikonstruerade scenariot kan personen ha fått en uppgift, men inte exakt hur den ska utföras. Till exempel kan de bli ombudade att ta ut pengar utan specificering om det ska göras via en bankomat eller genom att besöka en kassa. Det är alltså upp till den som observeras att bestämma hur uppgiften ska lösas.

3.2. Intervjumetoder

En intervju är ett kvalitativt redskap som ger insikter och förståelse om produkternas mjuka egenskaper (Johannesson et al., 2004). En semistrukturerad intervju är en metod som används för att få djupare insikter och förståelse kring människors tankar och åsikter. Till skillnad från en helt strukturerad intervju, där frågorna är förutbestämda och följs strikt, ger en semistrukturerad intervju utrymme för mer flexibilitet och spontanitet.

3.3. KJ-analys

KJ-analysen, även känd som KJ-metoden, namngavs efter utvecklaren Jiro Kawakita för att underlätta sammanställningen av information, grupperingen av data och på så sätt uppnå tydliga resultat från de genomförda studierna (Spool, 2004). Processen innehåller flera olika steg som successivt delar upp datan. Man börjar med att ta fram de frågor som skall besvaras, därefter intervjuas olika människor inom organisationen för att få en mer nyanserad bild (Österlin, 2016). De insamlade resultaten skall sedan grupperas med liknande resultat, sedan namnges varje grupp och de grupper som har flest resultat eller citat är de grupper som anses vara viktigast för studien.

3.4. Kritiska brukare

Att identifiera den kritiska användaren är ett sätt att definiera och förstå det mest extrema scenariot för produkten (Österlin, 2016). Det ger ett målvärde som helst skall uppfylla och görs detta kommer alla andra brukares behov under den kritiska brukaren att uppnås. Produkten blir helt enkelt användbar av alla andra. Detta görs genom att identifiera brukaren

som antingen har flest behov som måste uppfyllas samtidigt eller har ett visst extremvärde som måste uppnås.

3.5. Funktionsanalys

En funktionsanalys är en tabell över alla produktens funktioner uttryckta i verb+substantiv som är klassade i huvudfunktion, delfunktion och stödfunktion (Österlin, 2016). En funktionslista är ett tydligt sätt att klassificera funktionerna för att förstå deras relationer och innebörd. Huvudfunktionen är produktens egentliga mening, med delfunktioner som behövs för att uppfylla huvudfunktionen. Om en delfunktion tas bort, uppfylls inte huvudfunktionen längre. Övriga funktioner som ger ett mervärde utan att vara nödvändiga för att uppfylla huvudfunktionen benämns som stödfunktioner. Utöver denna klassificering värderas alla funktioner som nödvändiga, önskvärda, tänkvärda eller onödiga beroende på hur viktiga de anses vara för produktens syfte.

3.6. Blackbox

Ett black box-diagram är en visuell representationsmetod som används för att visa hur ett system fungerar utan att behöva förstå de interna komponenterna (Österlin, 2016). Ordet "black box" menar på att systemet betraktas som en svart låda vars inre mekanismer är okända men inte nödvändiga för att förstå systemets funktion. Utanför systemgränsen finns det även input och output. Input är den information eller det material som tillförs systemet och är nödvändig för att systemet ska kunna utföra sina funktioner. Man läser diagrammet från vänster till höger och följer pilarnas riktning för att följa med i hela arbetsprocessen. Exempelvis en tvättmaskin som har smutsiga kläder som input och rena kläder som output i black box-diagrammet.

3.7. Brainstorm

Brainstorm är en kreativ metod där alla deltagare uppmanas att dela så många idéer och tankar som möjligt utan att begränsas av kritik eller bedömning (Österlin, 2016). Genom att använda både ord och bilder på ett gemensamt papper, strävar gruppen efter att generera så många olika lösningar och koncept som möjligt. Processen syftar till att uppmuntra deltagarna att tänka utanför etablerade ramar och våga framföra de vildaste ideerna. Brainstorming är en effektiv metod i början av ett projekt för att konkretisera tankar från förstudien.

3.8. Morfologisk matris

Genom att lista olika funktioner som behöver uppfyllas kan dellösningar placeras in i en morfologisk matris för att sedan kombineras på olika sätt (Österlin, 2016). I första kolumnen placeras alla funktioner upp som följs av olika sätt att lösa den funktionen på. På raden under sker samma sak med nästa funktion. Sedan kombineras en dellösning från varje rad tillsammans för att bilda en helhetslösning. På detta sätt kan många innovativa lösningar skapas.

3.9. Konceptevaluering

Ett sätt att utvärdera koncept är genom en Pugh-matris. I matrisen viktas olika kriterier mot olika koncept där man jämför konceptets olika fördelar och nackdelar gentemot varandra. Där ett av koncepten används som referens och sedan itereras processen och eventuellt byter referens till ett annat koncept (Österlin, 2016).

4. Resultat

I detta kapitlet presenteras resultatet från förstudien, konceptutvecklingen och vidareutvecklingen.

4.1. Förstudie

För att få förståelse för situationen kring transport av patienter genomfördes en förstudie bestående av intervjuer och ett studiebesök som resulterade i en funktionsanalys. Detta satte grunden för vidare konceptgenerering.

4.1.1. Observation

Ett inledande besök på ambulansstationen i Gullbergsvass resulterade i en ostrukturerad observation av två ambulanssjuksköterskor. Observationen var öppen, direkt och semi konstruerad, där ambulanspersonalen fick visa och demonstrera de hjälpmedel som används i ambulanser i Göteborg. Även om redskapen inte används på samma sätt som under verkliga insatser, gav demonstrationerna en insikt i deras funktioner och olika detaljer. Redskapens utformning, material, vikt och funktioner klargjordes vilket i sin tur underlättade vid konceptutvecklingsstadiet. De relevanta redskapen presenteras i den teoretiska referensramen, resterande kommer inte att fördjupas i detalj. En testkörning av trappstolen i spiraltrapp visade hur larvbanden på stolen kan hoppa ur skenan, vilket gjorde att larvbanden var tvungna att bytas ut.

Under observationen diskuterades olika scenarier med ambulanspersonalen där viktiga egenskaper framkom, vilket gav en bra inblick i området. Vikten av att hjälpmedlet var lätt att rengöra från blod betonades för att upprätthålla hygieniska standarder på arbetsplatsen. Dessutom måste produkten vara smidigt placerad i ambulansbilen för att vara lättillgänglig och inte hindra arbetet, även vid variationer i utformningen av olika ambulansbilar. I Göteborgs ambulanser placeras trappstolen i ambulansbilens bakdörr medan madrasserna låg ihopvikt inne i ambulansen. Vid placering av trappstolen görs ett tungt högt lyft vilket påpekades av personalen. En trappstol lånades även ut till projektet vilket har gett en djupare förståelse om de problem som uppstår vid transport nedför trappor.

4.1.2. Intervju

I detta projekt genomfördes semistrukturerade intervjuer med en fördefinierad intervjuguide (se bilaga A) för att undersöka hur ambulanspersonal använder de olika hjälpmedlen vid patienttransport och identifiera deras upplevelser av både positiva och negativa funktioner. Under intervjuerna användes tekniken probing, vilket innebär att följdfrågor ställdes för att uppmuntra respondenterna att utveckla sina svar ytterligare och ge en mer nyanserad bild av deras erfarenheter. Respondenterna fick också möjlighet att dela med sig av egna åsikter eller tankar som kanske inte hade berörts under intervjun.

Intervjuerna gjordes på distans antingen över video eller på telefon för att underlätta för personalen. Intervjuerna transkriberades för att kunna gruppera och sammanställa citat. Med tillåtelse från respondenterna spelades intervjuerna in för att förenkla vid transkriberingen.

Med hjälp av en intervjuguide intervjuades ambulanspersonal från sju olika län i Sverige, en person från varje län. Blekinge, Gävleborg, Uppsala, Halland, Dalarna, Kronoberg samt Skåne. Samtliga har jobbat eller jobbar som ambulanssjusköterska och är aktiva inom ambulanssjukvården idag. Intervjuerna resulterade i tre olika tillvägagångssätt att transportera patienter ner för en trappa, med en madrass, trappstol eller en trappklättrande bår. Respondenterna arbetade på olika sätt och var mer eller mindre bekväma med vissa redskap än andra. Det skapade en variation och förståelse för komplexiteten i problemet.

“Om man åker med trappstolen ner så här och patienten liksom tar i trappräcken och sånt så är det ju en risk för att de skadar sig. Så att därför är det viktigt att vi försöker hitta den där tryggheten då.”

Vid transport nedför en spiraltrappa uppstår det flera olika problem. Exempelvis hur spiraltrappans geometri skiljer sig på inner- och ytterkanten av trappan, hur patienten kan känna sig instabil och därför greppar tag i trappräcket vilket gör det svårare för ambulanspersonalen att utföra sitt arbete. Att patienter ville greppa tag i trappräcken var ett väldigt vanligt förekommande fenomen som nämndes av ambulanspersonalen. Detta var ett stort problem då det utsatte både personalen och patienterna för fara genom att skapa instabilitet under transporten nedför trappan.

“Kommunikation är viktigt och men där handlar det om att berätta hela tiden vad som händer och vad man gör och vad som kommer hända”

Alla regionerna som kontaktades pratade om hur viktigt det är att man ger patienten tydliga instruktioner och berättar vad som kommer att ske härnäst. Detta skapar i sin tur trygghet och förtroende gentemot ambulanspersonalen. Exempelvis som att nämna “nu kommer det kännas lite ostabil men vi har full kontroll hela vägen och vi ber dig att avstå från att ta tag i räckena”. Något som också skapar trygghet var möjligheten att känna sig ordentligt inspänd i trappstolen eller madrassen under flytten, då det inte kändes som att man skulle trilla av.

“Det går inte att köra med varken Fernos och ännu mindre Pensibåren då i trappan utan då har man ju fått dra patienten på madrass ner”

Många hänvisade till stolarnas tillverkare istället för “trappstol”. I detta fallet är “Ferno” en trappstol och “Pensibåren” en bår som används väldigt frekvent inom ambulansvården. I detta citatet pratar ambulansföraren om hur svårt det är att köra de befintliga redskapen i spiraltrappor, vilket alla som blev intervjuade nämnde. Vissa sa till och med att det inte gick och man fick därför ta till andra medel i form av madrasser eller liknande.

“Allfabåren kan man bära i trappor. En bred spiraltrappa kan ju gå, men det är inte optimalt för man känner sig rätt så, alltså det är så svårt att sätta fötterna i trappan för det blir ju det smala ändan av för någon av oss. Man känner sig rätt så liten och inte så trygg.”

“Man slipper ju ytterligare en förflyttning så att har man väl fått upp patienten på båren då behöver man inte flytta patienten till något annat sedan”

Alfabåren var en favorit inom vissa regioner och utdaterad inom andra då den kräver mycket manuella lyft. Respondenten som arbetar inom norra Skånes region tyckte väldigt mycket om allfabåren, eftersom den hade flest lyftmöjligheter vid bland annat utryckningar i skog och natur där mer hinder finns i vägen under transport. Andra fördelar som ambulansförarna nämnde gällande bårar var fördelen att om man lyckas lägga patienten i en bår direkt så blir det tillslut färre förflyttningar för personalen. Men dessa förflyttningar med båren kunde vara både svårare och tyngre.

