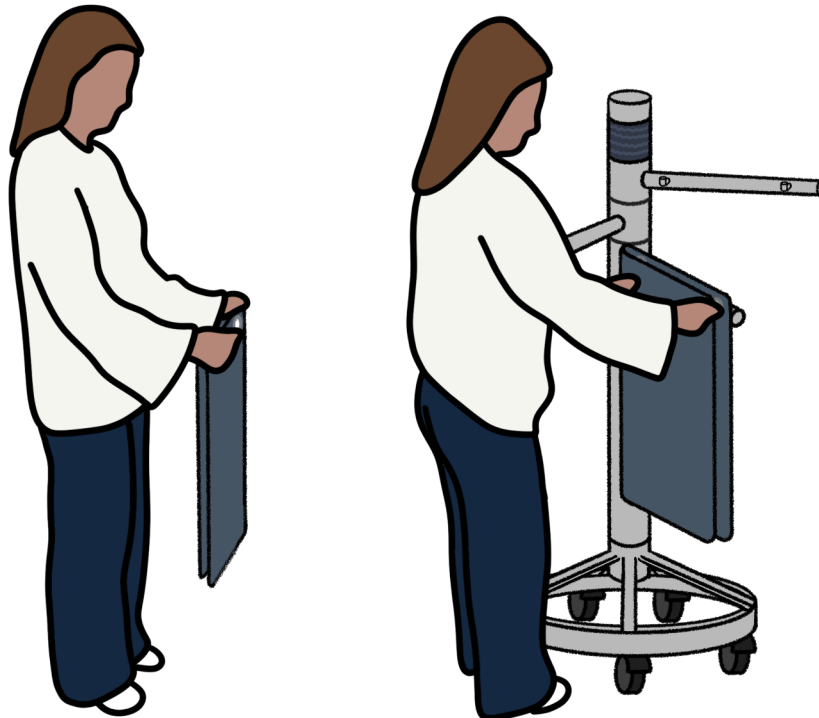




CHALMERS



# Förvaringsanordning för strålskyddsprodukt mellan operationer

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Design och Produktutveckling*

MAJA OLSSON

JOSEFIN LILJA

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2025

[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)

EXAMENSARBETE 2025

**Förvaringsanordning för strålskyddsprodukt mellan operationer**

MAJA OLSSON

JOSEFIN LILJA



**CHALMERS**

Institutionen för Industri- och materialvetenskap

Avdelningen för Design & Human factors

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2025

Förvaringsanordning för strålskyddsprodukt mellan operationer

© MAJA OLSSON, 2025

© JOSEFIN LILJA, 2025

Handledare: SANNA DAHLMAN, INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH  
MATERIALVETENSKAP

Handledare: SHADI STÅHL, TEXRAY

Examinator: SANNA DAHLMAN, INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH  
MATERIALVETENSKAP

Chalmers Tekniska Högskola SE - 412 96 Göteborg

Telefon: +46 (0)31-772 1000

Framsida: Framsidans bild är en illustration av det framtagna konceptet, 2025.

Chalmers digitaltryck

Göteborg, Sverige 2025

# Förord

Denna rapport är ett resultat av examensarbetet “Förvaringsanordning för strålskyddsprodukt mellan operationer” och har utförts av studenterna Maja Olsson och Josefin Lilja inom högskoleingenjörsprogrammet Design och Produktutveckling, 180 högskolepoäng, vid Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och har genomförts under vårterminen 2025.

Vi vill rikta ett stort tack till företaget Texray som har gett oss detta uppdrag och speciellt tacka vår handledare på Texray, Shadi Ståhl, för värdefull vägledning och stöd under arbetets gång.

Vi vill även tacka vår handledare från Chalmers, Sanna Dahlman, som har varit till stor hjälp från början till slut och väglett oss genom hela processen.

Tack också till Kjell Melkersson från Chalmers för att ha hjälpt oss med dimensioneringen av vårt koncept.

Slutligen vill vi också rikta ett tack till både Hallands sjukhus Varberg samt Sahlgrenska Universitetssjukhuset för att de har välkomnat oss på studiebesök och gett oss möjligheten att utföra viktiga observationer och intervjuer som kunde leda oss vidare i arbetet.

Göteborg, 8 juni 2025



Maja Olsson



Josefin Lilja

# Sammanfattning

MasterPeace är en strålskyddsprodukt som används under minimalinvasiva operationer för att minska personalens exponering för joniserande strålning. I dagsläget saknas ett förvaringssystem till denna produkt vilket detta examensarbete syftar till att undersöka.

Arbetet har utförts i samarbete med Texray AB och utgick från studiebesök med observationer och intervjuer med sjukvårdspersonal på Sahlgrenska Universitetssjukhuset samt Hallands sjukhus Varberg. Fortsatt genomfördes en idé- och konceptgenerering för att skapa en lösning som förbättrar arbetsmiljön och arbetsflödet för personal genom att förenkla hantering och förvaring av MasterPeace. Med hjälp av utvärderingsmetoder kunde sedan ett koncept väljas för att återkoppla med användare samt optimeras för bästa resultat. För att säkerställa stabilitet genomfördes även stabilitetsberäkningar på det slutgiltiga konceptet.

Resultatet blev en ställning på hjul som förvarar MasterPeace med möjlighet till förflyttning för platsoptimering i operationssalen. MasterPeace förvaras med hjälp av öljetter placerade i hörnen av produkten vilket förenklar upphängning och bidrar till bättre möjlighet för torkning av produkten. Slutkonceptet bidrar därmed till en mer ergonomisk, tidseffektiv och förenklad hantering av MasterPeace.

# Abstract

MasterPeace is a radiation protection product used during minimally invasive surgeries to reduce healthcare staff's exposure to ionizing radiation. Currently, there is no dedicated storage system for this product, which this thesis aims to investigate.

The project was carried out in collaboration with Texray AB and was based on study visits, including observations and interviews with healthcare professionals at Sahlgrenska Universitetssjukhuset and Hallands Sjukhus Varberg. Following this, idea and concept generation was conducted to develop a solution that improves the working environment and workflow by simplifying the handling and storage of MasterPeace. Evaluation methods were then used to select a concept, which was further refined and optimized in dialogue with users. To ensure stability, calculations were also performed on the final concept.

The result is a mobile stand that stores MasterPeace with the flexibility to be repositioned for space optimization in the operating room. MasterPeace is hung using eyelets located in the corners of the product, which simplifies handling and improves drying capability. The final concept thus contributes to a more ergonomic, time-efficient and simplified use of MasterPeace.

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning.....</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	2
1.3 Mål.....	2
1.4 Avgränsningar.....	2
1.5 Precisering av frågeställningen.....	3
<b>2. Teoretisk referensram.....</b>	<b>5</b>
2.1 Strålning och dess risker.....	5
2.2 Strålskydd.....	5
2.2.1 Strålskyddskläder.....	6
2.2.2 Övriga strålskydd.....	7
2.3 Operationssalen.....	8
2.4 Operation under genomlysning med C-båge.....	9
<b>3. Metod.....</b>	<b>11</b>
3.1 Fas 1: Informationsinsamling.....	11
3.2 Fas 2: Kartläggning av användarbehov.....	11
3.3 Fas 3: Idé- och konceptgenerering.....	13
3.4 Fas 4: Konceptutvärdering och konceptval.....	14
3.5 Fas 5: Förfining av valt koncept.....	14
<b>4. Genomförande och resultat.....</b>	<b>15</b>
4.1 Informationsinsamling.....	15
4.1.1 Företagsanalys.....	15
4.1.2 Produktanalys av MasterPeace.....	18
4.1.3 Marknadsanalys.....	21
4.2 Kartläggning av användarbehov.....	24
4.2.1 Observation av användarmiljö.....	24
4.2.2 Intervjuer.....	24
4.2.3 KJ analys - resultat av insamlad data.....	25
4.2.4 REBA nuvarande situation.....	26
4.2.5 Arbetsflöde av MasterPeace.....	26
4.3 Resultat av informationsinsamling och användarbehov.....	28
4.3.1 Funktionsanalys.....	28
4.3.2 Kravspecifikation.....	30
4.3.3 Persona och nuvarande användarscenario.....	31
4.3.4 Moodboard.....	32
4.4 Idé- och konceptgenerering.....	33
4.4.1 Brainstorming och sällning av lösningar.....	33
4.4.2 Tre koncept att vidareutveckla.....	36
4.5 Konceptutvärdering och konceptval.....	39

4.5.1 Prototypframtagning och användartester.....	39
4.5.2 Ergonomisk utvärdering genom REBA.....	40
4.5.3 Återkoppling med personal på Sahlgrenska.....	40
4.5.4 Implementering av upptäckter under konceptutvärdering.....	41
4.5.5 Pugh matris.....	43
4.5.6 Konceptval.....	44
4.6 Förfining av valt koncept.....	45
4.6.1 Dimensionering av koncept.....	47
<b>5. Slutkoncept.....</b>	<b>49</b>
5.1 3D-modell.....	52
5.2 Måtsättning.....	53
5.3 Tänkt användarscenario för framtaget koncept.....	53
5.4 Förändrat arbetsflöde.....	54
5.5 Verifiering av slutkoncept.....	55
<b>6. Diskussion.....</b>	<b>57</b>
6.1 Metoddiskussion och begränsningar.....	57
6.2 Etik.....	59
6.3 Hållbarhetsanalys.....	60
6.4 Vidareutveckling.....	61
<b>7. Slutsats.....</b>	<b>63</b>
<b>Referenser.....</b>	<b>65</b>
<b>Bilagor.....</b>	<b>69</b>
Bilaga A. Intervjufrågor.....	69
Bilaga B. KJ analys.....	74
Bilaga C. REBA analys - nuvarande situation.....	75
Bilaga D. Kravspecifikation.....	76
Bilaga E. REBA analys - Koncept Fot.....	77
Bilaga F. REBA analys - Koncept Skena.....	78
Bilaga G. REBA analys - Koncept Vagg.....	79
Bilaga H. Intervjusvar återkoppling Sahlgrenska.....	80
Bilaga I. REBA analys - Koncept Fot 2.....	81
Bilaga J. Stabilitetsberäkningar.....	82

# 1. Inledning

MasterPeace, även förkortad MaP, är en strålskyddstextil framtagen av Texray AB som används för att minska sjukvårdspersonals exponering för joniserande strålning. Produkten består av delar som läggs ovanpå patienten samt placeras runt om operationsbordet och är ämnad för användning i operationssalar under genomlysningsoperationer, då operationspersonal behöver ha kontinuerlig överblick av var i patienten de befinner sig. Specifikt används MaP under PCI operationer, en operation då man går in med en kateter genom lumsken eller handleden för att åtgärda förträngda blodkärl (Andersson, 2022). Texray önskar ta fram ett koncept för förvaring av MaP och söker lösningar på hur ett sådant koncept kan se ut.

## 1.1 Bakgrund

Idag används interventionell radiologi vid ett flertal minimalinvasiva behandlingar (Läkartidningen, 2017). Vid dessa genomlysningsoperationer används röntgenmaskiner, så kallade C-bågar, för att kontinuerligt ge operationspersonal en tydlig bild av var i patienten de opererar. Röntgenmaskinerna projiceras på patienten och patienten utgör därför strålningskällan (Västra Götalandsregionen, 2021). Vid dessa operationer behöver strålskydd användas för att minska risken för olika hälsorisker hos läkarna. Till skillnad från patienterna, som med stor sannolikhet endast utsätts enstaka gånger för strålningen, så utsätts sjukvårdspersonalen som arbetar med detta dagligen.

För att operationspersonal ska erhålla så lite strålning som möjligt används därför personligt buret skydd i form av tunga strålskyddskläder, strålskyddskrage, blyglasögon samt bordskydd och takhängda skydd som används vid möjlighet (Västra Götalandsregionen, 2025). Dessa personligt burna strålskydd upplevs av en stor andel sjukvårdspersonal som otympliga, varma och obekväma (Texray, u.å.a). Texray AB, ett medicintekniskt företag från Göteborg grundat 2012, har tagit fram en strålskyddstextil som är vikbar och lättare än tidigare strålskydd som används inom sjukvården (Texray, u.å.a). Denna filamentvävda textil gjord av bland annat blyfri komposit och termoplastisk polymer har gjort det möjligt att skapa bekväma och ergonomiska strålskydd (Texray, u.å.a).

Med hjälp av denna teknik har Texray AB kommit fram med en ny produkt för att minska övergripande strålning hos operationspersonal genom att adressera strålskydd hos själva källan, det vill säga patienten. Produkten, MaP, placeras runt operationsbordet samt ovanpå patienten och minskar därmed strålningen direkt vid källan. Produkten planeras att lanseras under 2025 men har vid observationer upptäckts ha brister vid förvaring mellan operationer. Texray önskar därför att ta fram ett koncept för förvaringsmöjlighet av deras MaP samt undersöka hur denna produkt kan förenkla rengöringen och bidra till enkel montering av produkten.

## 1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att undersöka hur ett koncept för praktisk och hygienisk förvaring av Texrays strålskyddsprodukt MasterPeace kan se ut. Genom att analysera sjukvårdspersonalens behov är fokus på att förbättra hantering, tillgänglighet och rengöring av produkten mellan operationer. Följande behov kommer undersökas; effektiv hantering, platsoptimering, hygien och rengöring samt ergonomi.

## 1.3 Mål

Examensarbetet har som mål att resultera i ett fungerande förvaringskoncept till Texray AB, avsett för användning på kliniker där deras nylanserade produkt MaP används.

Förvaringskonceptet ska förvara MaP mellan operationer och när den inte används.

Konceptet kommer att förvara de fyra delar av MaP som placeras ovanpå patienten och kommer bestå av enklare skisser inklusive dimensionering, materialval samt 3D modell.

## 1.4 Avgränsningar

Projektet kommer inte behandla MaP i avseende på att förändra dess användning. Kliniska tester av framtaget koncept kommer inte att genomföras då dessa ses ligga utanför tidsramen för examensarbetet.

## 1.5 Precisering av frågeställningen

Hur kan en förvaringsanordning se ut för nuvarande strålskydd mellan operationer?

- Hur påverkar nuvarande lösningar för förvaring och hantering av strålskyddsutrustning arbetsmiljön och det dagliga arbetsflödet för personal i operationssalar?
- Hur hanteras strålskyddsutrustning, inklusive MasterPeace, i samband med förvaring, transport och användning i operationsmiljöer, och vilka förbättringsbehov upplevs av personalen?
- Vilka krav ställs på ett förvaringssystem för strålskyddsutrustning för att det ska kunna integreras i olika typer av operationsmiljöer och sjukhuslogistik?
- Hur kan ett nytt förvaringssystem för strålskyddsutrustning utformas för att underlätta både hantering och rengöring, med hänsyn till ergonomiska faktorer och tidseffektivitet?



## 2. Teoretisk referensram

För att skapa förståelse kring strålskydd samt dess användningsmiljö bistår detta kapitel med en teoretisk grund för att förstå området.

### 2.1 Strålning och dess risker

Strålning kan definieras som energi som sprids genom vågor eller partiklar. I sjukvården är det framför allt joniserande strålning som används, exempelvis röntgen- eller gammastrålning, vilket innebär strålning med tillräckligt hög energi för att kunna påverka materia på atomnivå. Denna typ av strålning används frekvent i medicinska sammanhang för såväl diagnostiska som terapeutiska syften, men den medför samtidigt vissa risker, särskilt för vårdpersonal som exponeras regelbundet (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2025).

Joniserande strålning kan leda till både akuta och långsiktiga hälsoproblem. Vid höga doser kan akuta effekter som hudskador, illamående och skador på benmärgen uppstå. Även vid låga doser finns det risker över tid, där cancer och ärftliga skador kan utvecklas (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2019). Eftersom dessa effekter ofta är kumulativa, är det viktigt att begränsa exponeringen så mycket som möjligt. Den svenska Strålsäkerhetsmyndigheten rekommenderar därför att alla stråldoser hålls så låga som rimligt möjligt, vilket benämns med principen ALARA (As Low As Reasonably Achievable) (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2024).