Att bli transporterad längs med golvet är något som personalen ansåg var nedvärderande för patienten för att patienten befinner sig under och personalen "ser ner" på patienten. Detta uppstår när en patient måste transporteras med hjälp av en madrass nedför en smal trappa och därför "släpas" ner för trappan.

"Lite lättare att hålla ordning på den. Den har ju liksom som långa larvfötter så att där blir det liksom inte samma att den tappar helt och hållet."

"De flesta är väl bekväma med att använda den och fast det kanske inte var favorit och så tror jag de flesta känner sig ganska säkra på."

Det nämndes ofta hur lättanvänd trappstolen var i raka trappor vilket såklart var uppskattat av personalen men som inte fungerade så fort som en trappa började svänga. Vissa regioner som norra Skåne behövde nästan aldrig använda stolen eftersom utryckningarna ofta var i ett- eller tvåplanshus. Inom andra regioner såsom Västra Götaland kunde trappstolen däremot användas 2-5 gånger per dag.

"Det funkar bra i en vanlig trapp så fort trappan börjar svänga lite då blir det ganska problematiskt"

"Inte så bekvämt för patienten heller. De måste ju sitta väldigt högt upp på benen. Det blir nästan lite så att de får sitta på huk på dem."

"...sen klarar ju den inte heller av några svängar, den klarar väl av en liiten lätt vridning i trappan, men inte i en spiraltrappa."

Att trappstolen var tung och otymplig att ta med sig upp för trapporna nämndes ett flertal gånger. Speciellt om man kanske måste ta sig upp sju våningar eller liknande. En annan negativ sak som nämndes var att vissa patienter med längre ben inte satt så bra i stolen då deras ben hamnade i ett väldigt högt läge. Sedan påpekade alla att trappstolen inte var bara att använda i spiraltrappor då man blev tvungen att balansera ner patienten på ett larvband i stället för två. Vissa kunde tycka att den var otymplig att få in i ambulansen efter användning då den i några regioner ska hängas upp högt på insidan av ambulansdörren.

"..men med barn så är det ju ofta så att ju mer du spänner fast de ju mer tenderar de att röra sig"

Enligt ambulanspersonalen så är det väldigt sällan barn är så sjuka att de inte kan gå själva och behöver transporteras till ambulansbilen. Men när det händer så är trygghet en viktig punkt. Om barnen är så små att de kan bäras hjälper oftast en förälder till och bär sitt barn till ambulansen för att minska barnets oro och främja tryggheten. Om barnet är äldre och större kan de klassiska hjälpmedlen användas även för barn.

“Ja, det är dementa patienter eller förvirrade, de kan vara förvirrade av andra orsaker, alkohol eller drogpåverkade, alltså allting som gör att man inte förstår kommunikation”

Ambulanspersonalen upplyste det viktiga i kommunikation vid en transport av en patient. Att hela tiden förklara för patienten vad som händer för att skapa trygghet. Men om patienten inte är helt med i huvudet kan det försvåra förflyttningen för att patienten själv inte förstår vad som händer och därmed omedvetet försvåra förflyttningen. Även en medvetslös patient kan vara svår att transportera då patienten kan ramla av eller att huvudet åker runt. En medvetslös patient behöver ofta även hjälp med andningen eller med hjärtkompressioner vilket kräver att patienten ligger ner under transporten.

“Obesa patienter till exempel, som är stora och tunga som ligger på ett sådant ställe där man inte kommer kunna komma åt så att säga på ett annat vis än att man måste bära ner patienten. Då har vi tagit hjälp av brandkår.”

Det undersöktes vad ambulanspersonalen tycker om att enbart arbeta två och två. Där svarade de att de fungerar bra och räcker oftast till. Men om det är en obese patient eller en större olycka finns det alltid någon att ringa in. Vem som tillkallas är olika beroende på region, men alla har möjlighet att tillkalla extra stöd. Däremot i de glesbefolkade regionerna kan hjälpen vara för långt bort och beroende på situation får situationen lösas på två personer även om det riskerar personalens ergonomi eller sker på en risk.

“Det finns inga protokoll eller riktlinjer på det viset, utan det är det som styr är ju att du ska försöka få såklart patienten så säkert som möjligt ner till ambulansen då och är det kritiskt så fort som möjligt”

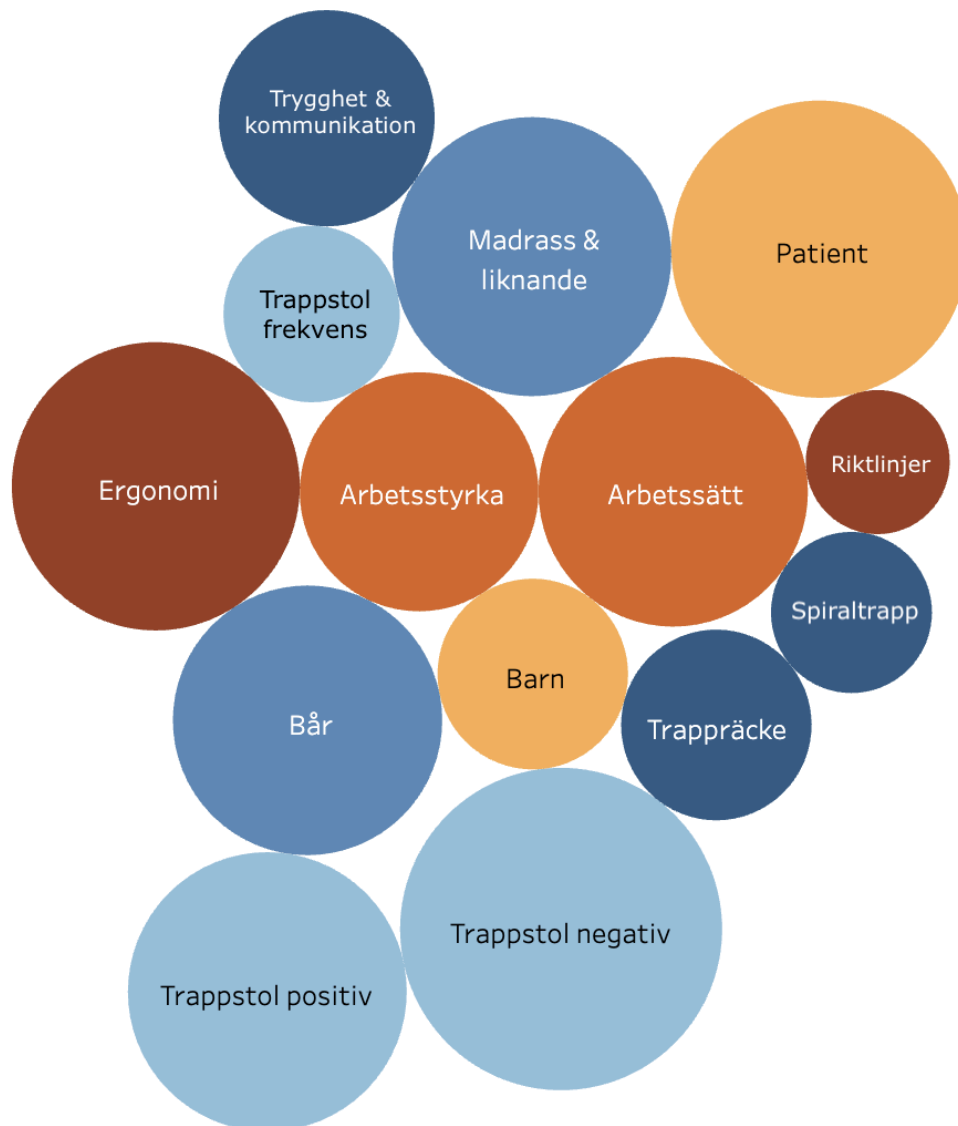
Ambulanspersonalen får genomgå ergonomiutbildningar innehållande förflyttningsteknik med olika jämna mellanrum beroende på var i Sverige de jobbar enligt respondenterna. Men det finns inga lagar som säger att de måste ske och hur ofta utan det är upp till ambulansstationerna själva att genomföra. Det gäller även för vilka redskap som är med i ambulansen och vad som används för vilken situation. Där får ambulanspersonalen själva avgöra vilket förflyttningsredskap som är lägligt och passande för situationen.

4.1.3. KJ analys

En KJ-analys gjordes för att på ett smidigare sätt sammanställa informationen från de intervjuer som gjordes. Analysen inleddes genom att markera relevanta citat i intervjuernas transkriberingar. Dessa utskrivna citat klipptes sedan ut och grupperades efter liknande teman. Därefter tilldelades grupperna rubriker baserat på deras innehåll och placerades i en bubble chart i programmet Tableau. Storleken på bubblorna beskriver hur många citat som

samlades under respektive rubrik, ju större bubbla desto fler citat. Alla grupper organiserades sedan i subgrupper för att ge en mer överskådlig bild av resultatet, vilket återspeglas i olika färger (se figur 8).

Den mest framträdande subgruppen med flest insikter från intervjuerna handlade om Trappstolen med dess positiva och negativa egenskaper samt dess användningsfrekvens (se de ljusblå bubblorna i figur 8). Därefter följde subgruppen med alternativa lösningar som bårar och madrasser (mellanblå), tätt följt av Arbetssätt & Arbetsstyrka (orange) samt Patient & Barn (gul).



Figur 8. Bubble Chart av KJ-analys

Ett genomgående tema vid förflyttning av patienter var att både patientens och personalens trygghet var av yttersta vikt. Oftast kommunicerar ambulanspersonalen med varandra inför patienten om vad som ska ske. Det finns en kontinuerlig kommunikation mellan ambulanspersonalen för att säkerställa att båda parter känner sig trygga i situationen och för att undvika missförstånd. En konsekvens av att patienten känner sig otrygg i trappstolen är

att patienten instinktivt greppar tag i ett trappräcke, vilket alla intervjuade bekräftade. Detta är särskilt vanligt när trappan är kurvig och stolen upplevs skaka lite extra.

När frågan om det optimala redskapet ställdes, framhöll respondenterna vikten av ett mångsidigt hjälpmedel. En vanlig åsikt var att dagens ökande antal hjälpmedel resulterar i allt större ambulansfordon. Önskemålet var istället att kunna kombinera stol och bår likt pensibåren. Om det vore möjligt att använda pensibåren i en spiraltrappa och att minimera patientens förflyttning, skulle det anses vara den optimala lösningen.

Kring vakuummadrassen (se figur 5 i kapitel 2.5.3) hade ambulanspersonalen delade meningar. Vissa tyckte att den fungerade hur bra som helst medan andra upplevde den som knölig. De upplevde den svår att packa ihop, det blev ett tungt marklyft att flytta patienten från marken till båren in i ambulansen samt att det upplevdes nedvärderande att släpa en människa längs med marken. En respondent hade även varit med om att en patient hade fastnat i en spiraltrapp med en vakuummadrass. Detta upplevdes otryggt och osäkert vilket gjorde att personen drog sig för att använda vakuummadrassen igen.

Den generella uppfattningen av en trappstol var mer enad. Den har både för och nackdelar där vissa tycker att nackdelarna överväger och andra att de positiva överväger. Generellt ansågs trappstolen tung, svår att svänga och att larvbanden kan riskera att hoppa ur. Fördelarna var att den är smidig, i raka trappor går det snabbt och bra att den är justerbar.

4.1.4. Identifiering av kritiska brukare

Vid framtagningen av den kritiska brukaren för detta arbete spelade många faktorer in, såsom storlek på patienten, patientens sjukdomstillstånd samt mentala tillstånd. Den första faktorn som kan försvåra användandet av produkten är patientens vikt, speciellt om patienten ligger nära eller över vikttoleransen för trappstolen. Därefter kommer patientens medicinska tillstånd, exempelvis lårben-/bäckenfrakturer, behov av att utföra hjärt- och lungräddning under transporten eller att patienten blöder kraftigt. Patientens mentala tillstånd spelar också en viktig roll eftersom även detta kan försvåra ambulanspersonalens arbete. Exempelvis en patient som inte är samarbetsvillig, aggressiv, drogpåverkad, medvetlös eller har motorisk oro. Detta kan i sin tur leda till att patienter exempelvis tar tag i trappräcken och därmed skapar obalans för ambulanspersonalen som transporterar patienten.

Efter intervjuerna med ambulanspersonalen framgick vilka patienter som var svårast att hantera vid transport nedför trappor eller trånga utrymmen. Detta ledde till att den kritiska brukaren blev en kombination av de faktorer som syns nedan:

- Behov av hjärt och lungräddning (HLR)
- Obese
- Substanspåverkad eller medvetlös
- Lårbensfraktur eller bäckenfraktur
- Motorisk oro

Resultatet blev därmed att försöka uppfylla så många av dessa kriterier som möjligt med den produkt som skulle tas fram.

4.1.5. Funktionsanalys

Funktionsanalysen gjordes genom att skriva upp alla funktioner som produkten har och sedan dela in dessa i tre kategorier: huvudfunktion (HF, blå), delfunktion (DF, orange) och stödfunktion (SF, vit). Detta gjordes i tabellform (se tabell 1) för att lättare få en överblick av alla funktionerna. Därefter kategoriserades funktionerna ifall de nödvändiga (N), önskvärda (Ö), tänkvärda (T) eller onödiga (O) för produktens funktion. Även en förklarande kommentar av funktionerna lades till.

Analysen gjordes för att kunna förstå och strukturera upp arbetsflödet från ambulans till patient och tillbaka till ambulans. Detta tydliggjorde vad i processen som behövde utvecklas mest och hade störst betydelse för både patienten och personalen.

Tabell 1. Funktionslista

Funktion		Klass	Begränsning/Kommentar	N/Ö/T/O
Transportera	Patient	HF	Nerför trappa och på plan mark	N
Främja	Användbarhet	SF	Intuitiv	T
Minimera	Moment	SF	Inte många arbetsmoment	Ö
Bära	Patient	DF	viktmässigt, obese	N
Medge	Grepp	DF	för lyft av patient, två personer	N
Erbjuda	Stabilitet	SF	vid transport samt vila	Ö
Medge	Komfort	SF	för patient	Ö
Minimera	Vikt	SF	lätt att bära	Ö
Bibehålla	Värdighet	SF	för patient	T
Möjliggöra	Förvaring	DF	Av produkten i ambulans	N
Erbjuda	Grepp	DF	för transport av ihopvikt produkt	N
Medge	Låsning	DF	för att kunna fälla ihop	T
Möjliggör	Rengöring	DF	kunna torka och spola bort kroppsvätska	N
Medge	Stöd	SF	hålla benbrott på plats, vakuum	N
Reducera	Patientförflyttning	SF	förflytta patient så få gånger som möjligt	Ö
Erbjuda	Handtag	SF	för patient	Ö
Anpassa	Storlek	SF	olika kroppar	N
Medge	Trygghet	SF	för patient och personal	Ö

Reglera	Teleskophandtag	SF	Ergonomi	Ö
Övervinna	Terränger	DF	i flera terränger, trappor, kullersten och golv	Ö
Tåla	Slitage	SF		N
Anpassad	Storlek	DF	kompakt, köksstol	T
Erbjuda	Justerbarhet	SF	sitt och ligg	Ö
Medge	Rotation	DF		N
Möjliggör	Hållbarhet	DF		Ö
Maximera	Livslängd	SF		Ö
Medge	Återvinning	SF		T
Möjliggör	Demontering	SF	för reparation	Ö

4.2. Konzeptutveckling

Med förstudien som grund inleddes en process för att generera idéer och utveckla koncept, vilket resulterade i jämförandet av två olika koncept. Dessa koncept presenteras i detta avsnitt.

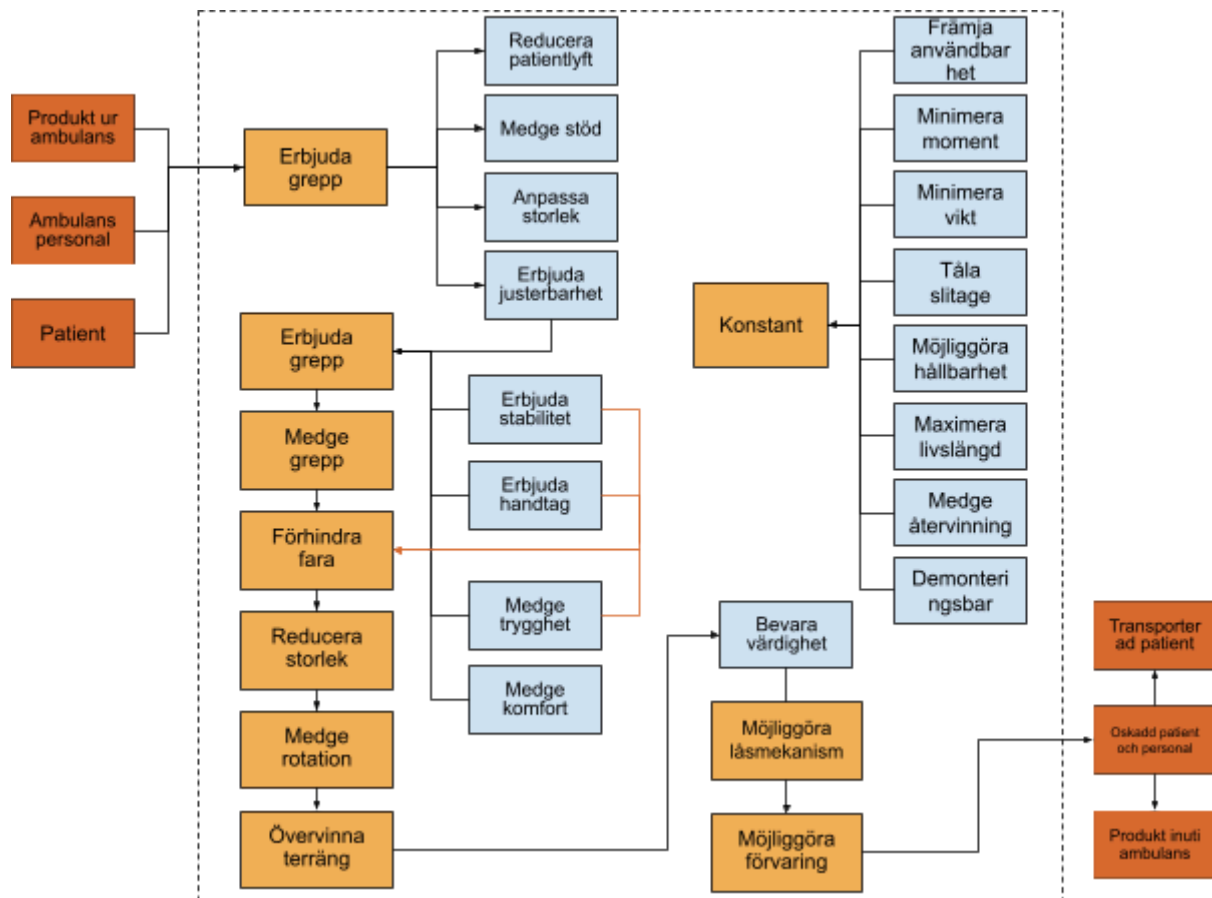
4.2.1. Black box

För att få förståelse för systemets struktur och hur olika funktioner samarbetar med varandra skapades en blackbox. Vid genomförandet av black box-diagrammet användes funktionslistans innehåll för att skapa systemgränsen och dess inre delar. Första steget var att sammanställa arbetsflödets turordning för att lättare kunna placera ut funktionerna i rätt ordning. Beslut kring vad som var indata och utdata bestämdes för att sedan placera in alla delfunktionerna i ordningen som de samverkar med varandra. Därefter placerades stödfunktionerna in för en mer detaljerad bild av systemets struktur.

Som indata till blackboxen (röd vänster i figur 9) valdes "Produkt ur ambulans", "Ambulanspersonal" och "Patient". Det är dessa tre komponenter som kommer att komma i kontakt med varandra och måste lyckas samspela i detta system. Som utdata (röd höger) valdes "Transporterad patient", "Produkt inuti ambulans" och "Oskadd patient och personal". Det är de tre eftertraktade resultaten som man vill uppnå med systemet innanför systemgränsen.

Det första steget "erbjuda grepp" gäller enbart ambulanspersonalen och produkten själv eftersom det handlar om att transportera produkten till den skadade patienten. Därefter kommer den skadade patienten in och då handlar det om att produkten skall kunna justeras och kunna flytta en skadad patient samtidigt som det inte skall skada ambulanspersonalen i form av farliga lyft. En del stödfunktioner är "konstanta" och gäller under hela systemets

arbetsgång. Exempelvis, minimera vikt handlar om produktens vikt och kommer att vara konstant under hela arbetsgången.



Figur 9. Blackbox som visar hur funktionerna samverkar inom arbetsförloppet.

För att förtydliga systemets gång, börjar man med att kolla på indatan uppe till vänster, därefter följer man pilarnas gång för att se i vilken ordning som varje delfunktion och dess tillhörande stödfunktioner börjar gälla. Man kan dela upp själva förloppet i tre huvuddelar där den första delen är "Erbjuda grepp" med de fyra tillhörande stödfunktionerna följt av positionering av patient i/på produkten (sex orangea rutor) och transport av produkten (två orangea rutor). Därefter följer de nästkommande sex delfunktionerna och de fyra stödfunktionerna som handlar om transporten i spiraltrappan med produkt och skadad patient. De två sista delfunktionerna handlar om produktens förvaringsmöjlighet i ambulansen. Till sist finns det några funktioner som är konstanta och gäller därför under hela arbetsförloppet.