### 2.2 Strålskydd

Dagens strålskydd för att avskärma patienter och personal är idag varierande beroende på region och sjukhus. De vanligaste strålskydd som används inom operation för sjukvårdspersonal är strålskyddskrage (tyreoideaskydd), blyglasögon, strålskyddsförkläde samt bordsskydd, takhängda skydd och strålskärmar som används vid möjlighet (Västra Götalandsregionen, 2025).

## 2.2.1 Strålskyddskläder

Strålskyddskläder kan förekomma i olika varianter och former, se figur 1. En del består av två delar likt en väst samt en kjol som spänns åt med remmar och kardborrband. Andra består endast av en del som liknar ett förkläde. Scanflex är ett exempel på företag som tillverkar dessa och de erbjuder tre olika typer av material där ett av dem är blyfritt vilket de rekommenderar ur miljösynpunkt (Scanflex, u.å.a).

Vad som används varierar från person till person och kan anpassas beroende på tillfälle och preferens. Plaggen väger cirka 3-6 kg och bärs under hela operationen (Mirsch, 2023).



*Figur 1. Strålskyddskläder. (Scanflex Medical, u.å.b). Återgiven med tillstånd.*

För att komplettera skyddet från strålskyddskläder används en strålskyddskrage för att skydda känsliga områden kring hals och bröstorg. Skydden liknar en haklapp och fästs i nacken med magnet, se figur 2.

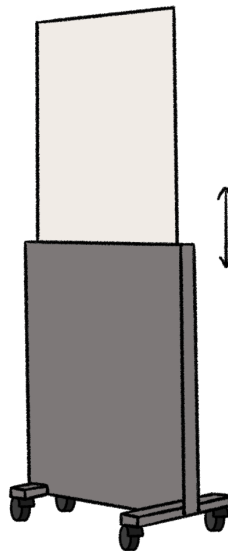


*Figur 2. Strålskyddskrage (Scanflex Medical, u.å.c). Återgiven med tillstånd.*

### 2.2.2 Övriga strålskydd

En vanlig konsekvens av upprepad exponering av strålning är skador på ögonen. För att förebygga detta kan blyglasögon användas. Dessa kan ha olika utformning och anpassas så att de kan användas med vanliga glasögon under eller slipas i önskad styrka. Utformningen på blyglasögonen liknar ett par vanliga glasögon i utformningen men har en lins som innehåller bly för att avskärma från strålning. Ett företag som tillverkar dessa typer av glasögon är Mavig (Mavig, u.å).

Övriga strålskydd som kan användas under operation är bordsskydd, takhängda skydd och strålskärmar. Exempelvis finns flyttbara strålskyddsskärmar med glasskivor innehållande bly som kan dras upp och ner, på så sätt kan strålskyddet anpassas för specifika operationer och användarsituationer, se figur 3.



*Figur 3. Principskiss av flyttbar strålskyddsskärm.*

## 2.3 Operationssalen

En operationssal i Sverige klassificeras enligt hygienklass 3, vilket innebär särskilda krav på renlighet. De tillhör också risknivå 3, vilket innebär en hög risk för smittöverföring till mottagliga individer (von Vogelsang & Erichsen Andersson, 2022). Operationssalar kan variera i storlek och vara utformade på olika vis för att passa olika former av ingrepp, se figur 4 för referensbild. Följande utrustning är vanligt förekommande; höj- och sänkbart operationsbord, lampor som möjliggör stark belysning, monitorer som mäter bland annat puls och blodtryck, ventilator, sterila instrument, diatermimaskin för att kontrollera blödning samt annan utrustning som kan behövas för den typen av ingrepp som ska utföras (Johns Hopkins Medicine, u.å.).

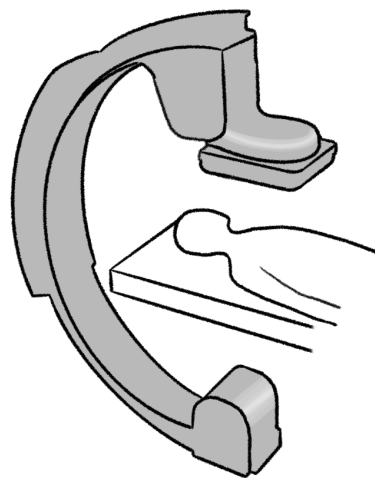
Operationssalens väggar och golv ska vara utformade för att tåla både mekanisk rengöring, smittrening och punktdesinfektion. Det ställs även krav på den fasta inredningen som ska ha släta ytor som även den ska tåla mekanisk rengöring, avtorkning och desinfektionsmedel, samt öppna ytor som hyllor, bord och bänkar bör undvikas (von Vogelsang & Erichsen Andersson, 2022).



*Figur 4. Operationssal utan operationsbord.*

## 2.4 Operation under genomlysning med C-båge

Vid minimalinvasiva operationer används en C-båge för att läkare ska få en tydligare bild av var i kroppen de opererar. En C-båge är en medicinsk bildgivningsenhet som består av en c-formad arm med röntgenkälla i ena änden och en detektor i andra, se figur 5. Formen möjliggör flexibilitet i positioneringen kring patienten så att läkaren kan följa i realtid var de opererar (Hutchison, 2023). Det finns flera olika ingrepp där den här typen av utrustning används, två exempel förklaras här nedan.



*Figur 5. Principskiss av C-båge.*

PCI, Percutan Coronar Intervention, är ett samlingsnamn för ingrepp där en kateter används för att öppna upp förträngningar i blodkärl. Dessa typer av ingrepp klassas som minimalinvasiva då man vanligtvis går in med en kateter via pulsådern i handleden eller ljumsken. Via slangen förs sedan en tunn kateter in för att träs igenom det trånga stället i kranskärlat där det placeras ett så kallat stent, en tub, som säkerställer att kärlet inte kan förträngas igen (Andersson, 2022).

ERCP, Endoscopic, Retrograde Cholangio-pancreaticography, är en form av röntgenundersökning som görs med ett endoskop där läkaren kan undersöka gallvägarna och bukspottkörteln. Endoskop är en böjlig slang som förs ner genom munnen och ner till tarmen, denna har en kameralins längst fram som möjliggör att läkaren kan se organen. Genom endoskopet kan de även spruta in kontrastmedel i gallgångarna samt gångarna i bukspottkörteln vilket gör att dessa syns tydligare på röntgenbilder. Slutligen kan läkaren också behandla och ta prover genom endoskopet (1177, 2022).



## 3. Metod

Arbetet följde en strukturerad design- och produktutvecklingsmetodik indelad i fem faser, där varje fas innehöll ett antal olika metoder som tillsammans gav olika output för att slutligen få fram ett slutkoncept som mötte ställda krav och behov.

### 3.1 Fas 1: Informationsinsamling

#### Förståelse för området

Första fasen av projektet fokuserade på att samla in information för att skapa en grundläggande förståelse för strålskydd och dess användning i operationssalar. Genom en litteraturstudie sammanställdes både en produkt- samt marknadsanalys. Syftet med marknadsanalysen är att undersöka vilka lösningar som finns på marknaden idag och hur de används i sin miljö. Det innebär att kartlägga befintliga produkter och dess egenskaper samt konkurrerande teknologier (Österlin, 2010). Produktanalysen syftar på att kartlägga MaP, inklusive design, material, funktionalitet och hantering. Genom att förstå dessa aspekter kan eventuella förbättringsområden identifieras.

För att kartlägga Texray som företag genomfördes också en företagsanalys där Texrays formspråk, nuvarande produkter samt arbetsmiljön för produkterna undersöktes. Detta gjordes för att få en helhetsbild av Texray som företag med fokus på vad de vill förmedla med sina produkter.

### 3.2 Fas 2: Kartläggning av användarbehov

#### Hantering av strålskydd

I fas 2, kartläggning av användarbehov, genomfördes metoder för att få djupare förståelse för MaP funktion samt brister vid nuvarande hantering. Genom studiebesök utfördes observationer och intervjuer med berörda parter, såsom vårdpersonal som hanterar produkten på olika sätt, både läkare, sjuksköterskor och städpersonal. Detta gjordes för att kunna identifiera vilka behov och utmaningar som sjukvårdspersonal möter i praktiken gällande hantering av MaP, men även outtalade behov som kunde identifieras vid observation. Data insamlad av Texray togs även i beaktning, bestående av observationer och intervjuer från deras besök på Sahlgrenska där MaP har testat, vilket ökade förståelsen för området och gav ytterligare perspektiv.

Ett schematiskt arbetsflöde ritades upp över hanteringen av MaP, både före, under och efter användning, inklusive förvaring, rengöring och underhåll. För att komplettera observerad information genomfördes egna test för att skapa större förståelse för arbetsmiljön och de ergonomiska utmaningarna. Egna tester bestod av att bära olika strålskydd för att få förståelse för upplevelsen och hanteringen av dessa. Ovan metoder sammanställdes med hjälp av en KJ-analys för att skapa en överskådlig blick av insamlad data. KJ-analys är en metod som används för att strukturera insamlad data och göra informationen tydlig (Kaulio, 1999).

Det genomfördes även en ergonomisk utvärdering för att i ett senare stadie kunna jämföra arbetssituationen med utvecklat koncept. Detta gjordes genom REBA, Rapid Entire Body Assessment, en metod som används för att snabbt utvärdera en rörelse utifrån ett ergonomiskt perspektiv. Metoden undersöker kroppshållning under olika arbetsuppgifter med fokus på hela kroppen. Olika kroppsställningar får olika poäng och på så sätt resulterar det i ett helhets poäng av arbetsbelastningen med betyg mellan 1-15 där 1 är bäst resultat och 15 är sämst (Berlin & Adams, 2017).

Övrig output från den här fasen var persona och användarscenario. Persona och användarscenario används för att göra abstrakta krav mer konkreta genom att skapa en känsla som är mer levande. Persona är en fiktiv person som ska spegla en del av målgruppen och här kan man utgå ifrån information och andra iakttagelser från exempelvis intervjuer för att ge en nyanserad bild av personen. Ett användarscenario är en kortare berättelse eller beskrivning som visar hur en typisk användare interagerar med den tänkta produkten. Detta scenario fokuserar på att bygga upp miljön kring hur personas upplever produkten och ger en visuell bild till läsarna (Österlin, 2010).

I den här fasen skapades även en moodboard, vilket är ett collage med bilder som ska representera känslan och miljön som designen ska passa i (Österlin, 2010). Den skapades för att visuellt uttrycka en idé, känsla eller stil och skapa en gemensam förståelse för projektet. Den hjälper till att samla inspiration och styra den kreativa riktningen.

Baserat på ovanstående metoder mynnade denna fas ut i en sammanställning av en funktionsanalys samt påbörjad kravspecifikation, i dialog med Texray, för att få en utgångspunkt inför kommande fas. Funktionsanalysen grundar sig i att man vill utforma en produkts huvudtanke och hur detta kan lösas utan att begränsa för mycket vilket skapar en hög lösningsmängd (Österlin, 2010). Detta görs för att tydligt förstå vad produkten ska göra och hjälper till att identifiera och strukturera alla viktiga funktioner utifrån användarens behov. En kravspecifikation är ett dokument som beskriver vad en produkt eller lösning ska klara av, vilka krav den måste uppfylla. Kraven struktureras och prioriteras för att få en tydlig överblick. Kravspecifikationen är viktig då den används både som mål för designarbetet och som facit vid utvärdering (Österlin, 2010).

### 3.3 Fas 3: Idé- och konceptgenerering

Under den här fasen var målet att med hjälp av den insamlade informationen och behoven från tidigare metoder komma fram till ett antal konceptförslag. Här användes olika brainstormingmetoder för att få fram så många olika lösningar som möjligt. Brainstorming är en idéskapande metod som går ut på att med positivitet och fördomsfrihet komma på så många idéer som möjligt (Österlin, 2010). Det genomfördes också en variant som heter Stop and go, som innebär att man kör i några minuter och sedan pausar, för att sedan upprepa proceduren ett antal gånger (Österlin, 2010). Detta gjordes för att undvika idétorka och att komma tillbaka med nya, fräscha ögon.

Efter brainstorming fanns en bred lösningsmängd som med hjälp av en morfologisk matris kunde sammanställas till konceptförslag. Matrisen är ett verktyg för att systematiskt utforska olika lösningsalternativ genom att kombinera dellösningar till en helhet (Österlin 2010). Metoden används för att generera nya idéer och jämföra olika koncept på ett strukturerat sätt.

### 3.4 Fas 4: Konzeptutvärdering och konceptval

När konceptförslag hade tagits fram så gick dessa vidare till utvärdering. För att visualisera koncepten skapades både mock-up och prototyp som tillsammans kunde möjliggöra tester av viktiga funktioner. Mock-up är en grov modell i full skala och en prototyp överensstämmer mer med hur den planerade produkten ska se ut gällande funktion och material (Österlin, 2010).

För att också säkerställa konceptens kvalitet utvärderades de genom användartester. Detta genomfördes för att få insikter om användarupplevelse, ergonomi och funktionalitet. Här användes återigen REBA. Det skedde sedan återkoppling med personal på Sahlgrenska genom ett besök för att diskutera konceptförslagen och få värdefulla synpunkter.

Med testerna, REBA och feedback från användare som underlag så jämfördes koncepten i en Pugh-matris. En Pugh-matris är ett verktyg som används för att jämföra olika koncept utifrån flera kriterier, identifierar styrkor och svagheter och hjälper till att fatta beslut.

### 3.5 Fas 5: Förfining av valt koncept

Efter val av koncept användes flera metoder för att vidareutveckla och säkerställa konceptets funktion, ergonomi och stabilitet. En ergonomisk analys med REBA genomfördes för att utvärdera användarens arbetsställning och optimera placering av olika komponenter. För att visualisera och förfina konstruktionen skapades en 3D-modell i Blender.

Vidare genomfördes beräkningar för att dimensionera konstruktionen och verifiera dess stabilitet under belastning. Det togs även hänsyn till användarfeedback för att säkerställa att samtliga funktioner fyllde ett behov. Här skapades även en mock-up för att säkerställa ett funktionellt koncept. Slutligen analyserades konceptet med hjälp av företagsanalysen för att säkerställa att produkten följde önskat formspråk.

## 4. Genomförande och resultat

I följande kapitel presenteras hur metoderna genomfördes samt resultatet av dessa.

### 4.1 Informationsinsamling

För att skapa en grund inför arbetets gång genomfördes en informationsinsamling med mål att få en bild över Texray som bolag samt deras produkter och arbetsmiljön de används i. Här analyserades även produkten MaP i avseende på design, material och funktionalitet. Slutligen genomfördes en marknadsanalys för att identifiera nuvarande produkter på marknaden.

#### 4.1.1 Företagsanalys

För att få en tydlig överblick över Texray samt användningen av deras produkter genomfördes en företagsanalys. Nedan analyseras företagets formspråk samt arbetsmiljön i vilka deras produkter används.

##### Formspråk

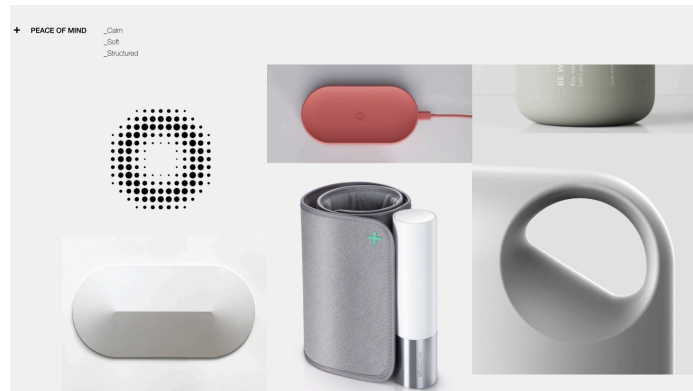
Texray har ett enkelt och stilrent formspråk, med fokus på att utveckla medicintekniska produkter som balanserar teknisk funktionalitet med ett tilltalande uttryck. Målet är att minska den traditionella kliniska estetiken. De vill jobba mot att gå ifrån det sterila i sjukhusmiljön och eftersträvar ett lugnt, mjukt och strukturerat uttryck hos deras produkter.

Färgskalan är också vald med omsorg med detaljer i ljusblått och gult, se i figur 6. Deras design bygger på tre huvudprinciper; peace of mind, high-end och innovation (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025).