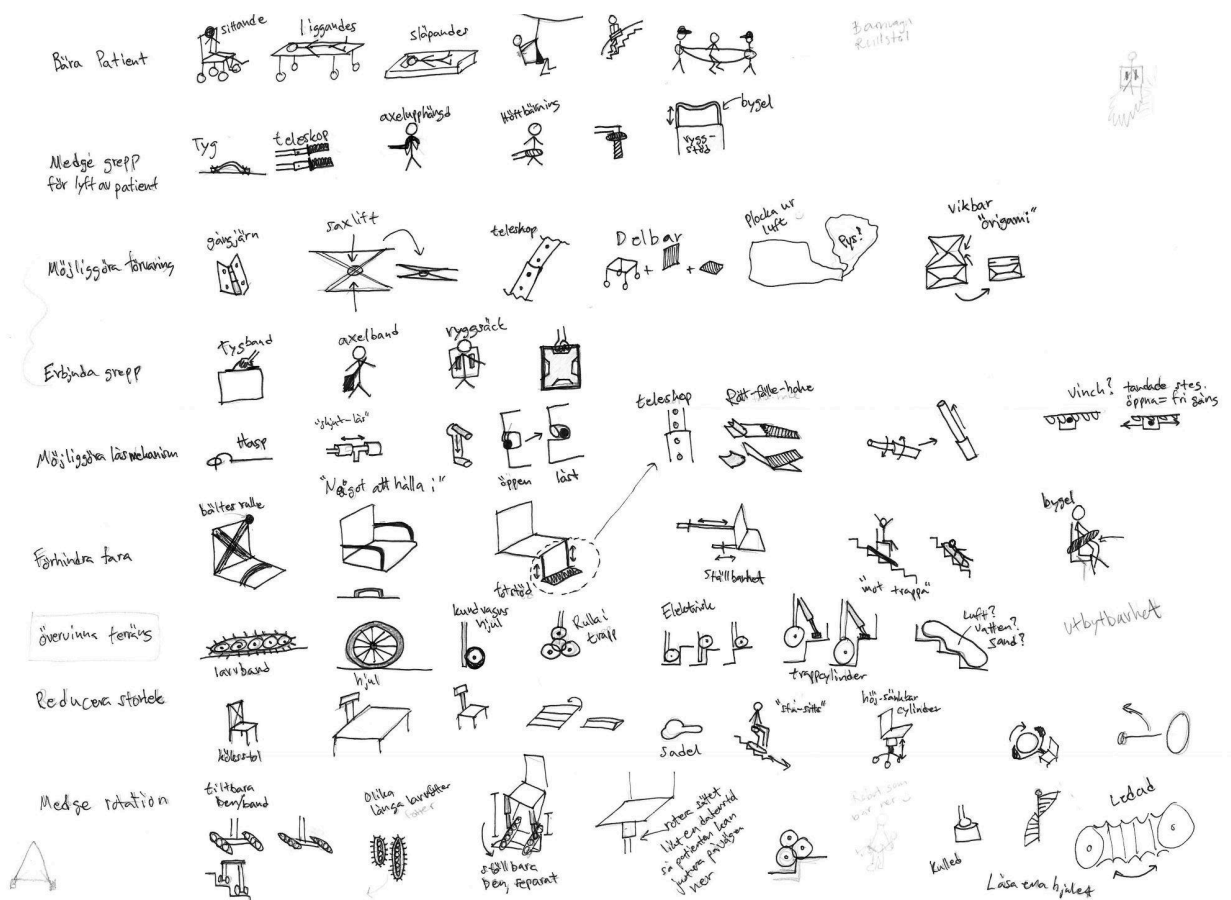
4.2.2. Brainstorming

Under en timme kombinerades enskilda och gemensamma brainstormingsessioner för att konkretisera flera idéer som hade börjat ta form under förstudien. De ritades, med hjälp av stödord, ner på ett gemensamt A3 papper för att kunna kommunicera och spinna vidare på varandras idéer. Brainstormingsessionen ledde till en omfattande uppsättning av möjliga delöslagningar som sedan organiserades i en morfologisk matris. Senare i processen utforskades konceptet biomimetik och hur befintliga lösningar kunde anpassas. Detta resulterade i nya idéer, såsom en flexibel madrasslösning inspirerad av en leksakströrm,

kombinationen av trappcyklinder och larvband för rotation, samt utforskningen av stångens roll i rotationen av trappan.

4.2.3. Morfologisk matris

För att kunna få ihop koncept av dellösningar från brainstormingen placerades dellösningar in i en morfologisk matris. Funktionerna i högerspalten (se figur 10) är delfunktionerna från funktionslistan. På så sätt kunde flera olika delfunktioner paras ihop med andra och skapa ett helhetskoncept. Konzepten kombinerades och skissades ner på papper för dokumentation och vidareutveckling.



Figur 10. Morfologisk matris

Den morfologiska matrisen blev väldigt omfattande med lösningar för bår, stol och madrass. Som ett resultat fanns det många delar av lösningar som inte kunde kombineras med varandra, vilket inte bidrog till att generera nya idéer utöver de som redan fanns. För att hantera detta ändrades fokus till att endast adressera huvudfunktionen: att transportera patienten nedför spiraltrappan. Med andra ord, uppmärksamheten riktades mot hur trappklättringsfunktionen skulle fungera.

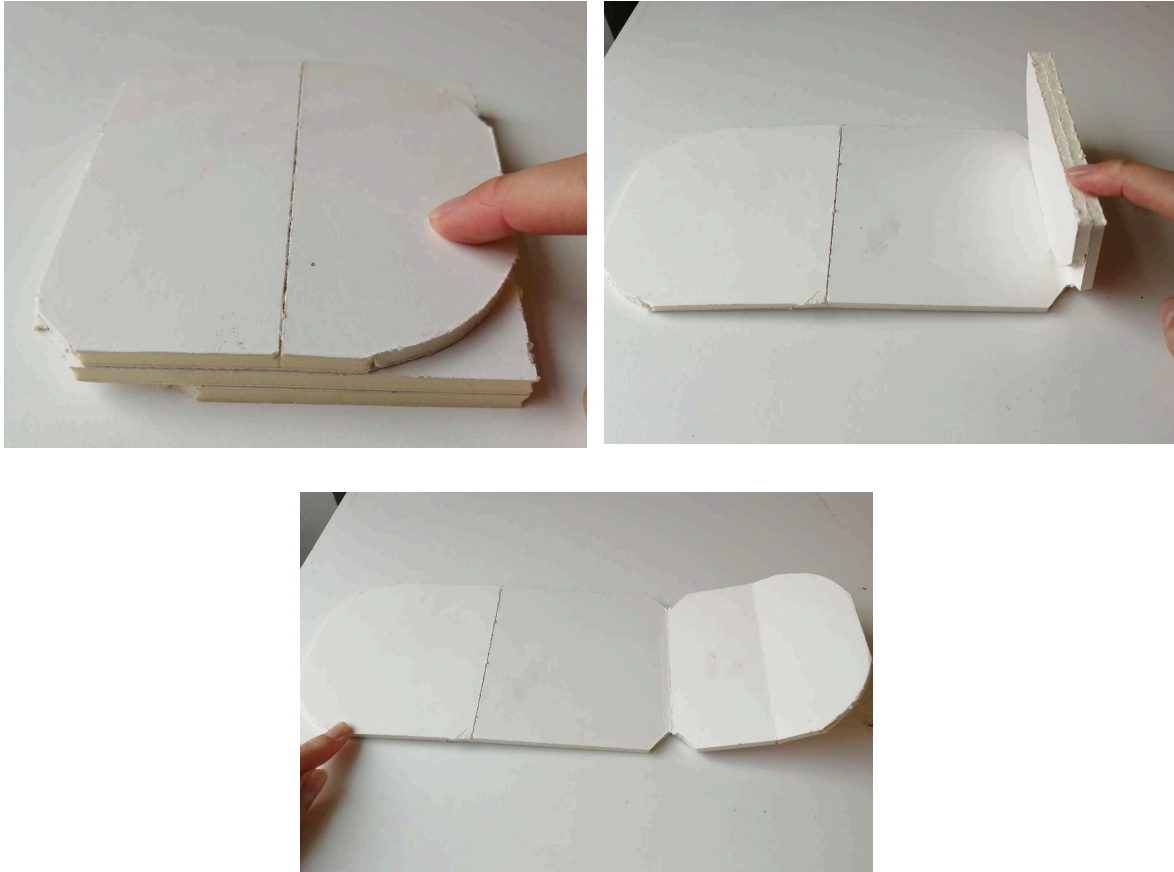
vidareutveckla två nuvarande hjälpmedel som används idag: en trappstol och en madrass. För att förstå om dessa koncept skulle fungera, testades idéerna med enkla skissmodeller.

För att kunna få en tydligare förståelse för hur man ska kunna smidigare transportera patienter nedför trappor, gjordes några enkla prototyper för att kunna testa olika koncept som skulle övervinna "trappterrängen". Dessa prototyper byggdes i capaboard, trä och kartong. Den första som testades var en trästruktur ihopbyggd likt ett H, där de två lodräta strecken i ett H representerar larvband och det vågräta en axel som håller ihop banden. I dagens lösning följer larvfötterna varandra men i detta koncept sitter de endast ihop via en balk i mitten. Detta låter larvbanden att få röra sig individuellt kring mittaxeln, vilket underlättar att följa spiraltrappans geometri (se figur 12). Efter att ha testat trästrukturen i en spiraltrapp gjordes observationen att det fungerade över förväntan, utifrån att de lodräta plankorna fick anpassa sig fritt efter vart de befann sig i trappan. Detta stabiliserar transporten genom att vara en mer följsam rörelse och mindre vingligt än tidigare.



Figur 12. Test av H lösningen

Det andra konceptet var en madrasslösning med inspiration från en madrass som används vid klättring. Det går ut på att kunna vika ihop madrassen och sedan kunna bära den på ryggen istället för att behöva vika ner den i en väska likt tidigare. För att enklare kunna rotera madrassen kan man vika upp slutändan så att benen vilar likt en liggande jägarvila. Dessutom har madrassen små veck i sidorna för att enklare kunna följa trappans rotation och vikas med likt träleksaksormen från kapitel 4.2.4 om biomimetik. En mindre prototyp gjordes i capaboard (se figur 13). Prototypen gjordes för att kunna få en känsla över hur man på ett smidigare sätt ska kunna fälla ihop den efter användning och för att kunna demonstrera detta vid återkoppling med ambulanspersonalen.



Figur 13. Skissmodell av madrasslösningen

4.2.6. Återkoppling till Ambulanspersonal

De två ovanstående koncepten presenterades för ambulanspersonal i tre möten med tre olika regioner, Dalarna, Västra Götaland och Halland. Under dessa möten presenterades de faktorer som framkommit från förstudien, sedan de två koncepten. Mötena genomfördes online med stöd av en powerpoint för att visuellt demonstrera de olika koncepten. I slutet av mötena presenterades även mindre detaljer såsom placering av handtag för patienter och effektivisering av spännanordning. Personalens åsikter togs i beaktning för en snabb iteration av koncepten innan de placerades i en Pugh matris.

Vid återkopplingen till ambulansen presenterades de två koncepten. Madrasskonceptet uppskattades av ambulanspersonalen genom sin ergonomiska förflyttning och just att patienten tog upp mindre plats i trappan. Men två av tre tycker att madrassen som finns idag fungerar väldigt bra och att ändra till en ihopvikbar madrass troligtvis skulle addera vikt och storlek till förvaringen i ambulansen.

Sedan presenterades stolskonceptet som uppskattades av ambulanspersonalen genom att behålla smidigheten av trappstolen, men att då även kunna göra trygga patientförflyttningar i en spiraltrapp blir en stor bonus. En fråga som kom upp är om dessa larvband skulle kunna göras elektriska. Skulle banden behöva köras i olika hastigheter och går det att lösa.

En annan fråga som bollades med ambulansförarna var placeringen av ett handtag till patienten. Frågan var om det hade varit smidigast att ha någonting mellan benen, runt om eller under stolen. Där var de överens om att under stolen skulle vara bäst eftersom någonting mellan benen skulle kunna spetsa patienten i magen och runtom kan vara svårt eftersom patienterna har olika stora ben samt att stolen gärna inte behöver bli bredare. Men under stolen skulle minimera klämrisker för patientens fingrar och därför hade det varit optimalt att ha någonting på spännanordningen.

En oro kring hållfastheten och stabiliteten i stolslösningen påpekades. Frågan lyftes om stolen skulle vara säker att använda, om patienten skulle känna sig lika stabil som tidigare eller om patienten skulle riskera att kunna tippa framåt påpekades.

Slutligen ställdes frågan om vilket koncept som borde utvecklas vidare, och alla tre föredrog stolslösningen. Dess potentiella smidighet, tillsammans med att det var något de redan var vana vid, ansågs vara bättre och mer spännande än en enklare ihopvikbar madrasslösning som också kunde bli tyngre.

4.2.7. Kravspecifikation

All insamlad information sammanställdes i en kravspecifikation (se tabell 2), för att få en tydlig bild av vilka krav som ställs på produkten. Där listas alla krav, baserat på en funktionsanalys och annan efterforskning kring produktens situation för att ge en enkel överblick av vad som krävs av produkten (Österlin, 2016). I kravspecifikationen används en prioritering för att kunna rangordna vilka krav som måste uppfyllas och vilka som är mindre viktiga. I slutändan kan denna användas som en tydlig checklista för att se om produkten har med allt som behövs.

Efter återkoppling med ambulanspersonalen och med hjälp av funktionslistan stod det klart vilka krav som skulle sättas på produkten. Det ledde till en kravspecifikation där målvärden, kravens vikt och dess verifieringsmetod klargjordes. Kraven viktades utefter deras betydelse, där 1 var lägst och 5 som högst. Viktningen var subjektiv och baserad på intervjuer och den teoretiska referensramen.

Tabell 2. Kravspecifikation av stolkoncept

Krav	Målvärde	Viktning (1-5)	Verifieringsmetod
Rengöringsbar	Går att spola/torka av	5	Test
Justerbar fotstöd	Justerbar mellan 400 - 540mm	4	Beräkning
Handtag för patient	Innanför produkten användningsområde	2	Test
Vikttolerans	< 230kg	5	Lastfallsberäkning
Spännanordning	Att torso, lår och fötter sitter fast	4	Test
Ihopfällbar	Går att förvara i ambulans	5	CAD-simulering
Produktens vikt	<15 kg	5	CAD-beräkning
Övervinna terräng	Följa trappans geometri	5	Test
Fraktionerbar	Demonteringsbar	3	CAD-simulering
Grepp för personal under transport	Ergonomiskt grepp för två personer	5	CAD-modell
Grepp vid transport av produkten	Möjlighet att bära produkten med rak arm	3	Test
Låsmekanism produkt	Fast öppet och ihopfällt läge	4	CAD-modell
Justerbara transporthandtag	< 250 mm	4	
Återvinningsbar	Använda material som går att återvinna	3	Materialval
Stabilitet	Larvbanden bör täcka 3 trappsteg	5	Test

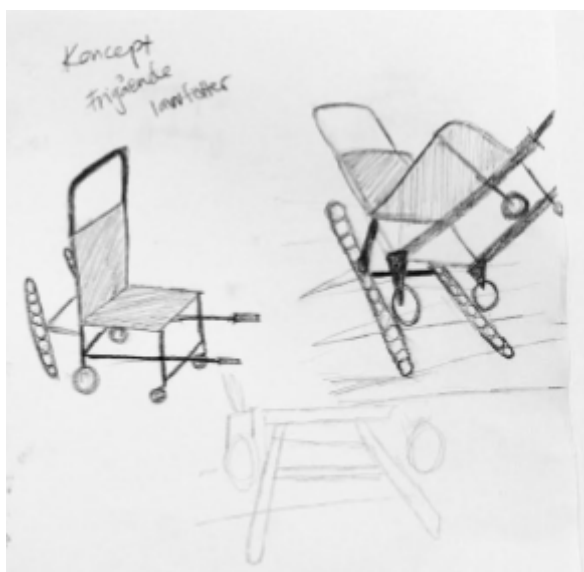
4.2.8. Val av koncept

De två koncepten placerades in i en Pugh matris med den lånade trappstolen som referens eftersom den är mest använd av ambulanspersonalen (se tabell 3). Kriterierna som listades var funktionerna från funktionslistan och viktades beroende på hur funktionerna uppfylls bättre eller sämre än referensen. Sedan summerades alla plus, minus och noll för att få en tydlig överblick av värderingen på de olika koncepten. Baserat på detta kunde ett beslut tas kring vilket koncept som bör vidareutvecklas.

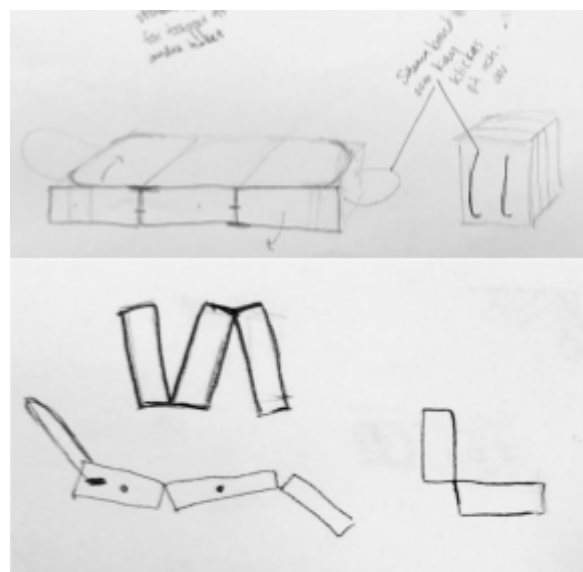
Tabell 3. Pugh matris med lånad trappstol som referens

Kriterium	Lånad trappstol	Vakuummadrass	Stolskoncept	Madrasskoncept
Transportera patient		0	1	0
Främja användbarhet		1	0	1
Minimera moment		0	0	0
Bära patient		0	0	0
Medge grepp		-1	0	-1
Erbjuda Stabilitet		1	0	1
Medge komfort		1	0	1
Minimera vikt		1	0	1
Bibehålla värdighet		-1	0	-1
Möjliggöra förvaring		-1	0	0
Erbjuda grepp		1	0	1
Medge låsning		0	1	1
Möjliggör rengöring		1	0	1
Medge stöd		1	0	1
Reducera Patientförflyttning		-1	0	-1
Erbjuda handtag		-1	1	-1
Anpassa storlek		0	0	0
Medge trygghet		1	1	1
Reglera teleskophandtag		-1	0	-1
Övervinna terränger	R	0	1	0
Tåla slitage	E	-1	0	-1
Reducera storlek	F	-1	0	-1
Erbjuda justerbarhet	E	-1	0	-1
Medge rotation	R	0	1	1
Möjliggör hållbarhet	E	-1	0	-1
Maximera livslängd	N	-1	0	-1
Medge återvinning	S	0	0	0
Möjliggör demontering		-1	0	-1
Σ 1		8	6	10
Σ 0		10	22	9
Σ-1		12	0	11
Nettovärde	0	-4	6	-1
Rangordning	2	4	1	3
Vidareutveckling?	Nej	Nej	Ja	Nej

Utifrån Pugh matrisen blev det vinnande stolskonceptet (se figur 14) följt av trappstolen, madrasskonceptet (se figur 15) och sist vakuummadrassen. Eftersom stolskonceptet och referenslösningen är väldigt lika till utformandet blev det ingenting som uppfyllde kraven sämre, bara bättre och/eller samma. Detta till skillnad från madrasskonceptet som hade fler positiva funktioner än stolskonceptet, men var till belastning av flera funktioner som uppfylldes sämre och därav blev den rankad näst sist. Att stolskonceptet vann var ingen överraskning eftersom den är väldigt lik dagens lösning som är en bra och uppskattad lösning. Stolskonceptet är en lösning som har lyckats bevara det som är bra ur trappstolen och uppgraderat det som var mindre bra till skillnad från madrasskonceptet som uppgraderades på bekostnad av vakuummadrassens funktioner.



Figur 14. Stolskonceptet



Figur 15. Madrasskonceptet

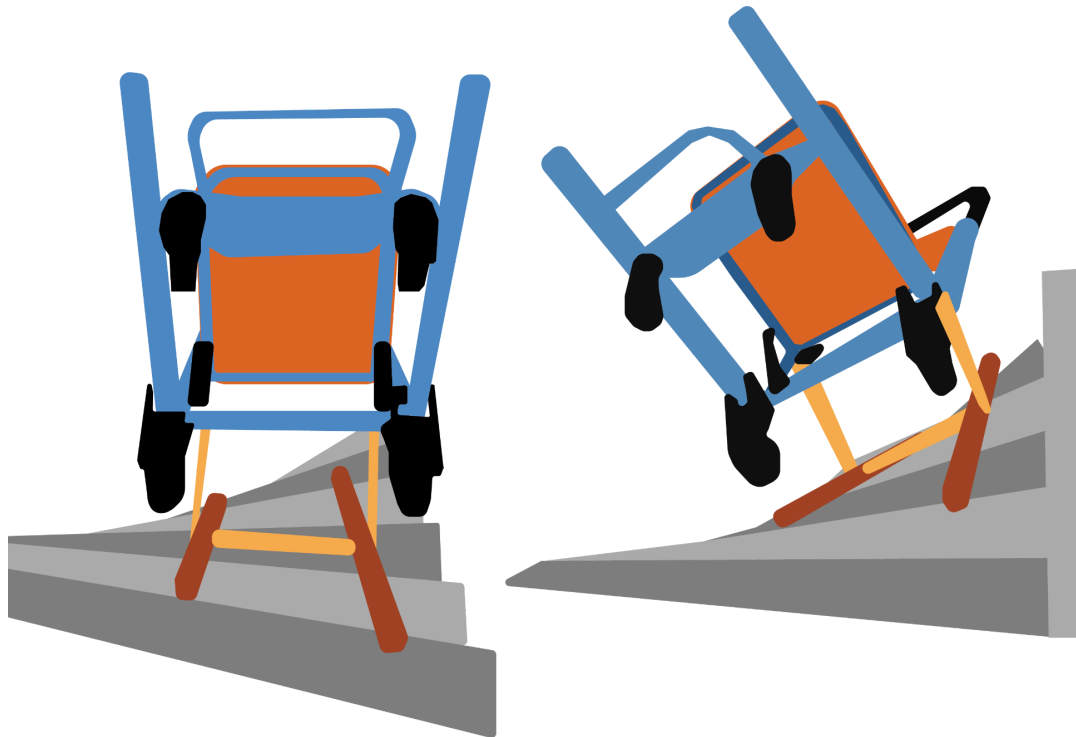
4.3. Vidareutveckling

Med ett valt koncept vidareutvecklades delmomenten till en mer detaljerad konstruktion parallellt med att en prototyp av konceptet byggdes. Detta delkapitel behandlar utvecklingen av det valda konceptet med optimering, antropometri samt en konstruktions simulering.