*Figur 6. Texrays produkt MindPeace som placeras runt nacken. (Texray, u.å.b). Återgiven med tillstånd.*

Peace of mind syftar till att skapa runda och mjuka former med ett strukturerat linjespråk, se figur 7. Produkten ska upplevas mjuk och följsam utan hårda kanter eller abrupta slut. Med High-end önskar Texray att deras produkter känns robusta, stabila och precisa, se figur 8. Här kan vi se detaljer såsom medvetet placerade skruvar, kanter samt fogar mellan olika delar. Innovation syftar till en känsla av noggrant placerade detaljer som skapar en känsla av genomtänkt planering och struktur, se figur 9. Med god semantik önskar Texray skapa produkter som är innovativa och användbara.



Figur 7. Texrays värdeord: Peace of mind. (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025). Återgiven med tillstånd.



Figur 8. Texrays värdeord: High-end (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025). Återgiven med tillstånd.



Figur 9. Texrays värdeord: Innovation (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025). Återgiven med tillstånd.

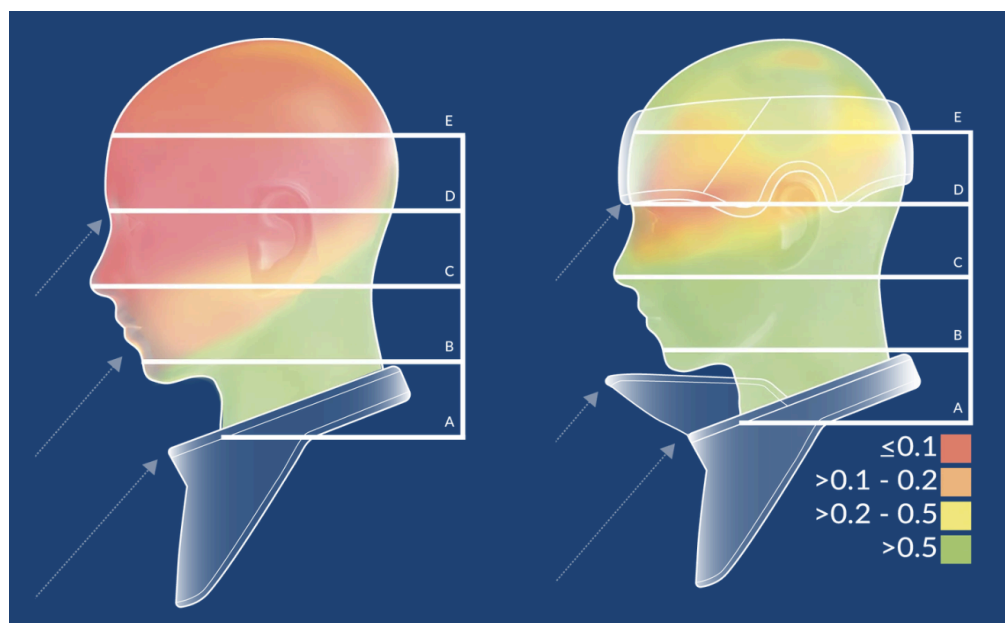
## Företagets nuvarande produkter

Texray har två tidigare produkter lanserade på marknaden för personburet strålskydd. Den första är en strålskyddskrage, MindPeace, som skyddar nacke, ansikte och hjärna från strålning, se figur 10. Denna strålskyddskrage är högre i kanten än övriga varianter på marknaden och bidrar därmed till mer utbrett skydd (Texray, u.å.b).



Figur 10 (vänster). Texrays strålskyddskrage, MindPeace. (Texray, u.å.b). Återgiven med tillstånd.  
Figur 11 (höger). Texrays strålskydd för huvudet, HeadPeace. (Texray, u.å.c). Återgiven med tillstånd.

Texrays andra produkt, HeadPeace, är en produkt som placeras kring huvudet och minskar strålningen mot övre delen av hjärnan, se figur 11. Detta huvudband, tillsammans med strålskyddskragen MindPeace bidrar till att minska erhållen strålning mer än den klassiska nuvarande strålskyddskragen, se figur 12. (Texray, u.å.c)



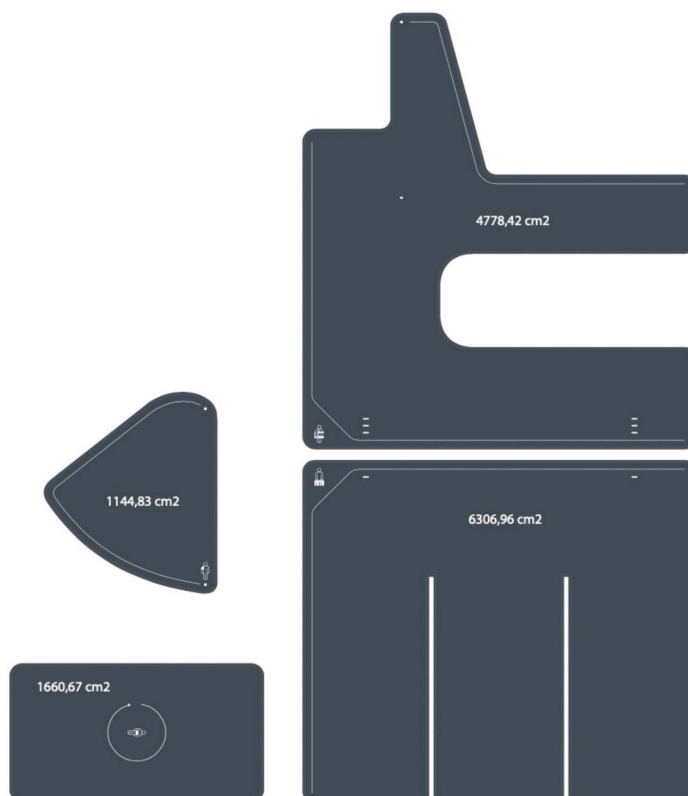
Figur 12. Strålskydd av klassisk strålskyddskrage i jämförelse med Texrays produkter MindPeace och HeadPeace. (Texray, u.å.d). Återgiven med tillstånd.

## Arbetsmiljö för företagets produkter

Texrays produkter används inom sjukvården, specifikt i operationssalen. Operationssalen är en steril miljö, klassad som hygienklass 3, vilket innebär speciella krav på hygien och renlighet (von Vogelsang & Erichsen Andersson, 2022). Denna hygienklassning innebär bland annat att all fast inredning i operationssalen ska vara släta och tåla frekvent rengöring. Detta innebär även att skåp bör monteras i taket för att undvika ansamling av damm samt att öppna ytor som bord och hyllor ska undvikas (von Vogelsang & Erichsen Andersson, 2022). Produkterna tillverkade av Texray används specifikt vid operation med C-båge, även kallat genomlysningsoperationer (se avsnitt 2.4 Operation under genomlysning med C-båge).

### 4.1.2 Produktanalys av MasterPeace

Texrays produkt MaP är en strålskyddstextil i fem stycken delar, likt platta pusselbitar. Fyra stycken delar läggs ovanpå patienten med syfte att minska strålningen som uppstår när röntgenmaskiner projiceras på patienten. Dessa har alla olika utformningar för att täcka olika delar av kroppen, se figur 13. Det strålskyddande materialet väger 8,4 kg/kvm och med olika areor får delarna också olika vikter.



Figur 13. Delarna av MaP som läggs på patienten (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025).

Återgiven med tillstånd.

Den sista delen av MaP är en större del som placeras runt om operationsbordet, se figur 14. Den här delen är betydligt större än de övriga och är också utformad på sådant sätt att den sitter kvar på operationsbordet mellan operationerna. Den har även inbyggda skenor i borstad aluminium för att möjliggöra förvaring av nödvändiga verktyg (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025).



Figur 14. Den del av MaP som placeras runt om operationsbordet i en operationssal.

MaP är specifikt framtagen för de minimalinvasiva ingrepp som kallas PCI (se avsnitt 2.4 Operation under genomlysning med C-båge), och har därmed utformats på ett sådant sätt att strålskyddsdelarna täcker så mycket som möjligt av kroppen men lämnar luckor där läkarna behöver åtkomst samt där C-bågen ska lysa, se figur 15.

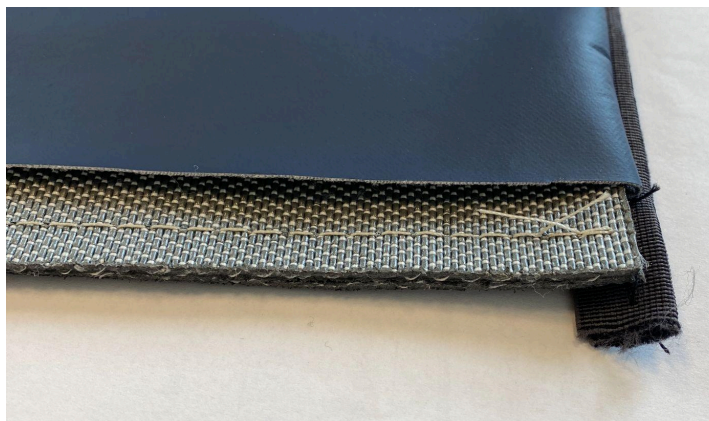


Figur 15. Användning av MaP i sin kontext (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025). Återgiven med tillstånd.

## Material

Samtliga delar av MaP är gjorda i samma material. Detta nya textilmaterial är designat, patenterat och tillverkat av Texray AB i Sverige, se figur 16. Det har utmärkta egenskaper vad gäller hållbarhet och andningsförmåga, samtidigt som det ger ett högt strålskydd (US10,364,513). Materialet består av en strålskyddande filamenttråd som vävs in i ett tyg och bildar en förstärkningsmatris som ger styrka i alla riktningar. Den vävda strukturen släpper igenom vattenånga men dämpar strålning inuti materialet. Filamenten kan fyllas med valfri metall som uppfyller kraven för strålskydd och vävs i specifika mönster för att uppnå önskad skyddsnivå (Gellerstedt and Apell, submitted to CVIR Endovascular, 2025).

Det som skiljer Texrays material mot andra strålskyddsmaterial är att det är en textil. I ett vikningstest genom Bally Leather Flexing Tester mot andra vanligt förekommande strålskydd så visade det sig att Texrays material var 30 gånger mer hållbart (Texray, u.å.a).



*Figur 16. Bild på materialet i genomskärning.*

### 4.1.3 Marknadsanalys

Efter genomförande av produktanalys genomfördes en marknadsanalys. Informationen samlades in genom internetbaserade sökningar samt genom egna observationer på sjukhus för att identifiera nuvarande lösningar som finns på marknaden och hur dessa används. Detta innefattar förvaring av strålskydd, förvaring av andra produkter inom sjukvården/operationssalar samt övriga typer av förvaringslösningar. Nedan kartläggs dessa befintliga produkter och dess egenskaper samt identifierar behov och utmaningar med nuvarande lösningar.

#### Flexi-Keep

Nuvarande lösningar som finns på marknaden behandlar främst förvaring för strålskyddskläder. En av dessa är utvecklade av Scanflex Medical, se figur 17 och 18. Flexi-Keep som den heter består av en förflyttningsbar ställning på hjul som går att få i olika utföranden beroende av behov. Fokus för denna produkt är att förvara strålskyddskläder samt kragar. Den består av en stång som bidrar till förvaring av strålskyddskragarna samt en stång som liknar utformningen av en galge. Ställningen som står på hjul kan transporteras för att frigöra utrymme i operationssal eller övrig plats för förvaring (Scanflex Medical u.å.d).



*Figur 17 samt figur 18. Förvaring för strålskyddskläder. (Scanflex Medical, u.å.d). Återgiven med tillstånd.*

## Vägghängd förvaring

Scanflex Medical har förutom förvaring på hjul även tagit fram vägghängd förvaring av personligt burna strålskydd, se figur 19 samt figur 20. Denna förvaring bygger på samma princip som Flexi-Keep och förvarar strålskyddskläder med hjälp av fjädrar som håller fast stängerna mot väggen (Scanflex medical, u.å.d).



*Figur 19 samt figur 20. Vägghängd förvaring av strålskyddskläder på Varberg sjukhus.*

## Vagn på hjul

I operationssalar används även förvaringsprodukter för andra typer av utrustning. En av dessa är en vagn på hjul, utvecklad av Mitru Healthcare, som används för medicinsk utrustning, se figur 21. Vagnarna kan transporteras i operationssalen och går att få i olika utformning utifrån önskemål genom de anpassningsbara hyllorna (Mitru Healthcare, u.å.a).



*Figur 21. Vagn för förvaring av medicinsk utrustning. (Mitru Healthcare, u.å.a). Inväntar svar om upphovsrätt.*

## Instrumentbord samt avlastningsvagnar

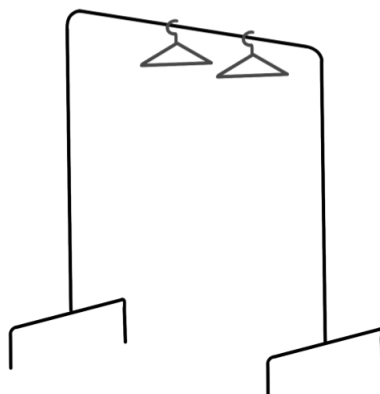
En annan produkt också utvecklad av Mitru Healthcare är deras instrumentbord samt avlastningsvagnar, se figur 22. Dessa produkter används både under och efter operation och är ergonomiskt designade för att förbättra hantering samt manövrering. Vid önskemål kan även dessa produkter anpassas efter kundens behov med hyllor, lådor och skålar (Mitru Healthcare, u.å.b).



*Figur 22. Instrumentbord och avlastningsvagn. (Mitru Healthcare, u.å.b). Inväntar svar om upphovsrätt.*

## Klädställningar

Övriga typer av förvaringsanordningar som kan utmärkas är enkla varianter av klädställningar, se figur 23. Dessa klädställningar, ofta på hjul, kan bidra med förvaring av olika klädesplagg. Beroende på användarens behov kan klädställningen personifieras och användas för att hänga galgar eller förvaringsfack för olika produkter som exempelvis skor.



*Figur 23. Principskiss för övrig förvaring.*

## 4.2 Kartläggning av användarbehov

Under denna fas genomfördes två studiebesök, varav ett på Hallands sjukhus Varberg samt ett på Sahlgrenska Universitetssjukhuset för att undersöka nuvarande strålskydd och för att få en bättre förståelse för operationsmiljön. Intervjuer och observationer sammanställdes i en KJ-analys som låg till grund för att sammanställa en funktionsanalys och kravspecifikation.

### 4.2.1 Observation av användarmiljö

Under besöket på Hallands sjukhus Varberg observerades två ERCP operationer där en slang fördes ner i patientens matstrupe för att avlägsna en shunt (ett rör som placerats för att försäkra att gallan rinner ut korrekt ur gallblåsan) samt avlägsna gallsten. De två operationerna tog ca. 40 respektive 20 minuter och gjordes vid genomlysning med hjälp av C-båge. Förutom observation under operation gjordes även observationer på röntgenavdelning samt andra utrymmen för förvaring av strålskydd. Då observationerna skedde under operation så fick olika strålskydd testas vilket gav en förståelse för upplevelsen att bära dessa.

Ett andra studiebesök genomfördes på Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Under detta besök observerades en PCI operation, där de med hjälp av en kateter öppnade upp förträngningar i blodkärlen vid hjärtat. Under den här operationen användes MaP som aktivt strålskydd. Utöver medverkan på operation gavs möjligheten att prata med berörd personal, analysera MaP fysiskt samt observera städprocessen av MaP för att ha som grund till en REBA analys där ergonomin av hanteringen utvärderades.