4.3.1. Prototypbygge

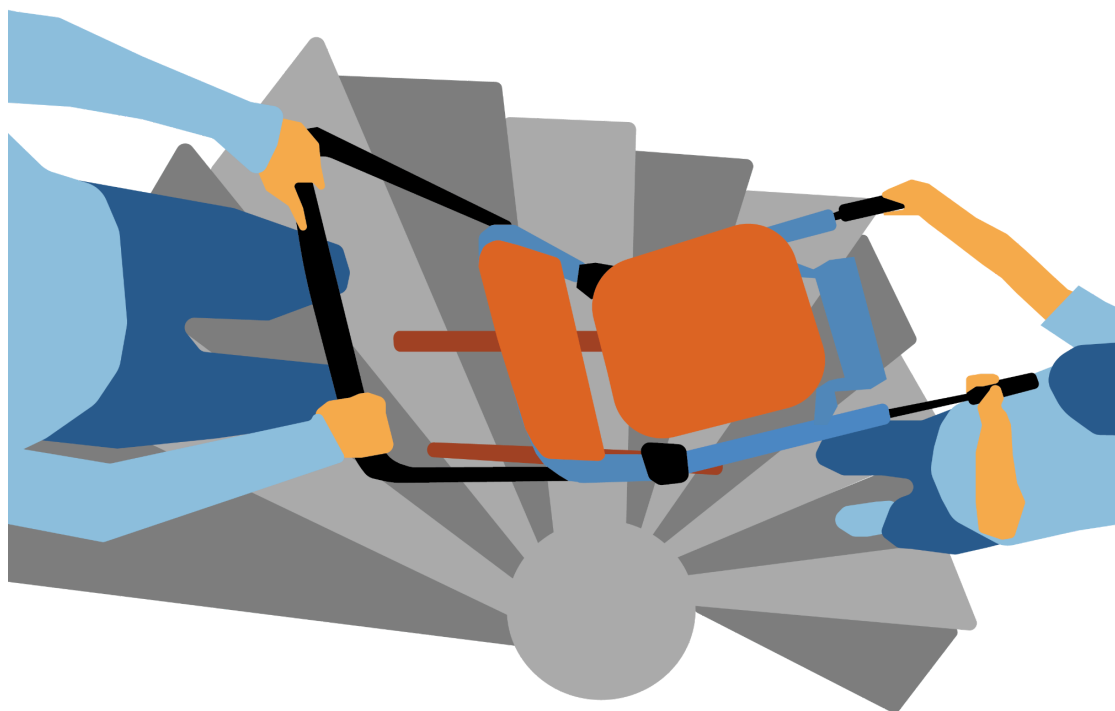
För att förstå det geometriska problemet och optimera längderna på larvbanden, stagen och placeringen emellan byggdes en prototyp (se bilaga B). Med hjälp av stolen som skänkts från observationen kunde dess larvband skruvas av och en träkonstruktion kunde monteras på för att få en uppfattning om vilka längder som passar bäst. Genom att borra flera skruvhål i trälarvbanden och såga ut flera olika längder på stagen, testades stolen med de olika variationerna samtidigt som de filmades. Genom den upplevda känslan av att köra stolen kombinerat med en kort analys av filmerna löstes det geometriska problemet.

Larvbanden behöver vara tre trappsteg långa för att konstant ha minst två trappstegs kontaktyta (se figur 16). Detta skapar en stabilitet i stolen som främjar säkerheten. Staget sitter fast i mitten av larvbanden för att larvbanden ska tippa över första trappsteget halvvägs utan att vara för mycket i vägen för personalen bakom som kör stolen.



Figur 16. Trappstol underifrån

Vinkeln på staget placerades så att larvbanden hamnade ovanför hjulen och infästningspunkten hamnade i mitten av larvbanden. Det bidrog till att stolen kunde rulla på plan mark utan att larvbanden tog i marken. För att förhindra att larvbanden passerade hjulen vid användning i trappa placerades ett stopp vid hjulen som larvbanden kan stödjas mot för att inte fastna mellan trappsteg. När vinkeln överstiger 90 grader, upplevde personen som var högre upp en minskning av stegutrymmet, vilket ledde till en mindre ergonomisk situation (se figur 17).



Figur 17. Trappstol i trappa ovanifrån med personal

Längden på stagen bestämdes till 260 mm efter att ha testat tre olika längder, den kortaste resulterade i att personalen fick huka sig över stolen och den längsta upplevdes för instabil då patienten hamnade högt över marken. Därför valdes en mellanlängd som upplevdes ergonomisk med möjlighet att hålla emot en tung patient.

Det utforskades även olika möjligheter att kunna vika bort larvbanden. Att placera larvbanden in under stolen blev trångt och larvbanden var fortfarande i vägen. Att vika ner stagen så att larvbanden placeras parallellt med ryggstolpen gjorde att larvbanden tog i marken och att vika upp stagen istället gjorde att larvbanden stack upp 140 mm (se figur 18). Det sistnämnda antogs vara minst problematiskt, då fästningen i ambulansen inte hade ett tak och rent ergonomiskt upplevdes inte larvbanden att vara i vägen.



Figur 18. Rendering av uppfällda larvband

4.3.2. Konstruktion

Efter förståelsen av det geometriska problemet ritades stolen upp i CAD-programmet CATIA V5. Där fanns större möjligheter att utveckla stommen på stolen och lägga till de mindre detaljerna som framkommit från intervjuerna. Alla delar ritades upp var för sig och placerades sedan i en Assembly för att kunna visa möjligheten att fälla ihop produkten. Under tiden ändrades mått och nya små lösningar adderades för att förenkla vissa funktioner och samtidigt möjliggöra produktion. När konstruktionen upplevdes färdig renderades bilder i olika miljöer i CATIA V5 för att visa hur stolen interagerar i sina rätta miljöer.

Stolen är gjord för att transportera en patient som sitter i den och användas av minst två personer som hanterar stolen för att säkert få ner patienten för trappan. Detta gäller under användandet i trappan, på plan mark räcker det med en person som kör stolen. Stolen är utformad för att kunna produceras på ett smart sätt genom att stora delar är fyrkantiga rörprofiler som sågas till och mindre delar fräses ut (se figur 19). Plastdetaljerna är formsprutade och gummilavbanden pressas och härdas. Delarna sitter ihop med skruv och mutter för att enkelt kunna tas isär och bytas ut om det skulle behövas.



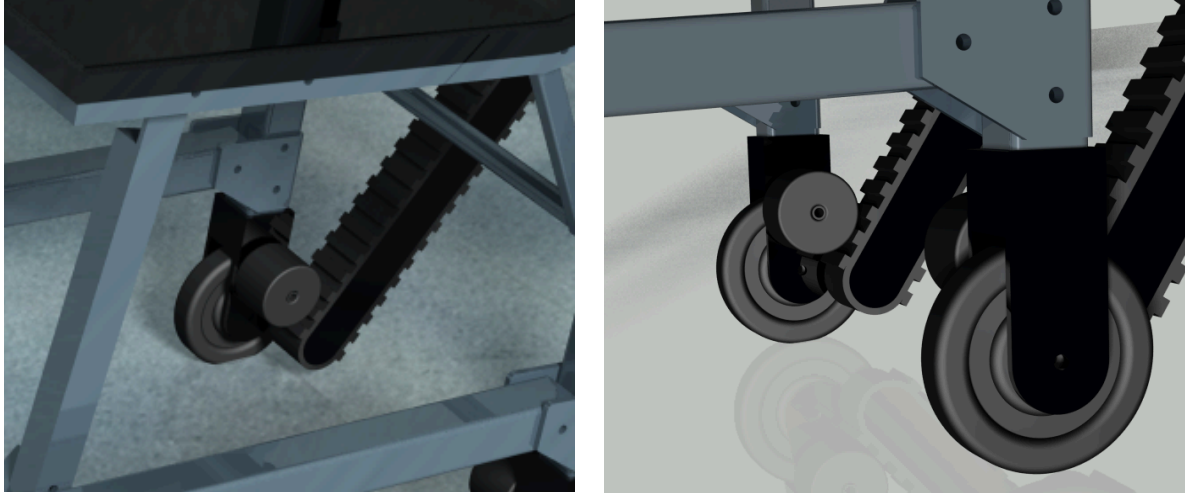
Figur 19. Renderad bild på helhetslösningen

Det gjordes en ändring från originalmodellen när det gäller höjden av sitsen och längden på fotstödet för att underlätta för personer med längre ben. Baserat på antropometri (Hanson et al., 2009) höjdes stolsitsen till 530 mm istället för tidigare 500 mm. Detta anpassat efter den 95:e percentilen för att passa så många människor som möjligt. För att inte kortare människors ben ska hänga fritt går fotstödet att höja till skillnad från tidigare. Fotstödet infästning gjordes om från att sitta fast i en punkt till att kunna röra sig i horisontal led längs en springa med flertal låsspringor för att kunna erbjuda ytterligare inställningsmöjligheter (se figur 20). Genom att höja stolsitsen höjdes även placeringen av staget på stommen för att få en så bra viktbalans som möjligt.



Figur 20. Detaljbild på justeringsmöjligheter av fotstödet

Istället för att stoppa larvbanden med ett metallstycke som oavsiktligt skulle hindra larvbandens rörelse gjordes valet att använda ett mindre hjul som sitter kring en axel nere vid stolens bakhjul. Detta gör i sin tur att larvbandet inte kan gå för långt in under stolen och försvåra användandet för personalen, samtidigt som det tillåter de yttre larvbanden att fortsätta rotera (se figur 21).



Figur 21. Detaljbilder på stopphjulet

Stolens ihopfällningsmekanism simulerades för att säkerställa att stolens storlek kunde minimeras för förvaring på insidan av ambulansens baddörr (se figur 23). Även larvbandens rörlighet kring stagets yttersta punkt simulerades för att säkerställa att de kunde rotera individuellt och att de tog i de stopphjul som sattes ut. Larvbanden fälls in mot stolen rygg för förvaring och för att inte blockera personalens arbete (se figur 22). Banden sticker upp 140mm ovanför ryggstödet högsta punkt vilket är det bågformade teleskophandtaget som sitter i ryggstödet pelare.



Figur 22. Stolen ihopfälld



Figur 23. Stolen monterad på ambulansens baddörr

Stolen är utrustad med flera handtag och greppmöjligheter till personalen för att bidra till en mer ergonomisk användning. Nere vid stolens framhjul finns två teleskophandtag som kan förlängas individuellt beroende på om man kör trappan i en höger- eller vänstersvängd spiraltrappa eller en vanlig rak trappa. Handtagen är lätt nedvinklade för att se till att personalen får ett bekvämare och mer ergonomiskt grepp under transporten.

På stolens baksida finns det två handtag avsedda för att underlätta vid körning på plan mark. Dessa handtag fälls ut 90 grader och låses sedan fast med den tillhörande låsmekanismen. Strax ovanför dessa handtag finns det största greppet avsett för personen som står högst upp i trappan under transporten i trappa. Detta är ett stort bygelformat grepp som också går att förlänga med hjälp av teleskoparmar som befinner sig innanför ryggstolparna. Valet att använda ett bygelformat grepp gjordes för att erbjuda bredare greppmöjligheter för personalen bakom patienten samtidigt som det är mer stabilt jämfört med två individuella grepp. Detta grepp går att fälla ut 500 mm. Handtagen är även klädda i ett greppvänligt gummi för att minimera att händerna glider av.

Framhjulen svänger och roterar på samma sätt som på en rullstol medan bakhjulen är låsta i ett läge. Sitsen och ryggstödet skall vara gjorda i PVC eller vinyl likt det som används idag på andra liknande produkter. Detta eftersom PVC eller vinyl är lätt att rengöra, billigt, återvinningsbart och tillåter viss flexibilitet när det utsätts för krafter.

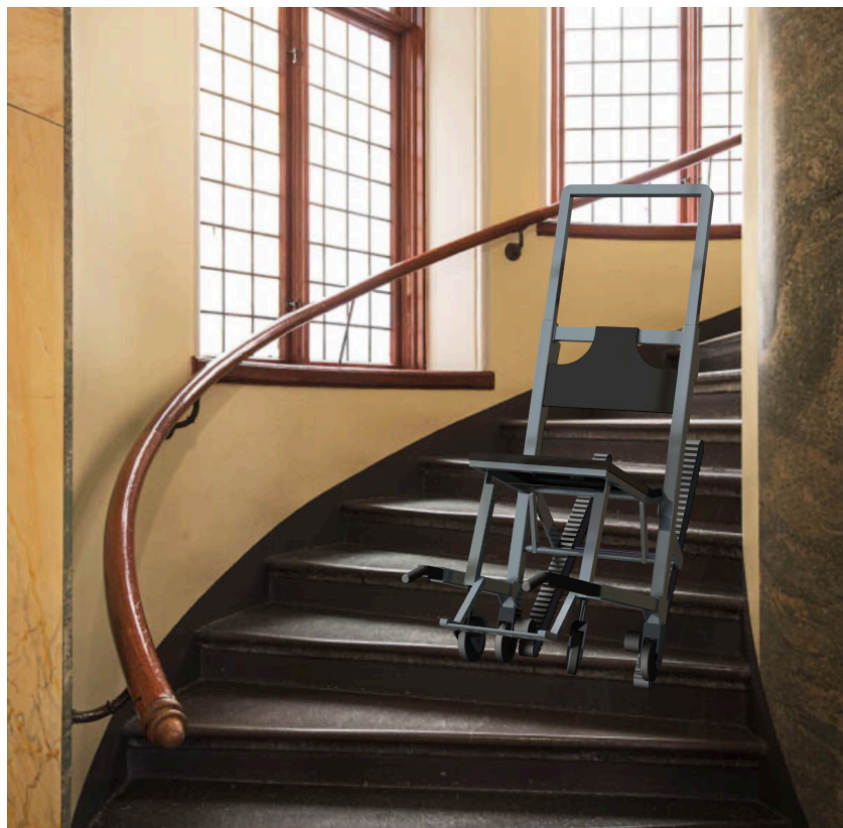
5. Slutsats

Hur kan en produkt säkerställa trygg och behaglig förflyttning av patienter genom spiraltrappor?

Genom att separera larvbanden så att de följer trappans form kommer varje larvband konstant ha minst två kontaktpunkter (se figur 24). Det innebär att stolen som helhet har mellan fyra och sex stabila punkter, vilket möjliggör en säker förflyttning. Eftersom larvbanden sedan följer med trappans form kommer förflyttningen att ske smidigt och tryggt för patienten. Stolsitsen har även höjts för att passa till fler patienter med ett justerbart fotstöd för optimerad komfort.

Vad krävs för att utforma en optimerad produkt som säkerställer ergonomi, kompakthet och användarvänlighet samtidigt som den behåller sin intuitivitet för vårdpersonalen?

För att säkerställa ergonomi till ambulanspersonalen behöver stolen inte längre balanseras på en skena utan kan nu stå som vanligt i trappan. Larvbanden är placerade undertill när stolen körs, så att de inte är i vägen för personalen med teleskopshandtag både upp- och nertill för att kunna anpassa längden beroende på situation. Trots den förhöjda sitsen är stolen lika kompakt som innan och går att fälla ihop och montera på ambulansdörren likt tidigare. Ur ett användarperspektiv fungerar stolen likadant som innan, med samma spärrar och funktioner som är rörliga. Tillägget är fotstödet som intuitivt lyfts och hakar i ner i en skåra.



Figur 24. Trappstol i dess naturliga miljö

6. Diskussion

I detta kapitlet diskuteras etiska och hållbarhetsfrågor kring stolen samt hur stolen skulle kunna fortsätta bearbetas.

6.1. Reflektion kring slutkonceptets etik

Vi inledde projektet med en kritisk brukare som krävde hjärt-lungräddning (HLR), var medvetlös, obese, uppvisade motorisk oro och hade dessutom drabbats av en lårbensfraktur. Detta utgjorde en ambitiös inledande strategi som visade sig vara svår att uppfylla. Vi observerade att dagens stol inte möjliggjorde HLR i en trappmiljö och att sittande position med en lårbensfraktur inte var lämplig. Tyvärr erbjöd vår stol ingen lösning på dessa problem, då den inte bara begränsade möjligheten till HLR utan även tvingade patienten att sitta, vilket kan vara outhärdligt för en individ med en lårbensfraktur. Dock erbjöd vår stol en ökad upplevd stabilitet för patienten, vilket borde bidra till en förbättrad känsla av trygghet. Trots detta antar vi att utmaningen kvarstod för personalen att hantera en obese patient, men det kan nu ske på ett säkrare sätt som minskar risken för fall och skador för både patient och personal.

Det framkom även att det fortfarande finns ett behov av hjälpmedel som möjliggör transport av patienter i liggande position i spiraltrappor. På grund av begränsat utrymme i en spiraltrappa är det omöjligt för en vuxen patient att ligga ner och skulle således behöva transporteras stående eller i en liknande position. Trots att vi inte lyckades uppnå detta mål, bidrog våra ansträngningar till att göra ett hjälpmedel som gör transporten säkrare och mer ergonomisk, vilket utgör ett steg i riktning mot förbättring av hjälpmedel inom ambulanssjukvården.

Även om vår stol inte löste alla problem som uppstod vid hantering av kritiska patienter i trappmiljöer, har våra förbättringar ökat den upplevda stabiliteten och tryggheten för patienterna. Det framkom tydligt att ytterligare utveckling är nödvändig för att skapa ett hjälpmedel som tillåter transport av patienter i liggande position i spiraltrappor. Våra insatser representerar ett viktigt steg framåt mot att förbättra säkerheten och ergonomin för både patienter och ambulanspersonal.

6.2. Hållbarhetsanalys

Tidigt i processen beskrevs fyra funktioner som önskvärda att uppfylla ur ett hållbarhetsperspektiv. Produkten skulle möjliggöra hållbarhet, maximera livslängden, medge återvinning och möjliggöra demontering. Med facit i hand har vi avgränsat oss från att göra material och produktionsberäkningar och kan därmed inte säga så mycket kring livslängden, men trappstolen är designad för att kunna demonteras. Istället för att svetsa ihop delar är det nu skruvar och muttrar överallt som gör att om en del går sönder kan den enkelt bytas ut istället för att byta ut hela stolen. Majoriteten av stolen är tillverkad i aluminium med plast detaljer för att vara lättviktig. Det är material som går att återvinna men för att utveckla det ännu mer skulle plasten kunna bytas ut mot ett miljövänligare material som har en längre livscykel samtidigt som det uppfyller de kraven som ställs på det. Detta är inget som vi har prioriterat utan har valt att använda oss av dagens material.

De ledande företagen inom tillverkning av trappstolar idag är Ferno och Stryker. Om denna trappstol skulle tillverkas, är det troligt att det skulle vara från ett av dessa företag. Stryker har sin produktion i USA där det är bättre arbetsförhållanden än i exempelvis Kina. De har rättigheter och fackförbund som hjälper arbetarna och stödjer dess sociala hållbarhet. Ferno har däremot en spridd produktion över hela världen, detta för att vara nära personalen som arbetar med utrustningen. På deras webbplats påpekar de att de strävar efter FN:s hållbarhetsmål där anständiga arbetsvillkor och hållbar konsumtion och produktion är två av deras främsta. De beskriver även hur de ska gå tillväga för att uppfylla målen och fortsätta utvecklas som företag. Detta är såklart svårt att veta om det stämmer men vi antar att de följs och att stolarna produceras med en social hållbarhet vid fabrik fram till kund. Antagningsvis skulle därför vår stol produceras genom ett företag som strävar efter FN:s hållbarhetsmål med mänskliga arbetsförhållanden.

Under besöket på Gullbergsvass fick vi möjligheten att låna en stol under projektets gång. Detta till följd av att det följer med en trappstol till varje ambulans automatiskt. Gullbergsvass förfogar över både utryckningsambulanser och andra fordon. Som en följd av detta uppstod ett överskott av stolar som började ackumuleras. Enligt personalen var tanken att skicka iväg de överflödiga stolarna till Ukraina men det hade inte hänt än när vi var där. Ur ett hållbarhetsperspektiv skulle det vara bättre att beställa ambulanser och kunna välja vilka tillbehör som önskas till ambulansen istället för att få hjälpmedel som senare ackumuleras. Då skulle det bespara jordens resurser att tillverka färre stolar. Detta ska såklart inte ske på bekostnad av patienternas välmående, men om alla ambulansstationer har 5-10 stolar över skulle den energi- och material besparingen kunna användas till något bättre.

Lösningen förväntas optimera arbetsmiljön för ambulanspersonalen genom att möjliggöra en mer ergonomisk patienttransport. Denna förbättring förväntas minska risken för arbetsrelaterade skador och därmed främja personalens hälsa och välbefinnande. Genom att erbjuda en mer skonsam arbetsmiljö för ambulanspersonalen, förväntas åldern inom yrket förlängas. Med fler seniora yrkesverksamma kommer de kunna bidra med mer kompetens och erfarenhet till den yngre generationen och på så sätt utveckla ambulansyrket. Därmed förutspås den föreslagna ergonomiska åtgärden inte bara förbättra individuell arbetsmiljö för personalen utan också bidra till en högre nivå av expertis och stabilitet inom ambulanssjukvården nationellt.