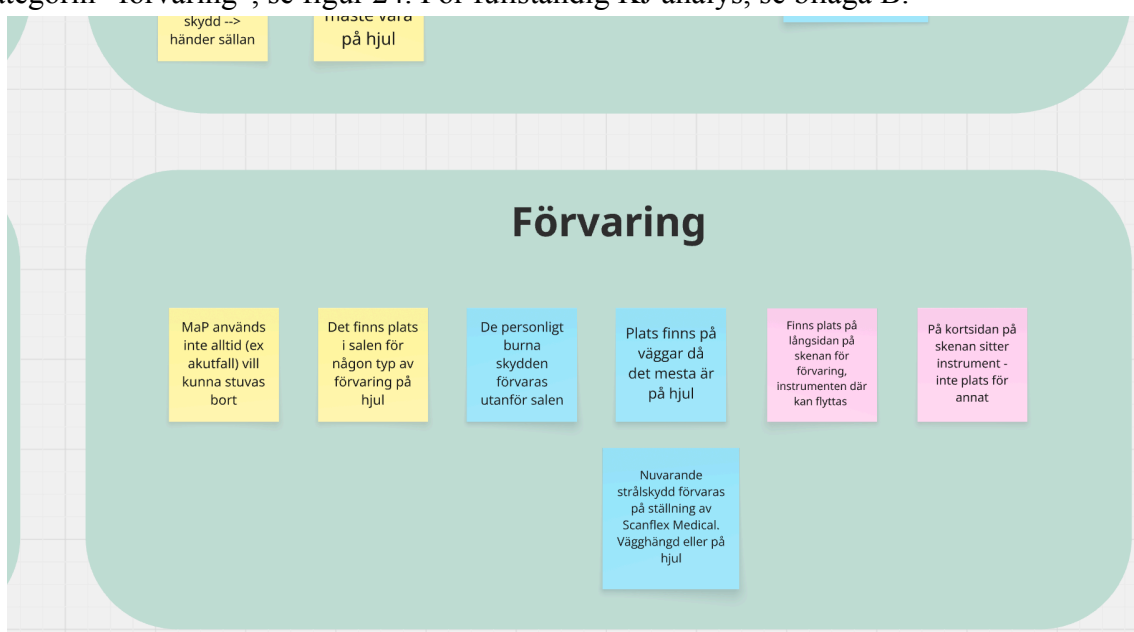
### 4.2.2 Intervjuer

I samband med studiebesök på Hallands sjukhus Varberg genomfördes intervju med undersköterska Maricka Olsson, sjukhusfysiker Jonny Hansson, medicinläkare Fredrik Lindholm, röntgenläkare Oskar Larsson samt ortopedläkare Sven Gredevik. Dessa intervjuer skedde löpande och semistrukturerat under besöket på Hallands sjukhus Varberg. Frågor som togs upp behandlade bland annat förvaring av nuvarande strålskydd, inställningen till strålsäkerhet samt hantering av nuvarande strålskydd. Samma typ av frågor ställdes till personal på Sahlgrenska Universitetssjukhuset, fast med fokus på hantering av MaP. Även dessa skedde löpande och semistrukturerat under besöket. För fullständiga intervjufrågor se bilaga A.

### 4.2.3 KJ analys - resultat av insamlad data

Material från ovanstående intervjuer, egna observationer från studiebesöken samt underlaget från Texray sammanställdes i en KJ-analys. För att skilja på de olika informationskällorna användes vit post-it för information från Texrays egna observationer, blå post-it för information från studiebesök på Hallands Sjukhus Varberg, gula post-it från Sahlgrenska Universitetssjukhuset och rosa post-it för egna observationer.

Post-it lapparna grupperades i sex olika kategorier; rengöring, förflyttning, riktlinjer, hantering, upplevd säkerhet och förvaring. Nedan syns de observationer som gjordes inom kategorin “förvaring”, se figur 24. För fullständig KJ analys, se bilaga B.



Figur 24. Del av KJ-analys.

Flera arbetsmiljöutmaningar kunde identifieras kopplat till hantering, rengöring och förvaring av strålskyddsutrustning. Städpersonal uttrycker tydligt motstånd mot MaP överlag, “Den försvarar mitt arbete då det nu tar längre tid att städa”, citerat en medarbetare från städpersonalen på Sahlgrenska. Det kom även fram att hanteringen är krävande då den är svår att rengöra, tar längre tid och är otydlig. Det finns därmed ett tydligt behov av lösningar som möjliggör enkel förflyttning för att också minska sträckan de behöver förflytta MaP.

Utöver de fysiska aspekterna uttrycks även en viss osäkerhet kring riskerna med strålning, särskilt eftersom effekterna ofta visar sig långt senare. Det kan påverka hur prioriterad skyddsanvändningen upplevs. Samtidigt varierar användningen beroende på roll, vana och lokala rutiner, vilket visar att förutsättningarna skiljer sig åt mellan olika miljöer och yrkesgrupper.

Sammanfattningsvis finns behov av att minska fysisk belastning, tydliggöra rutiner för rengöring samt skapa en flexibel och lättillgänglig lösning för förvaring och förflyttning. Det upptäcktes att yta för att rengöra MaP fanns tillgängligt och fungerande väl vilket gjorde att större fokus lades på förvaring och torkning av MaP.

#### 4.2.4 REBA nuvarande situation

I samband med studiebesök på Sahlgrenska Universitetssjukhuset genomfördes en REBA analys för att identifiera de arbetsställningar som är ergonomiskt belastande vid hantering av MaP. Specifikt analyserades städpersonalens hantering av MaP. Arbetsställningarna analyserades och fylldes i enligt utvärderingsunderlaget, för fullständig REBA analys se bilaga C. Då de framtagna koncepten inte ska adressera MaP i avseende på rengöring huvudsakligen undersöks endast hanteringen av MaP från rengöring till slutförvaring i den här analysen.

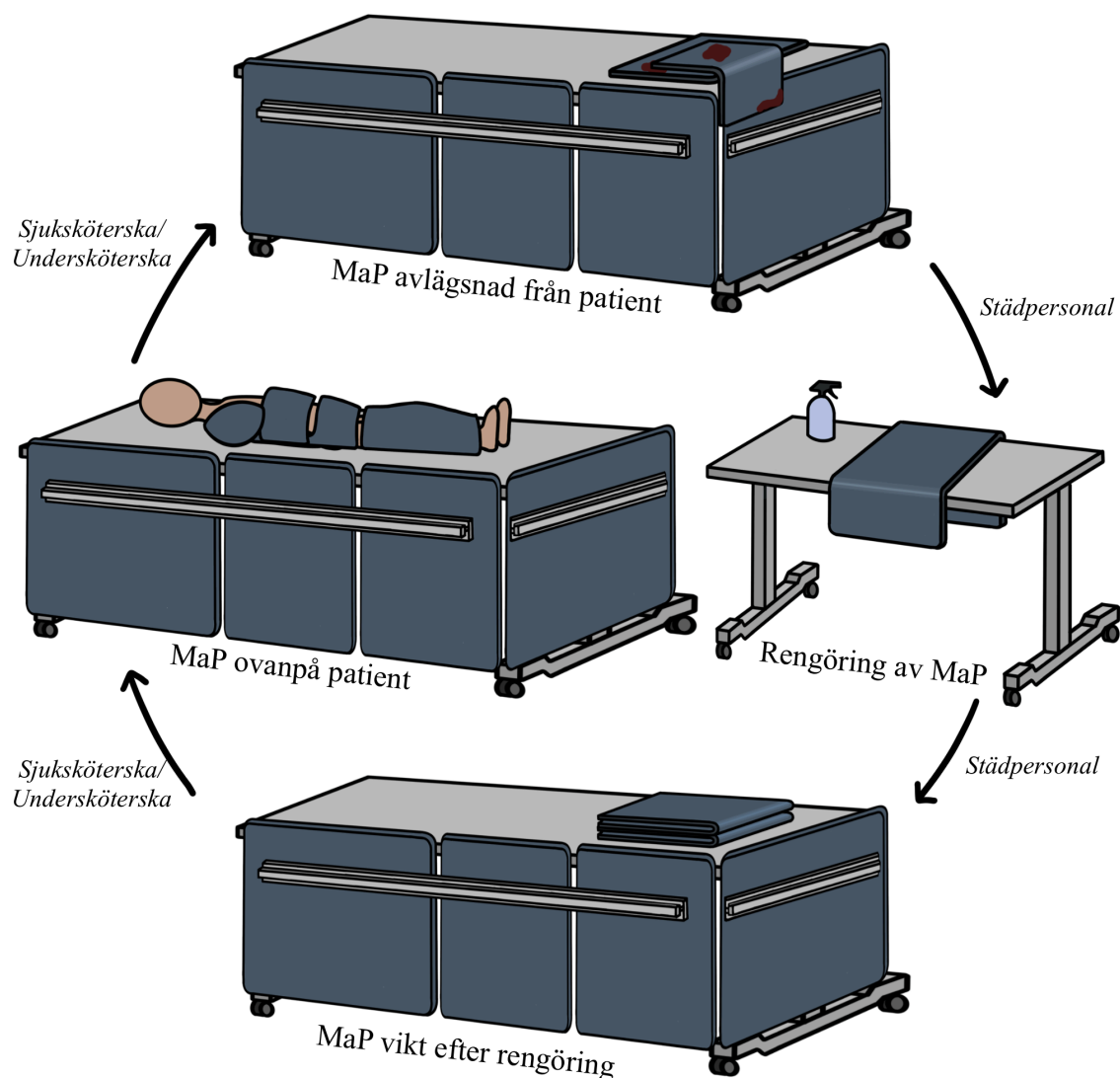
Utifrån REBA analysen kunde de mest kritiska aspekterna identifieras utifrån en ergonomisk synpunkt. Totalpoängen för REBA analysen blev 3 poäng vilket innebär en låg risk av att genomföra arbetet men att det kan vara bra att förändra momentet, speciellt då det är ett upprepande arbete.

#### 4.2.5 Arbetsflöde av MasterPeace

Vid studiebesök på Sahlgrenska Universitetssjukhuset identifierades arbetsflödet för MaP och följande frågeställningar besvarades.

- *Vem förflyttar MaP från nuvarande förvaring till patient innan operation? Var ligger den?*
- *Vem förflyttar MaP från patienten efter operation? Var läggs den?*
- *Vem rengör MaP?*
- *Vem förflyttar MaP från rengöring till slutgiltig förvaring?*

Nuvarande förvaring av MaP är på operationsbordet, alternativt annat tillgängligt bord, där den ligger vikt för att ta så lite plats som möjligt. Vid operation förflyttas MaP från sidan av operationsbordet till patient av undersköterska/sjuksköterska. Efter operationen är slutförd är det undersköterskan/sjuksköterskans arbetsuppgift att avlägsna MaP från patienten och lägga den på sidan av operationsbordet eller vid annat tillgängligt bord. Därefter anländer städpersonal som rengör MaP på ett avlastningsbord, om det finns tillgängligt, alternativt på operationsbordet. Efter att produkten har rengjorts viks den slutligen ihop och läggs återigen på operationsbordet fram tills kommande operation. För att förtydliga arbetsflödet har det visualiserats i bild, se figur 25.



Figur 25. Arbetsflödet av MaP.

## 4.3 Resultat av informationsinsamling och användarbehov

Informationsinsamlingen ovan resulterade i en funktionsanalys, kravspecifikation, persona och användarscenario samt moodboard vilket presenteras nedan. Dessa baseras på insamlad data från förstudiens olika metoder.

### 4.3.1 Funktionsanalys

En funktionsanalys sammanställdes i en lista, se tabell 1. Varje uttalad funktion klassificerades enligt huvudfunktioner (HF), delfunktioner (DF) samt stödfunktioner (SF). För att prioritera funktionerna klassificerades dessa även som nödvändigt (N), önskvärt (Ö), och tänkvärt (T). Initialt var fokus på att förbättra förvaring, rengöring samt torkning av MaP men efter observationer och dialoger med användare och Texray så valdes det att lägga störst fokus på förvaringen av MaP då detta saknas helt i dagsläget. Särskilt viktigt är dock funktionen att “möjliggöra torkning av MaP” då ytan på materialet sväller något om det ligger med desinfektionsvätska en längre tid. Svällningen går ner efter tid men det är viktigt att produkten är torr vid användning för att undvika risk för nötskador på ytmaterial. Andra funktioner som ansågs nödvändiga var “Möjliggöra enkel och smidig förflyttning/infästning” då en lösning önskades antingen vara möjlig att förflytta eller medge smidig infästning inom operationsalen. Lösningen önskades också “erbjuda organisering” i form av att förenkla hur eller var respektive del av MaP förvaras samt “möjliggöra enmansmanövrering” då städpersonalen behöver kunna hantera MaP själva ifall de är ensamma under arbetet.

Tabell 1. Funktionsanalys.

<b>Funktion</b>	<b>Klass (HF/DF/SF)</b>	<b>Gränser/Anmärkningar</b>	<b>Prioritering (N,Ö,T)</b>
Förvara MaP	HF	Förvaring för ingående delar	N
Möjliggöra torkning - av MaP	DF	Inte vikas eller ligga kloss an	N
Möjliggöra rengöring - av MaP	SF	Positivt men inget måste	Ö
Möjliggöra enkel och smidig förflyttning/infästning	DF	Antingen eller	N
Medge grepp	SF	Speciellt vid förflyttning	Ö
Möjliggöra rengöring - av produkten	SF	Rengöringssvänligt material	N
Erbjuda organisering	DF	Av samtliga MaP delar	N
Erbjuda god ergonomi	SF	Utifrån REBA	Ö
Tydliggöra monteringsordning	SF	Mer effektivt arbete	Ö
Möjliggöra enmansmanövrering	DF	Krav från städpersonal	N
Kommunicera användning	SF	Tilläggsgrafik - bidrar till korrekt användning	T
Erbjuda anpassningsbarhet	SF	Påverkar ergonomin	Ö
Vara återvinningsbar	SF		Ö
Vara hållbar	SF		Ö

### 4.3.2 Kravspecifikation

För att säkerställa relevanta krav togs en kravspecifikation fram. Kraven baserades på funktionerna från funktionsanalysen samt information från studiebesök och i dialog med Texray. Kravspecifikationen är uppdelad i 6 kategorier; Prestanda, Hantering, Hygien, Organisation och Förvaring, Hållbarhet samt Utformning. Dessa områden baseras på de viktigaste aspekterna kring produktens utformning. Varje kriterium angavs som antingen krav (K) eller önskvärt (Ö) och kompletterades av ett målvärde där det ansågs vara relevant. De 10 kriterier som klassades som önskvärda viktas utifrån en skala på 1-10 där 1 är av störst vikt och 10 av minst. Viktiga krav från kravspecifikationen presenteras nedan i tabell 2. För fullständig kravspecifikation se bilaga D.

Tabell 2. Viktiga krav från kravspecifikation.

Kriterier	Målvärde	Kommentar
Erhåller förvaring av MaP		Förvara mellan användning på patienter
1.1 Kraft	<i>min. 9.02kg</i>	Produkten klarar av belastning av ingående 4 delar
1.2 Produkten ska tåla samtliga vätskor		Rengöringsprodukter, blod, urin
1.3 Produkten ska kunna rengöras		
2.2 Produkten ska kunna förflyttas		Krav 2.2 alternativt krav 2.3
2.3 Produkten ska medge infästning		Krav 2.2 alternativt krav 2.3
2.4 Produkten ska förbättra ergonomin vid hantering		Förbättra utifrån nuvarande användarsituation
2.5 Produkten ska kunna hanteras av en person		Infästning i maximalt två punkter
4.1 Produkten ska kunna förvara ingående delar av MaP	<i>4 delar</i>	Min. höjd 82cm
5.2 Produkten ska vara hållbar		Produkten ska tåla upprepad användning och dagligt slitage
6.1 Produkten ska följa Texrays formspråk		Möjlighet till information om ren/smutsig, montering

### 4.3.3 Persona och nuvarande användarscenario

För att få en tydligare bild av användningen av MaP skapades persona och användarscenario baserade på observationer och intervjuer från Sahlgrenska Universitetssjukhuset och Hallands sjukhus Varberg.

#### Persona sjuksköterska

Malin är 46 år gammal och har precis kommit till jobbet. Hon arbetar som sjuksköterska på kardiologi avdelningen och ska närvara på tre inbokade PCI operationer under sin arbetsdag. Under samtliga operationer bär hon strålskydd i form av blyförkläde, MindPeace och HeadPeace. Hon känner stor tillförlitlighet till dagens strålskydd och brukar aldrig tveka på hur skyddad hon är under sin arbetsdag. Under arbetsdagen är hon den som hanterar MaP mest och det blir en hel del tunga lyft över axelnivå. Hon tycker att MaP känns som en bra produkt men den är stor och otymplig vilket försvårar hennes arbetsuppgifter. Det gör också att hon ofta inte vet var hon ska placera den efter att hon avlägsnar den från patienten.

#### Persona städpersonal

Christoffer är 32 år gammal och jobbar med städ på Sahlgrenska Universitetssjukhuset. I hans arbetssysslor ingår att rengöra verktyg och tillbehör i operationssalen mellan inbokade operationer. Jobbet är stressigt och han behöver arbeta så fort han kan för att bli klar innan nästa operation. Han hanterar MaP efter att den är avlägsnad från patienten och rengör den för att sedan vika ihop den för att möjliggöra användning vid nästa operation. Det är ett tungt arbete och han har ingen bestämd plats för att varken rengöra MaP eller placera efter rengöring. Han tycker att MaP är en onödig produkt som bara skapar mer arbete för honom.



## 4.4 Idé- och konceptgenerering

I denna fas användes olika metoder för att ta fram och utforska olika kombinationer av lösningar. Idéer skapades och slogs ihop för att kunna framställa potentiella koncept. Detta innebar även sällning av lösningar för att smalna av lösningsmängden och välja dem med störst potential.

### 4.4.1 Brainstorming och sällning av lösningar

Olika typer av brainstorming genomfördes med mål att få fram en bred lösningsmängd.

Individuell brainstorming och "Stop and go" genomfördes i en iterativ process.

Funktionsanalysen användes som grund med mål att hitta dellösningar till de olika delfunktionerna. Brainstormingen skedde i etapper för att utöka och bygga på lösningsmängden och vidareutveckla idéer. Funktioner och lösningar presenteras nedan i den morfologiska matrisen, se tabell 3.

Tabell 3. Morfologisk matris.

Delfunktion	Dellösningar										
Förvara MaP	Fack för invikning av MaP	Galgar med klämmor	Hänga över galge/pinne	Utdragbara borsdskivor/hyllor	"T-skena"	Öljetter	Automatisk infästning med drag	Kardborreband	Magnet	Knappar	Ögla/flärp
Möjliggöra rengöring (av MaP)	Bord där MaP kan läggas	Galgar med klämmor	Hänga över galge/pinne	Utdragbara borsdskivor/hyllor	"T-skena"	Öljetter	Automatisk infästning med drag	Kardborreband	Magnet	Knappar	Ögla/flärp
Möjliggöra enkelt och smidig förflyttning	Hjul på samtliga alla ben	Hjul på minst ett av benen - skottkärra	Såpass lätt att den kan lyftas	Tågräls							
Möjliggöra enkelt och smidig infästning	Skena på vägg eller tak	Skruvanordning i väggen	Infästning i MaP skena								
Medge grepp vid förflyttning	Handtag	Handtag med broms (hjul)	Greppvänlig yta								
Kommunicera användning	Grafik för att förstå vart respektive del skall förvaras	Informera när rengjord/smutsig	Grafik för anvisning av användning								
Möjliggöra torkning (av MaP)	Galgar med klämmor	Hänga över galge/pinne	Bord där MaP kan läggas	Utdragbara borsdskivor/hyllor	"T-skena"	Öljetter	Automatisk infästning med drag	Kardborreband	Magnet	Knappar	Ögla/flärp
Erbjuda anpassningsbarhet	Kryckor hål (handtag till resväska)	Ej anpassningsbar	Elektriskt höj och sänkbara bord	Gym-pinnar (skivstångsställ med pinnar)	Pumppedal						

För att minska antalet koncept som ansågs inte vara genomförbara gjordes en sällning av dellösningar, se tabell 4. De orangemarkerade fälten är lösningar som ansågs vara olämpliga och de rödmarkerade fälten är lösningar som bedömdes vara ogenomförbara.

Dellösningarna “fack för invikning”, “galgar med klämmor”, “utdragbara bordskivor/hyllor”, “T-skena”, “automatisk infästning med drag” och “kardborreband” togs bort då dessa lösningar innebär att ytor på MaP inte kommer kunna torka fullständigt och på så sätt skapa en bakteriehard.

Dellösningen “såpass lätt att den kan lyftas” eliminerades då det sågs som genomförbart och ohållbart att lyfta en stående ställning vid upprepade tillfällen. Detta skulle även innebära att ställningen behöver vara helt tom vid förflyttning vilket innebär ytterligare arbetsbelastning under operation, vilket är enda tillfället då ställningen skulle vara tom. Lösningen “magnet” eliminerades på grund av riktlinjer för operationssalar. “Knappar” sågs som en olämplig lösning då tyget på MaP är tjockt och att addera knappar skulle därför bli svårt. Dellösningen “bord där MaP kan läggas” togs bort då Texray önskar att förvaring och torkning har samma lösning. Lösningarna “tågräls” och “skena på vägg eller tak” sågs som alldeles för otymplig och skulle ta för stor plats i en operationssal där så mycket yta som möjligt behövs. Slutligen sållades lösningen “gym pinnar” bort då detta skulle bli en tung arbetsbörda samt ta lång tid att justera.

Då samtliga koncept skulle kunna innehålla alla dellösningar gällande funktionen “kommunicera användning” togs den funktionen bort innan sammanfogning av dellösningarna.

Tabell 4. Sällning av dellösningar.

Delfunktion	Dellösningar										
Förvara MaP	Fack för invikning av MaP	Galgar med klämmor	Hänga över galge/pinne	Utdragbara bordskivor/hyllor	"T-skena"	Öljetter	Automatisk infästning med drag	Kardborreband	Magnet	Knappar	Ögla/flärp
Möjliggöra rengöring (av MaP)	Bord där MaP kan läggas	Galgar med klämmor	Hänga över galge/pinne	Utdragbara bordskivor/hyllor	"T-skena"	Öljetter	Automatisk infästning med drag	Kardborreband	Magnet	Knappar	Ögla/flärp
Möjliggöra enkelt och smidig förflyttning	Hjul på samtliga alla ben	Hjul på minst ett av benen - skottkärra	Såpass lätt att den kan lyftas	Tågräls							
Möjliggöra enkelt och smidig infästning	Skena på vägg eller tak	Skruvanordning i väggen	Infästning i MaP skena								
Medge grepp vid förflyttning	Handtag	Handtag med broms (hjul)	Greppvänlig yta								
Kommunicera användning	Grafik för att förstå vart respektive del skall förvaras	Informera när rengjord/smutsig	Grafik för anvisning av användning								
Möjliggöra torkning (av MaP)	Galgar med klämmor	Hänga över galge/pinne	Bord där MaP kan läggas	Utdragbara bordskivor/hyllor	"T-skena"	Öljetter	Automatisk infästning med drag	Kardborreband	Magnet	Knappar	Ögla/flärp
Erbjuda anpassningsbarhet	Kryckor hål (handtag till resväska)	Ej anpassningsbar	Elektriskt höj och sänkbara bord	Gym-pinnar (skivstångsställ med pinnar)	Pumppedal						

Efter sällning kunde de kvarstående lösningarna kombineras till 1620 olika koncept. Då dessa koncept bestod av kombinerade dellösningar från samma kategori så användes den morfologiska matrisen som en guide för att ge överblick av möjliga dellösningar och kombinationer. Med fokus på att få fram tre olika koncept för varje lösning som löser delfunktionen “förvara MaP” så sattes tre koncept ihop slumpmässigt genom lottnings och vad som ansågs vara rimligt, se tabell 5.

Tabell 5. Sammanfogning av dellösningar.

Delfunktion	Dellösningar				
Förvara MaP	Hänga över galge/pinne	Öljetter	Ögla/flärp		
Möjliggöra rengöring (av MaP)	Hänga över galge/pinne	Öljetter	Ögla/flärp		
Möjliggöra enkelt och smidig förflyttning	Hjul på samtliga alla ben	Hjul på minst ett av benen - skottkärra			
Möjliggöra enkelt och smidig infästning	Skruvanordning i väggen	Infästning i MaP skena			
Medge grepp vid förflyttning	Handtag	Handtag med broms (hjul)	Greppvänlig yta		
Möjliggöra torkning (av MaP)	Hänga över galge/pinne	Öljetter	Ögla/flärp		
Erbjuda anpassningsbarhet	Kryckor hål (handtag till resväska)	Pumppedal	Elektriskt - höj och sänkbara bord	Ej anpassningsbar	Ej anpassningsbar

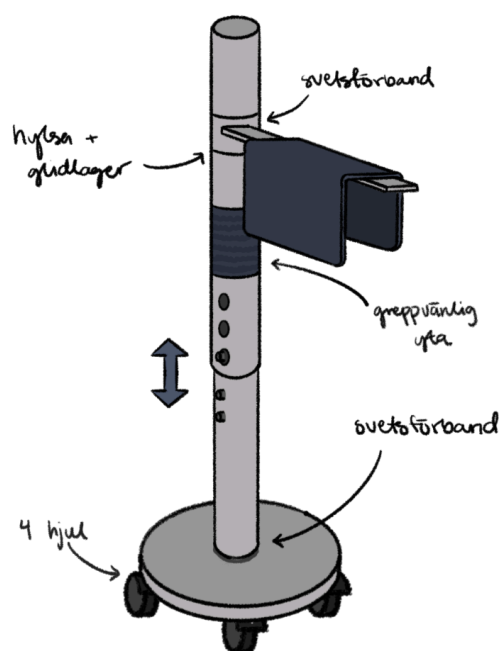
#### 4.4.2 Tre koncept att vidareutveckla

Nedan presenteras de tre koncepten som togs fram genom den morfologiska matrisen vilka har visualiserats med hjälp av digitala skisser.

##### Koncept Fot

Konceptet Fot, se figur 27, är en mobil lösning för förvaring av MaP. Det består av en ställning på hjul, där textilen hängs över en horisontell pinne. Både foten, den vertikala stängan samt pinnarna är i borstad aluminium för att matcha Texrays formspråk och skenan som hänger utanpå de delarna av MaP som hänger runt om operationsbordet. Konstruktionen möjliggör praktisk förvaring samt underlättar både rengöring och torkning av materialet. Den hjulförsedda basen ger god mobilitet, vilket gör att ställningen enkelt kan flyttas mellan olika rum eller inom operationssalen vid behov av plats. Pinnen där MaP hänger kan roteras 360° med hjälp av ett glidlager med låg friktion. Varje MaP del har en specifik pinne vilket illustreras genom matchande illustrationer på MaP samt pinnen, då längden på pinnarna är anpassade efter var del. Då MaP delarna väger olika mycket så placeras de också ut i höjd baserat på detta, alltså med den tyngsta längst ner och lättaste högst upp.

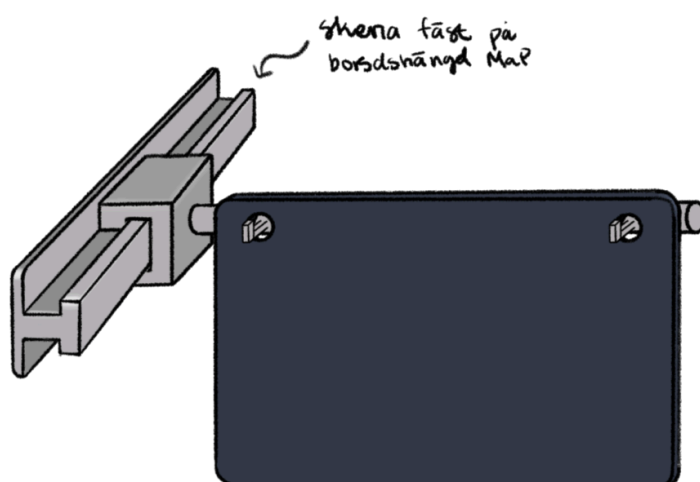
Pinnarna sitter med 10 cm mellanrum och den vertikala stängan går att reglera i höjd för att möta olika behov och möjliggör att den kan anpassas utifrån användarens längd samt arbetsmiljö. Höjden regleras manuellt genom ett system av hål och pinnar längs ställningens sidor och justeras innan MaP hängs på.



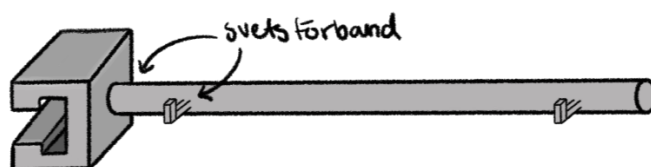
Figur 27. Koncept fot: Ställning på hjul med MaP hängd över pinne.

## Koncept Skena

Konceptet Skena är en kompletterande förvaringslösning till den befintliga delen av MaP som hängs runt operationsbordet där det sitter en T-skena, se figur 28 samt figur 29. Det består av en stav med två fasta krokar, där MaP enkelt kan hängas upp genom addering av två öljetter i hörnen av produkten. Staven hakas sedan in i den redan befintliga skenan som är monterad på den bordshängda delen av MaP. När staven samt MaP är på plats, hänger produkten fritt ned från skenan och skapar förvaring för produkten utan att addera ytterligare lös utrustning till operationssalen. Lösningen kan enkelt monteras vid behov och på så sätt kan förvaringen tas bort i de fall den inte är behövd som under operation. Konceptet bygger på enkelhet och kompatibilitet, där förvaringen anpassas i en redan befintlig konstruktion. Även här är materialvalet borstad aluminium.



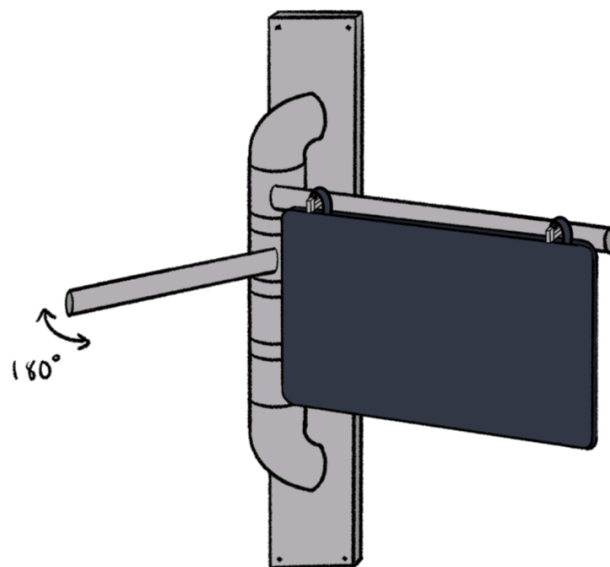
Figur 28. Koncept skena: MaP upphängd och fäst i befintlig T-skena placerad runt om operationsbordet.



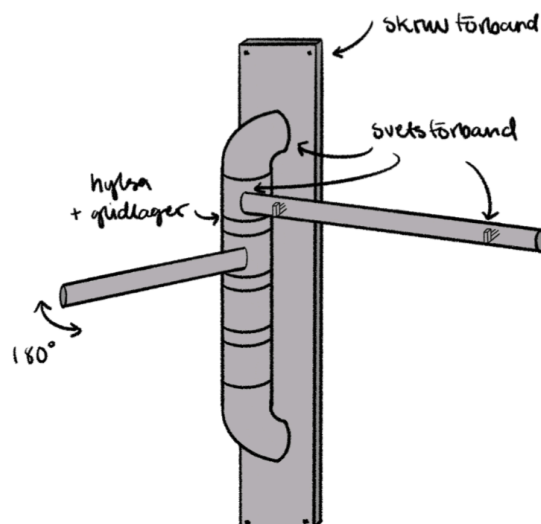
Figur 29. Koncept skena: Fäste utan MaP och T-skena.

## Koncept Vagg

Sista konceptet, koncept Vagg, är en vägghängd lösning för förvaring för MaP, se figur 30 samt figur 31. En lodrät skena fästes i väggen genom skruvanordning, och på denna fästes "armar" med krokar så att MaP kan hängas upp på dessa. På MaP finns öglor, likt på en handduk, vilka används till att hänga upp den med. Armarna har en svängradie på 180° för att möjliggöra att MaP delarna kan hänga närmare varandra och ta mindre plats på höjden, samt att de kan fällas in mot väggen. Varje MaP del har en specifik arm vilket illustreras genom matchande illustrationer på MaP samt armen, då avståndet på krokarna är anpassat efter de specifika delarna.