6.3. Fortsatt arbete

Efter genomfört projekt återstår det fortfarande vissa områden som hade kunnat förbättras ytterligare. Som att handtagen på stolen hade kunnat erbjuda viss rotation kring en vertikal axel för att enklare kunna bibehålla handlederna i en rakare linje när man lyfter ner stolen. Detta gäller för den personen som går framför stolen och befinner sig längst ner i trappen. Detta skulle bidra till en mer ergonomisk förflyttning. Även handtag för patienterna var något som togs upp av ambulanspersonalen som ett viktigt tillägg för att hindra patienterna från att ta tag i räcken i trapphusen. Eftersom detta var ett moment som försvårade arbetet för ambulanspersonalen. Man hade kunnat minska klämriskerna för patienterna genom att ge patienten någonting att hålla i innanför stolens geometri. Tanken var att använda sig av samma slags spännanordning som finns på de befintliga trappstolarna och utnyttja den för

applicering av handtag. Detta prioriterades dock bort efter att den morfologiska matrisen visade att projektet blev för omfattande och behövde avgränsas.

Under besöket i Gullbergsvass så nämnde personalen att de hade velat ha en slags lyftanordning för att slippa manuellt lyfta upp och hänga upp stolen på ambulansdörren. Detta är något som är ett lokalt problem då alla regioner inte placerar stolen på ambulansdörren. Eftersom lyftet från marken till stolens upphängning på dörren var ca 70 cm. Om detta lyft hade minimerats eller tagits bort helt hade den fysiska påfrestningen minskat ytterligare för personalen.

Den resulterande CAD-modellen överensstämmer inte helt med verkligheten utan är en simuleringsmodell som visar stolens vikbarhet och rörliga delar. Även begränsningar i CAD-programvaran gjorde att det inte var fullt möjligt att simulera stolen längs en spiraltrappa. Efter rådgivning ansågs detta vara för tidskrävande för att generera en okej simulering och bortprioriterades. Därför gjordes valet att istället visa renderingar på CAD-modellen samt att vid presentation visa videos på när den fysiska modellen användes i en spiraltrappa.

Exakt beräkning kring lastfall och hur väl stolen kommer att hålla har inte räknats på utan vi har istället fokuserat på att bibehålla så många mått som möjligt från liknande produkter och försökt att inte gå ifrån originalstrukturen av stolen för mycket. Genom att bevara så mycket av originalstrukturen som möjligt antar vi att stolens bärkapacitet liknar originalet. Samma gäller materialvalet och stolens totalvikt. Eftersom det bara har lagts till ett fåtal mindre komponenter så skall vikten inte ha påverkats allt för mycket. Därför hade nästa steg varit att göra en beräkning på olika lastfall för att säkerhetsställa att trappstolen klarar av de krafter som den kommer att utsättas för. Skulle man sedan upptäcka svårigheter med antingen designen eller geometrin hade man varit tvungen att gå tillbaka i processen för att göra ändringar.

För att säkerställa stabiliteten vid transport hade man behövt ha en förspänd fjäderkraft där stagen från stolens rygg möter larvbanden. Detta medför en tryggare transport samtidigt som det möjliggör att larvbanden kan röra sig individuellt och anpassa sig efter spiraltrappans geometri. Vid överläggning med professorer inom maskinelement fick vi det klargjort att detta kunde uppnås med exempelvis tallriksfjäder eller fjäderbricka. Men detta hade behövts testas i form av fysiska tester med lämpliga beräkningar.

Referenser

AAT Alber Antriebstechnik GmbH (Director). (2017, maj 5). CR23—Der Treppensteiger für den Krankentransport. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=5FyRE9TkeBQ>

AISAB. (u.å.). Akutambulans. Hämtad 16 februari 2024, från <https://www.aisab.nu/sv-SE/ambulanssjukvard/vara-ambulanser-och-fordon/akutambulans/>

Ferno Norden. (u.å.). Akutmadrass UNI Standard. Hämtad 23 februari 2024, från <https://www.fernonorden.se/se/produkter/patienthantering/akutmadrasser/akutmadrass-uni-standard>

Ferno Norden. (u.å.). Allfa Legend 20G komplett. Hämtad 24 februari 2024, från <https://www.fernonorden.se/se/produkter/patienthantering/ambulansbaaerar/allfa-legend-20g-komplett>

Trappverket. (u.å.). Arbetsmiljöverkets föreskrifter. Hämtad 8 maj 2024, från <https://trappverket.se/fakta/arbetsmiljoverkets-foreskrifter/>

Berlin, C., & Adams, C. (2017). Production ergonomics: Designing work systems to support optimal human performance. Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bbe>

Ferno Norden. (u.å.). Bärstolar/trappstolar. Hämtad 16 februari 2024, från <https://www.fernonorden.se/se/produkter/patienthantering/barstolar-trappstolar>

Davidsson, A. (2024, januari 30). Arbeta på ambulansen. Hämtad från <https://www.akademiska.se/for-vardgivare/verksamhetsomraden/ambulanssjukvard/arbeta-pa-ambulansen/>

Fordonsamordnare Ambulansen RJH (Director). (2022, september 6). Pensibår i trapp med trappcylinder. Visar hur cylinder appliceras. Träning/utbildning RJH. [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=CC_gWOW1r-g

Spilerdug. (u.å.). Generellt om Spilerdug. Hämtad 20 februari 2024, från <https://spilerdug.se/framsida/produkter/spilerdug/generellt-om-spilerdug/>

Hanson, L., Sperling, L., Gard, G., Ipsen, S., & Vergara, C. O. (2009). Swedish anthropometrics for product and workplace design. *Applied Ergonomics*, 40, 797-806.

Johanesson, H., Persson, J., & Pettersson, D. (2004). Produktutveckling: Effektiva metoder för konstruktion och design (Första uppl.). Liber.

Johnsson, C., & Carlsson, R. (2015). Handbok i förflyttningsteknik. Hämtad från <https://www.fysioterapeuterna.se/globalassets/ sektioner/neurologi/dokument/aktuellt/forflyttningsteknikhaftet.pdf>

Kight, K., & Andersson, B. (2023). Ambulanssjukvårdens utveckling. Hämtad från https://skr.se/download/18.1747c74718bab6d36f83f5cc/1699870311644/SKR_A4_Ambulanssjukvardens-utveckling_webbpdf.pdf

Larsson, G., Axelsson, C., Hagiwara, M. A., Herlitz, J., & Magnusson, C. (2023). Characteristics of a trauma population in an ambulance organisation in Sweden: Results from an observational study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 31(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13049-023-01090-0>

Linn, B. (u.å.). Trappa—Uppslagsverk—NE.se. Hämtad 8 maj 2024, från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/trappa>

Mago. (u.å.). Multifunktionsbår Carbon. Hämtad 24 februari 2024, från <https://mago.se/product/carbon/>

Nationalencyklopedin (u.å.) *larvband*. Hämtad 26 februari 2024, från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/larvband>

NE. (u.å.). Biomimetik. Nationalencyklopedin. Hämtad 19 mars 2024, från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/enkel/biomimetik>

Olsson, O. (2023, april 25). Så styrs sjukvården i Sverige [Text]. Hämtad från <https://skr.se/skr/halsasjukvard/vardochbehandling/ansvarsfordelningsjukvard.64151.html>

Velcro Companies. (u.å.). Our Story—Velcro Companies History. USA. Hämtad 24 mars 2024, från <https://www.velcro.com/original-thinking/our-story/>

Häfla Bruks AB. (u.å.). Projektering för spiraltrappor – Häfla Bruks AB. Hämtad från <https://www.hafla.se/produkt/trappor/spiraltrappor/projektering/>

Samuelsson, C. (2018, oktober 9). Varannan svensk har övervikt eller fetma. Statistikmyndigheten SCB. Hämtad från <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2018/varannan-svensk-har-overvikt-eller-fetma/>

Ferno Norden. (u.å.). Scoopbår Ferno ScoopEXL Gul. Hämtad 24 februari 2024, från <https://www.fernonorden.se/se/produkter/roerelsebegransning/scoopbaar-spineboard/scoopbaar-ferno-scoopexl-gul>

Spool, J. M. (2004, maj 11). The KJ-Technique: A Group Process for Establishing Priorities. UX Articles by Center Centre. Hämtad från https://articles.centercentre.com/kj_technique/

Socialstyrelsen. (2018). Socialstyrelsens termbank. Hämtad från <https://termbank.socialstyrelsen.se/?TermlId=170&SrcLang=sv&TrgLeng=null>

Svenska institutet för standarder, SIS. (u.å.). Standard - Bårutrustning i vägambulanser - Del 4: Ihopfällbar transportstol SS-EN 1865-4:2012. Hämtad 16 februari 2024, från <https://www.sis.se/produkter/halso-och-sjukvard/forsta-hjalpenutrustning/ssen186542012/>

Svenska institutet för standarder, SIS. (2024, januari 24). Standard—Sjukvårdsfordon och utrustning—Vägambulanser SS-EN 1789:2020+A1:2024. Hämtad från <https://www.sis.se/produkter/halso-och-sjukvard/forsta-hjalpenutrustning/ss-en-17892020a12024/>

Socialstyrelsen. (2023, juni 19). Statistik om skador och förgiftningar. Hämtad från <https://www.socialstyrelsen.se/statistik-och-data/statistik/alla-statistikammen/skador-och-forgiftningar/>

Ferno Norden. (u.å.). Vakuummadrasser. Hämtad 23 februari 2024, från <https://www.fernonorden.se/se/produkter/roerelsebegransning/vakuummadrasser?ScrollPos=0>

Wåhlin, C., Stigmar, K., & Nilsing Strid, E. (2019). Kunskapssammanställning 2019:6 Säkrare personförflyttningar. Arbetsmiljöverket. Hämtad från <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/kunskapssammanstallningar/sakrare-personforflyttningar-rap-2019-6.pdf>

Österlin, K. (2016). Design i fokus (4 uppl.). Liber.

Bilagor

Bilaga A Intervju frågor

Utrustning

Vilken **utrustning** använder ni för att transportera patienter från olycksplatsen till ambulansen? (Gärna med märken och fabrikat)

Vad är det som är **tid- eller energikrävande** med den nuvarande utrustningen?

Vilken funktion med dagens utrustning **uppskattar** du mest?

Anpassas förflyttningen något beroende på **väderförhållanden eller terrängförhållanden**? (kullersten, smala utrymmen, snö, trapphus)

Har du varit med om något **scenario** där det **inte** har gått att **använda trappklättrare**? I vilket scenario var det och hur hanterades det?

Hur ofta brukar ni använda trappklättrare vid utryckningar? (procentuellt ungefär)

Personal

Finns det särskild **utbildning eller träning** för ambulanspersonalen avseende patientförflyttning? (*Här kommer de gärna in på ergonomiutbildningar*)

Hur **samarbetar** ambulanssjuusköterskan **med övriga medlemmar i teamet** vid patientförflyttning? Hur många människor behövs vid förflyttningen?

Vilken är den största **ergonomiska belastningen** vid förflyttning av patienten?

Patienten

Hur säkerställs patientens **trygghet och komfort** under förflyttningen?

Hur **anpassas** förflyttningen beroende på patientens **skadestatus eller nödsituation**?

Finns det specifika protokoll eller **riktlinjer** för hur patienter förflyttas **i olika scenarier**?

Finns det några särskilda överväganden för förflyttning av **barn eller äldrepatienter**?

Finns det något beteende som patienten gör som försvårar förflyttningen?

Bilaga B Prototyp



INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI OCH
MATERIALVETENSKAP

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2024

www.chalmers.se



CHALMERS