Figur 30. Koncept Vagg: Vgghngd frvaring med upphngd MaP.



Figur 31. Koncept vagg: Vgghngd frvaring utan MaP.

## 4.5 Konzeptutvärdering och konceptval

För att få fram ett slutgiltigt koncept så utvärderades koncepten i en iterativ process med hjälp av användartester, REBA och feedback från användare.

### 4.5.1 Prototypframtagning och användartester

För att testa och utvärdera upphängningsförmågan besöktes SM Tapetsör i Mölndal. Han hjälpte till att addera öljetter och öglor på en prototyp av MaP som Texray tillhandahållit. Med hjälp av denna prototyp och mock-up av pinnen där den hängdes på kunde användartester genomföras för att undersöka de olika upphängningsmekanismerna, se figur 32, 33, 34 samt 35.



*Figur 32. MaP upphängd över ihåligt rör.*



*Figur 33. MaP upphängd med hjälp av öglor.*



*Figur 34. MaP upphängd med hjälp av öglor.*



*Figur 35. MaP upphängd med hjälp av öljetter.*

## 4.5.2 Ergonomisk utvärdering genom REBA

En REBA analys genomfördes på de framtagna koncepten för att utvärdera deras ergonomiska belastning. Detta gjordes återigen på förvaringsmomentet.

### REBA koncept Fot

Analysen genomfördes då MaP hänger mellan 1m och 1,3m över golvytan där de olika delarna hänger 10 cm ifrån varandra, baserat på en testperson som är 1,70cm lång.

Testpersonen hängde upp MaP vid alla angivna höjder och detta dokumenterades i REBA analysen. Resultatet av REBA analysen blev en totalpoäng på 4 vilket visar en mellanrisk. För fullständig REBA analys se bilaga E.

### REBA koncept Skena

REBA av koncept blå genomfördes genom att placera en markör i samma höjd som skenan till operationsbordet befinner sig på, vilket är 80 cm över golvet, för att sedan testa att hänga upp MaP. Analysen resulterade i 2 poäng och en låg ergonomisk belastningsrisk. För fullständig REBA analys se bilaga F.

### REBA koncept Vagg

För att utvärdera koncept lila enligt REBA användes en vägghängd klädställning. MaP hängdes upp vid fyra olika höjder för att analysera rörelsen belastning. Analysen resulterade i 4 poäng vilket innefattar mellanrisk. För fullständig REBA analys se bilaga G.

## 4.5.3 Återkoppling med personal på Sahlgrenska

För att diskutera koncepten med användarna så gjordes ett nytt studiebesök på Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Under besöket observerades ett titthålsingrepp där läkaren gick in genom patientens handled för att titta på kranskärlden runt hjärtat med hjälp av C-båge. Hela arbetsflödet av MaP kunde observeras, från att sjuksköterskorna förberedde rummet till att städpersonalen kom in och rengjorde dem. Innan ingreppet kunde även intervjuer med de sjuksköterskor som skulle medverka genomföras, där koncepten beskrevs för att få deras feedback. Städpersonalen intervjuades också efter att de genomfört sitt arbete, se bilaga H för fullständiga intervjuvar.

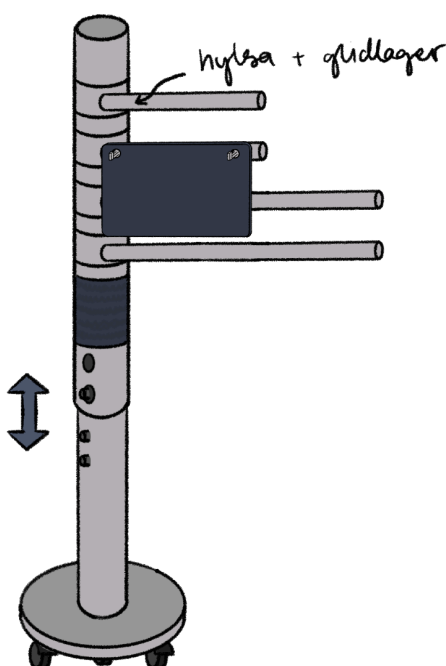
#### 4.5.4 Implementering av upptäckter under konceptutvärdering

Baserat på de ovanstående metoderna av utvärdering så framkom både nya förslag på förbättringar av koncepten samt delösningar och detaljer som valdes bort. Dessa presenteras nedan för samtliga koncept.

##### Koncept Fot

Tillsammans med resultatet från REBA analysen, användartester och diskussion med berörd personal på Sahlgrenska valdes upphängningsfunktionen i detta koncept att bytas ut. Att hänga över en pinne ökade den ergonomiska belastningen och både personal på Sahlgrenska och Texray uttryckte oro att MaP inte torkar ordentligt om en yta ligger mot pinnen. Från personalen på Sahlgrenska kom det även fram att det är väldigt inpräntat att strålskydd inte bör vikas, då det inte är tillåtet med strålskydd i bly.

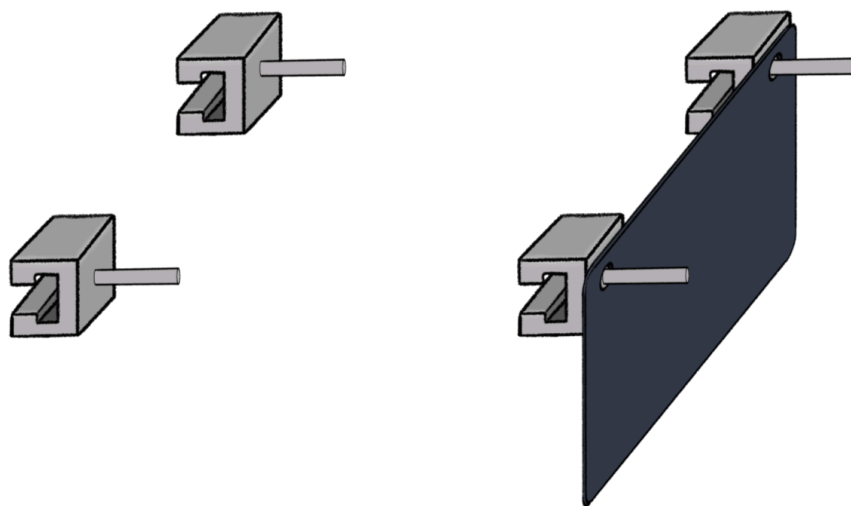
Med anledning av ovanstående ändrades därför upphängningsfunktionen till öljetter då det under användartester framgick som bäst ergonomiskt, se figur 36. Berörd personal som har hanterat MaP på Sahlgrenska fick även frågan vad de hade föredragit, öljetter eller krokar, där öljetter var det som föredrogs hos majoriteten. Det genomfördes därmed en ny REBA analys på grund av denna förändring. Totalt sett blev det samma resultat men det kunde ändå observeras en förbättring i handledens position vilket togs med när koncepten skulle jämföras i pugh-matrisen. För fullständig REBA analys se bilaga I.



Figur 36. Koncept fot upphängd med hjälp av öljetter.

## Koncept Skena

Vid användartester och beräkningar insågs det att en bättre lösning för upphängning är att hänga upp MaP längs med skenan istället för genom en hävarm, se figur 37. Detta medför att belastningen på delarna blir mindre och att MaP inte sticker ut lika mycket från operationsbordet.



*Figur 37. MaP upphängd längs med skenan på operationsbordet.*

Vid besök på Sahlgrenska Universitetssjukhuset framgick det av personalen att MaP fått dispens för att användas vid kliniska tester då produkten medför att maxvikten på operationsbordet överskridits. Det framgick även att MaP inte kommer att användas vid samtliga operationer, vilket gör att den här lösningen kommer att vara i vägen vid de fall där den inte används då den sticker ut från operationsbordet. Från intervjusvar framkom även att efter vissa operationer där multiresistenta bakterier förekommit så är det höga krav på desinfektion av salen och det är därför en stor fördel att föremål i salen kan förflyttas ut. Med avseende på dessa anledningar så valdes därför detta koncept bort.

## Koncept Vägg

Koncept vägg kräver ledigt utrymme på en vägg i operationssalen. Efter observationer på både Varbergs sjukhus och Sahlgrenska kunde det fastställas att det finns plats men den är begränsad, vilket främst beror på rummets storlek. Efter intervjuer med berörd personal på Sahlgrenska så framkom även önskemål om att behöva transportera MaP så kort sträcka som möjligt efter rengöring, vilket är svårt att säkerställa med en vägghängd lösning. De var överlag skeptiska till den här lösningen då all form av städ-relaterade produkter helst ska vara på hjul för att kunna förflyttas mellan salar och inte ta upp plats i operationssalen.

#### 4.5.5 Pugh matris

För att jämföra samtliga koncept som slutgiltig utvärdering så genomfördes två Pugh matriser. Tio olika kriterier valdes som var baserade på funktioner från funktionsanalysen och krav från kravspecifikationen. Här definierades “god ergonomi” utifrån svaren från REBA analysen och “ta lite plats” definierades utifrån att MaP tillsammans med förvaring ska ta liten och smidig plats. I den första Pugh matrisen sattes den nuvarande lösningen, att MaP läggs i fotändan på operationsbordet, som referenslösning, se tabell 6. Resultatet från den blev att båda koncepten uppskattades vara bättre än dagens lösning och att koncept “fot” fick flest plus.

Tabell 6. Pugh matris jämförelse med dagens lösning.

<b>Chalmers</b> Utfärdare: Maja Olsson och Josefin Lilja	<b>Pughmatris</b> Skapad: 25-04-2025 Modifierad:		
Kriterier	Nuvarande förvaring	Koncept Fot	Koncept Vagg
Tar lite plats		+	+
God ergonomi - REBA	R	+	+
Design	E	+	+
Anpassningsbarhet	F	+	0
Upphängningsmoment	E	+	+
Förvara MaP	R	+	+
Förenkla rengöring av MaP	E	+	-
Enkel och smidig infästning/förflyttning	N	+	+
Möjliggöra enmansmanövrering	S	0	0
Förenkla torkning av MaP		+	+
$\Sigma+$		9	7
$\Sigma 0$		1	2
$\Sigma-$		0	1
Nettovärde		9	6
Rangordning		1	2
Beslut		Vidareutveckla	

I den andra Pugh matrisen jämfördes de två framtagna koncepten med varandra där koncept “fot” valdes som referenslösning, se tabell 7.

Tabell 7. Pugh matris jämförelse av framtagna koncept.

<b>Chalmers</b> Utfärdare: Maja Olsson och Josefin Lilja	<b>Pughmatris</b> Skapad: 25-04-2025 Modifierad:	
Kriterier	Koncept Fot	Koncept Vagg
Tar lite plats		0
God ergonomi - REBA	R	0
Design	E	0
Anpassningsbarhet	F	-
Upphängningsmoment	E	-
Förvara MaP	R	0
Förenkla rengöring av MaP	E	-
Enkel och smidig infästning/förflyttning	N	0
Möjliggöra enmansmanövrering	S	0
Förenkla torkning av MaP		0
$\Sigma+$		0
$\Sigma 0$		7
$\Sigma-$		3
Nettovärde		-3
Rangordning	1	2
Beslut	Vidareutveckla	

#### 4.5.6 Konceptval

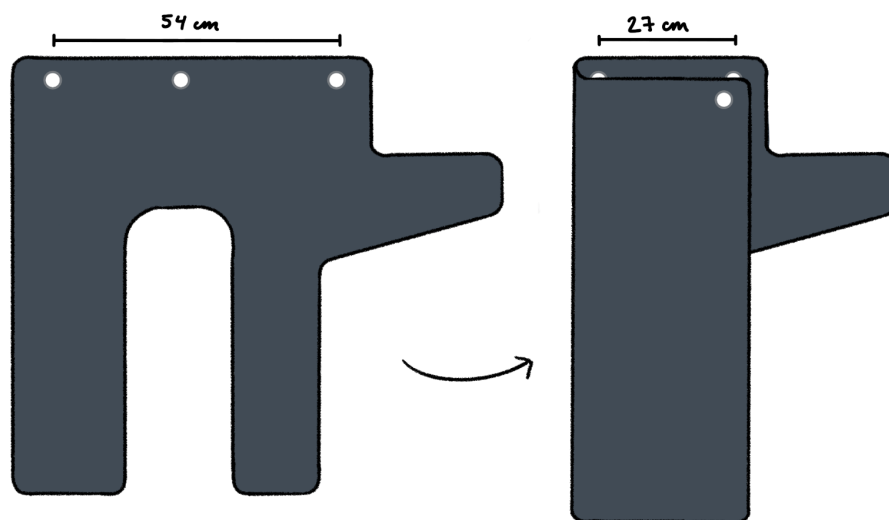
Konceptet “fot” visade sig vara mest lämpligt enligt båda Pugh-matriserna och valdes som det slutgiltiga konceptet. Inte bara baserat på Pugh-matrisen utan också med avseende på de andra utvärderingarna inklusive återkopplingen till användarna. En av de stora fördelarna med konceptet är dess mobilitet. Ställningen kan enkelt förflyttas till andra rum eller städutrymmen vilket kan underlätta rengöringsprocessen, särskilt då personalen ibland behöver ta med MaP till ett annat rum för att skölja av den om det är mycket blod på. Detta är också särskilt värdefullt då personalen uttryckt att de ogärna bär runt på MaP längre sträckor. Även om konceptet tar viss fysisk plats i rummet, ses detta som hanterbart och en definitionsfråga i relation till dess funktionalitet och flexibilitet jämfört med det vägghängda alternativet.

## 4.6 Förfining av valt koncept

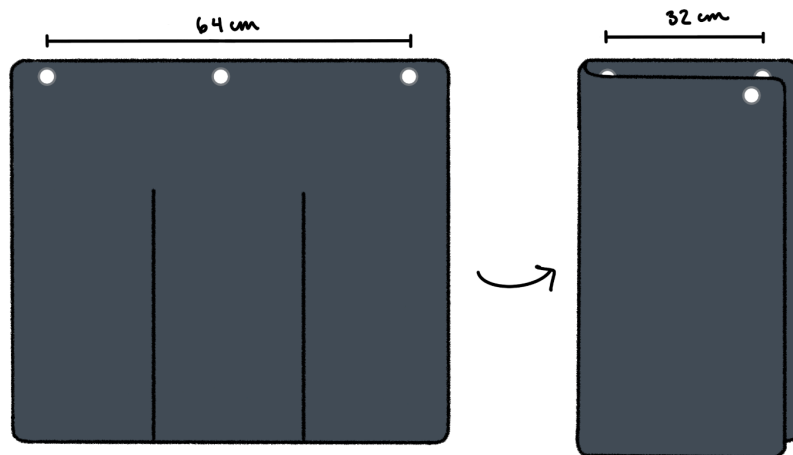
För att vidareutveckla koncept fot som valdes som slutkoncept granskades alla delar noggrant för att identifiera möjliga förbättringsområden, här genomfördes även beräkningar för att dimensionera konceptet.

En funktion som eliminerades i detta stadie var den justerbara funktionen som gjorde ställningen höj- och sänkbar. Dels säkerställa hållfastheten för konceptet och dels på grund av feedback från användarna på Sahlgrenska att det inte var en prioritet och förmodligen inte skulle användas. Istället undersöktes höjden på placeringen av pinnarna noggrant. Enligt REBA är den bästa arbetsställningen för överkroppen att hålla överarmen i max 20° och underarmen i 60°-100°, och standardhöjden på en arbetsbänk är normalt 90 cm över golvet (Ivarsson Sandén, 2024). Detta var vad som utgicks ifrån när höjderna skulle placeras. Höjderna som testades var mellan 0- och 140 cm där utplacerade pinnar mellan 90- och 120 cm med 10 cm mellanrum bedömdes som mest lämpliga. Detta var utifrån en medellång persons arbetsställning, vilket enligt SCB (2018) är 173 cm i Sverige.

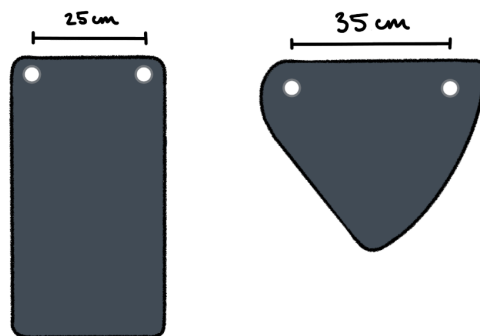
För att undvika att pinnarna skulle sticka ut för mycket så undersöktes det hur MaP kunde vikas för att minska längden. De två största delarna kunde vikas på mitten och därmed halverades längden de behövde sticka ut, se figur 38 samt figur 39. Detta medförde att samtliga fyra pinnar kunde vara lika långa för att skapa en enhetlig helhet och att MaP delarna kan hänga i mitten på sin tilldelade pinne. Här bestämdes samtidigt öljetternas placering på de olika delarna av MaP. Det behövdes tre öljetter för att möjliggöra upphängning och dessa placerades ut enligt figur 38, 39 och 40 nedan.



Figur 38. Del av MaP med utplacering av öljetter samt vid vikt läge. (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025). Omarbetad med tillstånd.

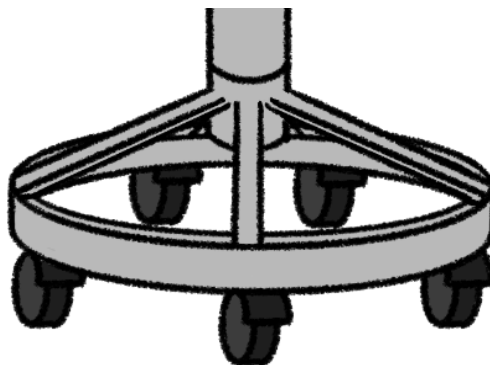


Figur 39. Del av MaP med utplacering av öljetter samt vid vikt läge. (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025). Omarbetad med tillstånd.



Figur 40. Delar av MaP med utplacering av öljetter. (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025). Omarbetad med tillstånd.

Lösningen är också försedd med hjul som hämtas från en extern leverantör för att säkerställa god rörlighet. Foten är utformad likt en droppställning med en cirkulär ring runt benen, vilket minskar risken för att personalen snubblar på den vid förflyttning eller när den står i operationssalen. Ringen möjliggör också att man kan med hjälp av foten styra och putta på ställningen, se figur 41. Genom den här typen av utformning av foten minskas också materialåtgången och vikten, vilket gör produkten lättare att förflytta.



Figur 41. Skiss på foten av ställningen.

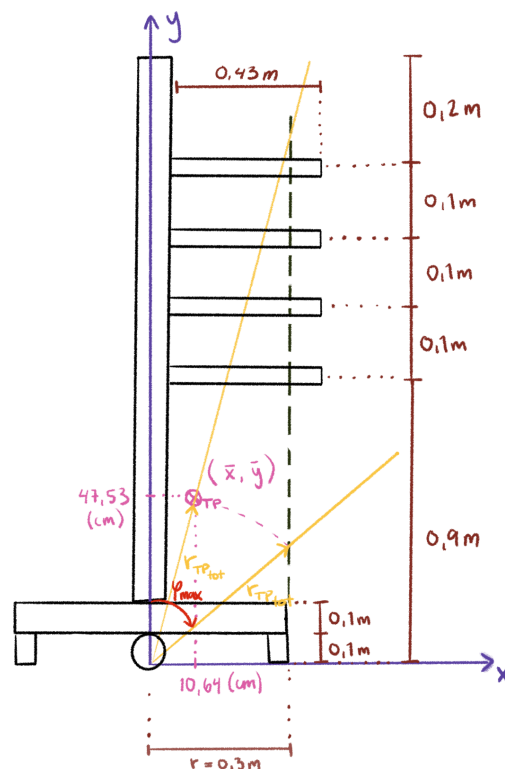
#### 4.6.1 Dimensionering av koncept

I detta stadiet dimensionerades konceptet utifrån ovanstående information. Detta gjordes genom att räkna ut den maximala vinkeln innan ställningen tippas och på så sätt avgöra hur stabil konstruktionen är. Ju större vinkel, desto mer stabil konstruktion, se figur 42.

Beräkningarna genomförs då samtliga delar av MaP är placerade åt ett och samma håll, detta för att beräkna stabiliteten vid "worst case scenario". För att avgränsa beräkningsmängden genomfördes beräkningarna på ett förenklat koncept där följande har implementerats:

- Tyngdpunkten för del av MaP samt pinne anses vara densamma
- Konstruktionen består av fyra hjul istället för fem
- Foten är ersatt med en massiv bottenplatta och väger 10kg

Ovanstående anpassningar anses bidra till en endast marginell skillnad i hållfasthet. Det förenklade systemet som beräkningarna genomfördes på ses nedan i figur 45 där  $\varphi_{max}$  visar maximal tippningsvinkel.



Figur 42. Tvådimensionell ritning av det förenklade systemet samt maximal tippningsvinkel  $\varphi_{max}$ .

Med hjälp av ovanstående information samt stabilitetsberäkningar kunde maximal vinkel innan ställningen tippas bestämmas vilket blev  $38^\circ$  och konstruktionen anses då vara mycket stabil. För fullständig beräkningsgång, se Bilaga J.

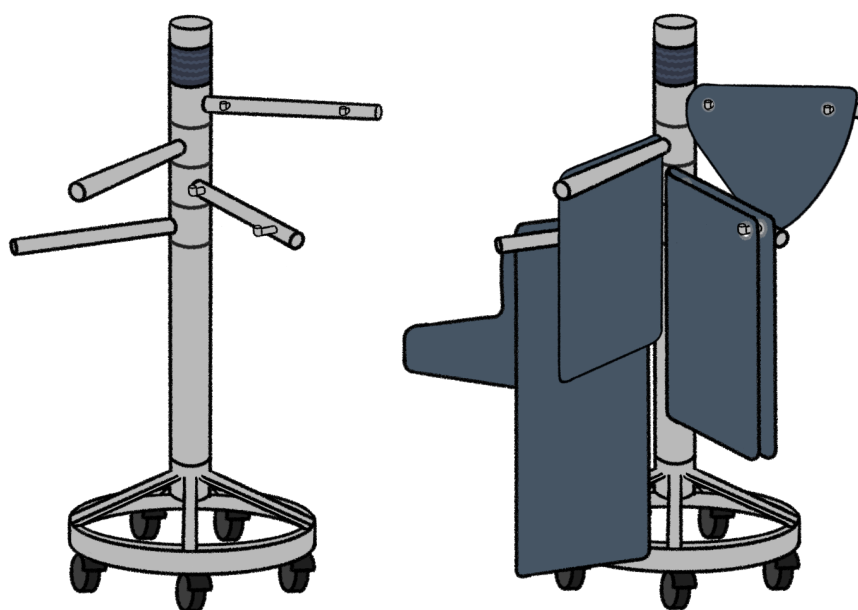


## 5. Slutkoncept

Efter förfining av valt koncept resulterade det i ett färdigt slutkoncept, se figur 43. Konceptet består av en ställning på hjul för att underlätta hantering och förvaring av MaP. På ställningen finns fyra pinnar med två krokarna på vardera pinne för att hänga upp MaP med hjälp av öljetter som placerats på respektive del av MaP. Dessa pinnar är placerade på höjder utifrån en ergonomiskt sätt, bra arbetsställning för en medellång person i Sverige och går att vrida 360° runt den vertikala stängan, se figur 44. Den tyngsta delen, som väger 4 kg, är placerad längst ner. Dels för att inte behöva göra något större lyft med den och dels för att göra ställningen stabil med en låg tyngdpunkt. Sedan är de placerade utifrån vikt med den lättaste högst upp.

Denna lösning gör det enkelt för en person att ensam hantera MaP och minskar den ergonomiska belastningen jämfört med nuvarande förvaringslösning. Större delen av ställningen består av aluminium för att matcha de skenor som sitter på MaP delen som hängs runt om operationsbordet. Till foten valdes en tyngre metall för att bidra med stabilitet till konstruktionen. Både pinnarna och krokarna sitter fast genom svetsförband.

Upphängningen via öljetter medför även att produkten kan torka fullständigt, något som setts som ett problem vid den nuvarande situationen och kan bidra till bakteriehard om torkning inte sker ordentligt. Konceptet är funktionellt med en utformning som ger bra överblick och åtkomst till MaP. Den kompakta storleken gör också att pinnarna kan skjutas undan och ställningen kan placeras längs med en vägg eller i ett annat rum då den inte används.

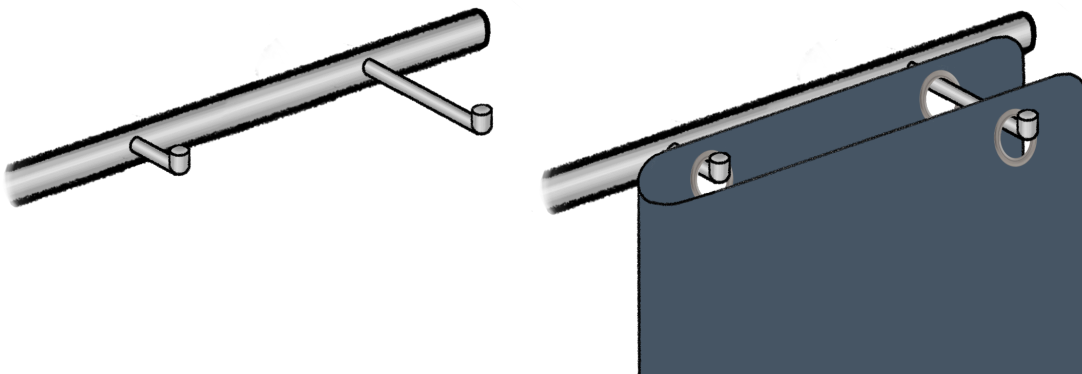


Figur 43 samt figur 44. Ställningen obelastad respektive med samtliga delar av MaP upphängda.

För att medge grepp och göra det enkelt och smidigt att förflytta ställningen har en greppvänlig yta placerats högst upp på ställningen. Denna yta är gjord i ribbad silikon vilket förmedlar enklare grepp för att kunna förflytta ställningen. De fem hjulen möjliggör förflyttning och dessa är också låsbara för att se till att ställningen står stabilt när MaP ska hängas på.

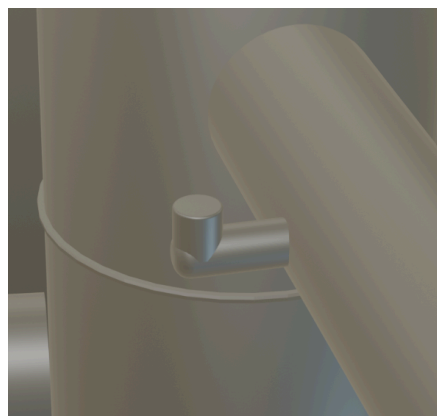
Både färger och material är valda för att matcha Texrays formspråk och göra en visuell koppling till Texrays befintliga produkter. Val av form och funktion har gjorts med hänsyn till Texrays värdeord; innovation, high-end och peace of mind. Den vridbara konstruktionen och upphängningslösningen utgör en funktionell förbättring som ligger i linje med strävan efter innovativa och användarvänliga lösningar.

På varje pinne är krokarna placerade för att passa just den del av MaP som ska hänga där. För de största delarna så innebär det en kortare och en längre krok då det ska hänga två öljetter på den längre, se figur 45.



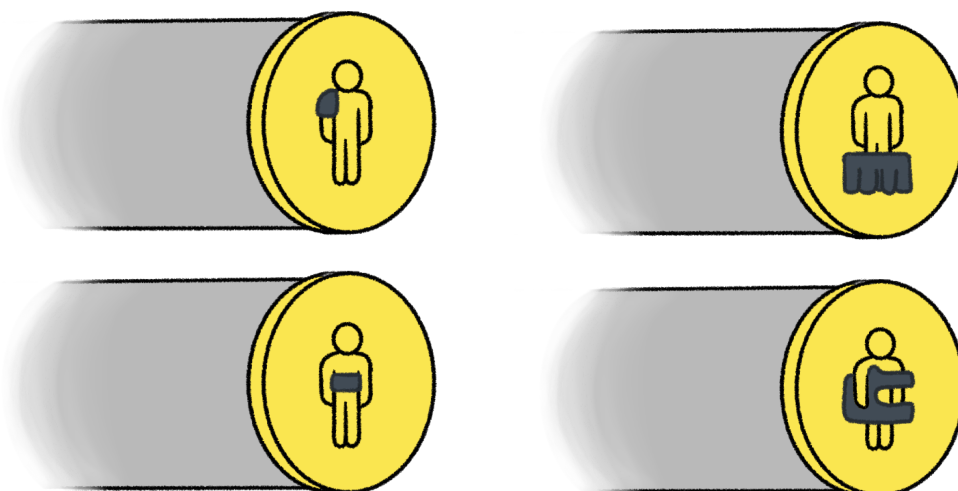
*Figur 45. Krokarnas utformning på ställningen med och utan MaP.*

Krokarna sitter fast på pinnen med svetsband och är cylinderformade med en rak krok på slutet. Böjen på kroken är så pass liten att öljetten kan träs rakt över utan något böjmoment av MaP och fungerar sedan som ett stopp, se figur 46.



*Figur 46. Inzoomad rendering av mötet mellan krok och pinne som är genom svetsförband.*

För att skapa en tydlig monteringsordning och ge en dedikerad plats för respektive del har grafik adderats i änden av pinnarna för att visualisera vilken del som avses, se figur 47. Denna grafik är densamma som används på respektive del av MaP för att beskriva hur varje del ska placeras på patienten.



*Figur 47. Grafik på ställningens pinnar.*

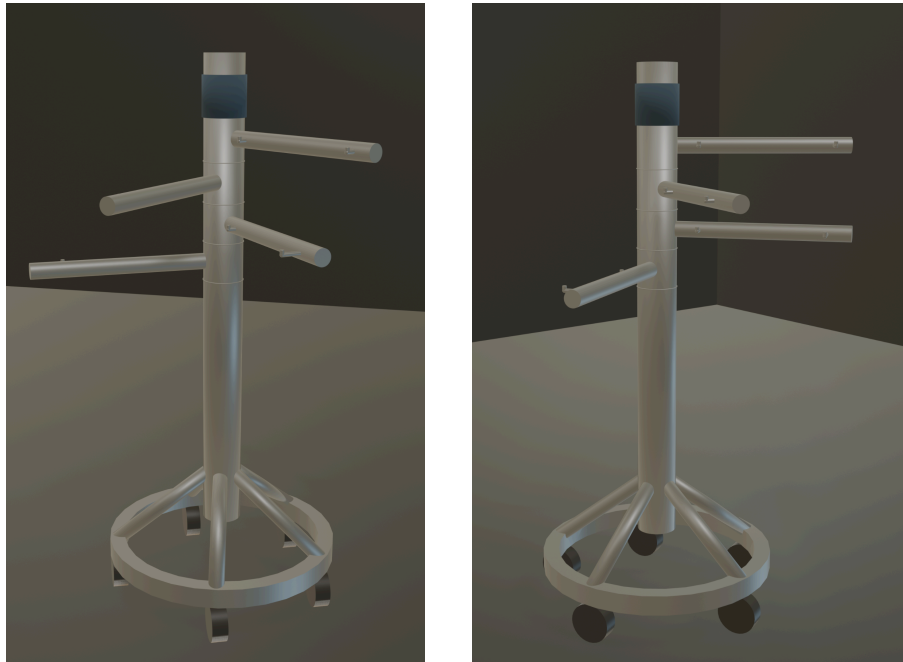
För att följa Texrays formspråk har grafiken adderats med hjälp av en gul plastplugg i varje ände av respektive pinne med tryckt grafik, se figur 48. Den gula, runda formen representerar Texrays logga, se figur 49, och skapar igenkänning till varumärket.



*Figur 48 samt figur 49. Genomsärning av änden på en pinne samt Texrays logga.*

## 5.1 3D-modell

Med hjälp av CAD programmet Blender skapades en 3D-modell av det färdiga konceptet. Nedan i figur 50 samt figur 51 syns 3D-modellen utifrån de slutliga skisserna men utan grafiken på pinnarna.



*Figur 50 samt figur 51. Rendering av 3D-modell av ställningen ifrån olika vinklar.*

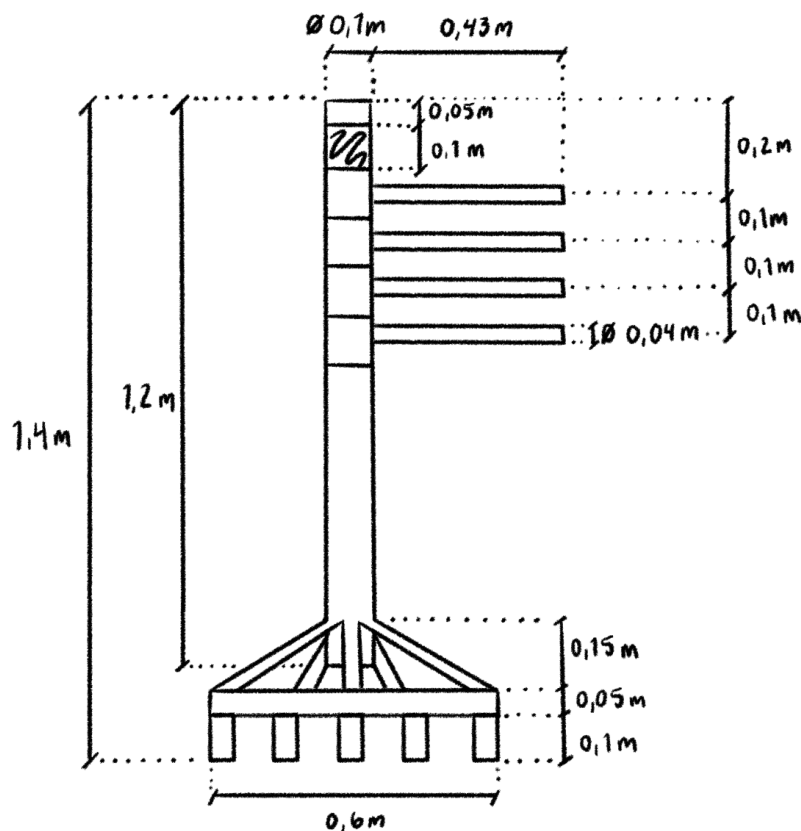
Modellen är skalenlig och skapades för att visualisera konceptet och ge en mer verklighetstrogen bild av hur ställningen kommer att se ut. I figur 52 nedan syns ställningen utplacerad i en tänkt användarmiljö.



*Figur 52. Rendering av 3D-modell i tänkt användarmiljö.*

## 5.2 Måttsättning

I figur 53 nedan syns en ritning av konceptet med samtliga relevanta mått angivna i meter. Ritningen är framtagen för att ge en överskådlig och noggrann beskrivning av ställningens dimensioner, placering av komponenter samt avstånd mellan delarna.



Figur 53. Ritning av slutkoncept med utsatta mått.

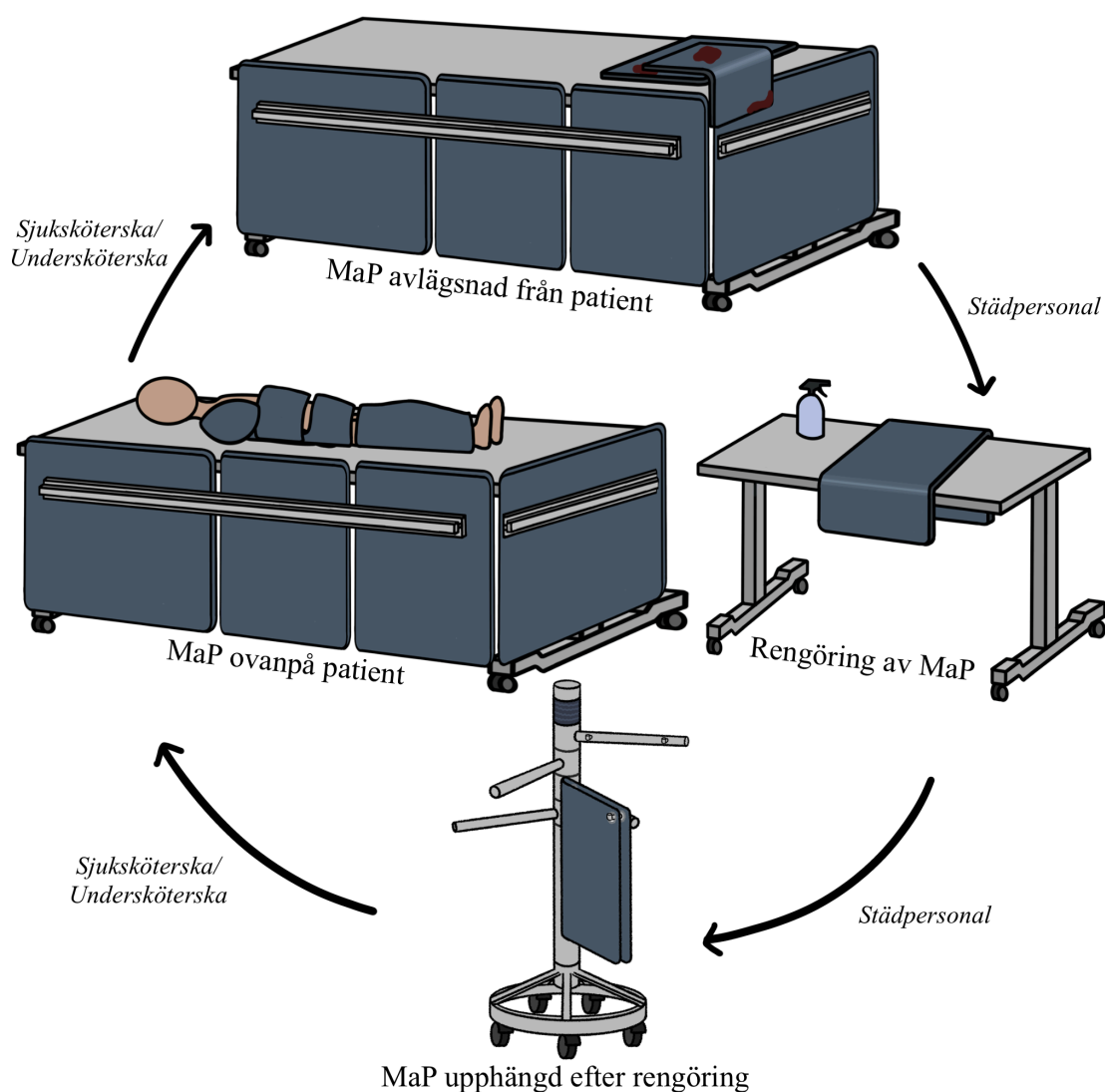
## 5.3 Tänkt användarscenario för framtaget koncept

Efter en försenad operation med komplikationer är arbetet äntligen slutfört. MaP avlägsnas från patienten och slängs i änden av operationsbordet. Produkten är kladdig av blod och läggs i hög på varandra i all hast. Efter en stund anländer städpersonalen som avlägsnar en del efter den andra av MaP och lägger på ett avlastningsbord i operationssalen. Produkten spritas och torkas av på ena sidan för att sedan vändas på och upprepa proceduren. Ställningen hämtas från hörnet i operationssalen och placeras vid operationsbordet. Med två händer kan städpersonal lyfta MaP och hänga upp en efter en på ställningen.

Nästa operation ska påbörjas och sjuksköterskan avlägsnar den rena och torra MaP från ställningen och kan placera den smidigt ovanpå patienten. MaP är nu på plats och operationen kan påbörjas.

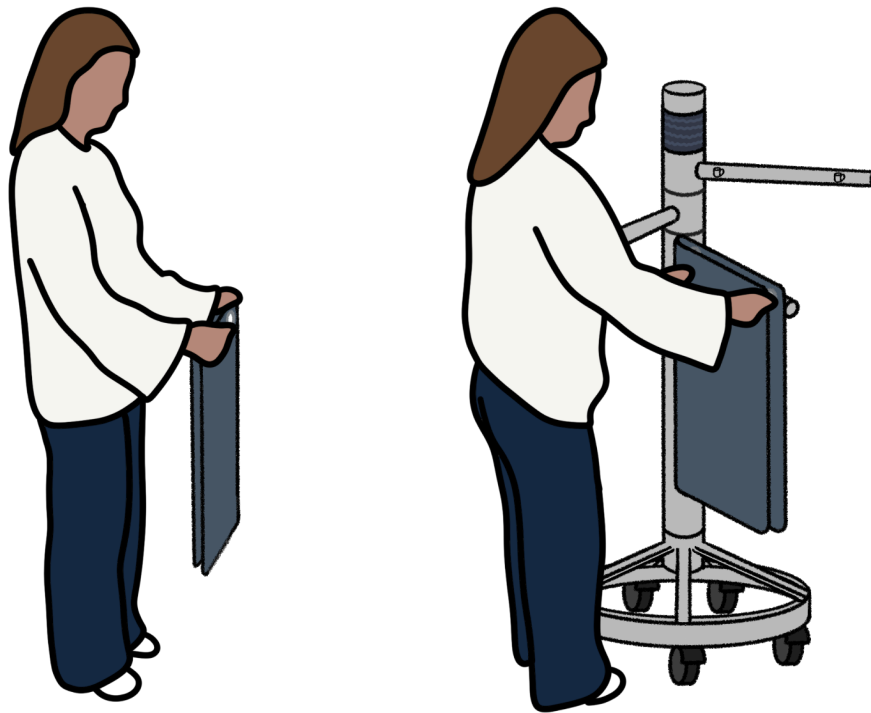
## 5.4 Förändrat arbetsflöde

Den nya förvaringen av MaP består av en ställning på hjul där produkten kan hängas upp på krokar med hjälp av öljetter i hörnen på MaP. Vid operation förflyttas MaP från ställningen till patient av undersköterska/sjuksköterska. Efter operationen är slutförd är det undersköterskan/sjuksköterskans arbetsuppgift att avlägsna MaP från patienten och lägga den på sidan av operationsbordet eller vid annat tillgängligt bord. Därefter anländer städpersonal som rengör MaP på ett avlastningsbord, om det finns tillgängligt, alternativt på operationsbordet eller direkt på ställningen. Efter att produkten har rengjorts hängs den upp på ställningen i väntan på nästa operation. För att förtydliga det förändrade arbetsflödet har det visualiserats i bild, se figur 54.



Figur 54. Förändrat arbetsflöde av MaP.

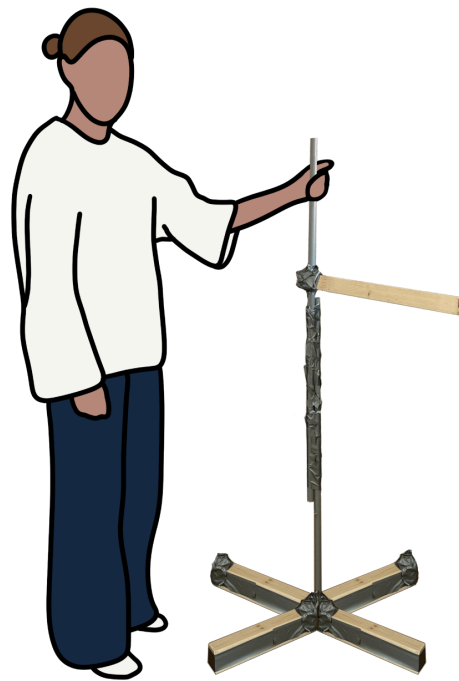
För att skapa förståelse kring slutkonceptets storlek har en principskiss skapats med en användare som är 170cm lång, se figur 55. Skissen visar en tänkt användarsituation där en användare går med en MaP del för att hänga upp den på ställningen. Som bilden visar så går detta att utföra själv och upphängningen sker i två punkter vilka var krav från kravspecifikationen.



*Figur 55. Principskiss med 170cm lång användare samt slutkonceptet.*

## 5.5 Verifiering av slutkoncept

För att säkerställa ett funktionellt koncept så skapades en mock-up, se figur 56. Syftet var bland annat att undersöka placeringen av handtaget. Efter tester bedömdes den bästa placeringen vara högst upp på ställningen, då detta gav bäst ergonomi för en medellång person i Sverige. Det noterades dock att denna placering kan upplevas något hög för kortare användare. Därför lyftes idéer om alternativa lösningar, exempelvis en utstickande pinne, vilket bedöms som möjliga förbättringar för vidareutveckling. Mock-upen var även värdefull för att få bättre förståelse för ställningens totala storlek och hantering.



*Figur 56. Principskiss med mock-up.*

## 6. Diskussion

Nedan diskuteras och reflekteras över examensarbetets genomförande och resultat. Kapitlet behandlar valda metoder, begränsningar och insikter som uppstått under arbetets gång. Här presenteras även en etik- och hållbarhetsanalys tillsammans med potentiella vidareutvecklingsområden.

### 6.1 Metoddiskussion och begränsningar

Införandet av MaP innebär ett tillägg i det befintliga arbetsflödet och upplevdes av personalen som en förändring i arbetsrutinerna. Detta kräver viss anpassning, men medför samtidigt positiva effekter vilket är ett ökat strålskydd. Den framtagna förvaringslösningen är utformad för att minimera den extra belastning som det nya momentet innebär, genom att förenkla hanteringen och möjliggöra att MaP torkar mellan operationerna. Placeringen av pinnarna och handtaget undersöktes därför med mål om en god arbetsställning för en bred användargrupp. Trots tester genom fysisk mock-up och ergonomiska analyser finns det fortfarande utrymme för vidareutveckling där en fysisk prototyp hade hjälpt för att verifiera valen ytterligare.

En del av arbetet har varit att säkerställa att dimensioneringen av ställningen uppfyller ställda krav på hållfasthet och stabilitet. De stabilitetsberäkningar som genomfördes baserades på uppskattade antaganden kring vikt och storlek av komponenter, men har i flera fall saknat exakt data. Detta innebär att resultatet bör beaktas med viss försiktighet, då förenklingar och antaganden kan ha påverkat noggrannheten i beräkningarna. För att öka tillförlitligheten hade ytterligare hållfasthetsberäkningar kunnat genomföras eller verifieras med fullskalig prototyp.

Ytterligare en begränsning i arbetet har varit att studiebesök och användartester i största utsträckning enbart genomförs på Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Detta innebär att det framtagna konceptet i hög utsträckning är anpassad efter rutiner, lokaler, behov och personal på just denna arbetsplats. Det gör att produktens användning på andra sjukhus kan vara begränsad, vilket i sin tur kan påverka intresse och relevans för andra sjukhus. Bredare användarstudier, med besök och intervjuer från fler sjukhus, hade kunnat bidra till en mer generell lösning anpassad för majoriteten av vårdinrättningar.

Projektet har även påverkats utav att MaP inte var lanserad på marknaden vid arbetets start. Därför har information om användning, hantering och implementering i sjukhusmiljön varit begränsad. Eftersom MaP fortfarande befann sig i testfas med kliniska tester har det dessutom varit svårt att observera dess praktiska användning kontinuerligt, vilket försvårade tidsplanen för arbetet och förståelsen för produkten och användarnas behov.

En annan aspekt som varit utmanande är kontakten med användarna. Även om vissa användartester och intervjuer genomfördes hade mer frekvent återkoppling från sjukvårdspersonal under arbetets gång kunnat bidra till ännu bättre förståelse för området och vilka behov som finns. Regelbunden kontakt med användare hade även kunnat göra det möjligt att identifiera och åtgärda potentiella brister i koncepten, något som gjordes men hade kunnat göras i större utsträckning och mer löpande.

Slutligen tillverkades endast en fysisk del-prototyp, där öljetterna stansades på en befintlig del av MaP, vilket bidrar till att konceptet inte kunde testas i sin helhet. Denna prototyp kompletterades med mock-up av pinnen där den hängdes på. En fysisk detaljrik prototyp av hela slutkonceptet hade gett en mer omfattande utvärdering av dess funktion, användbarhet och ergonomi.

## 6.2 Etik

För att säkerställa att det framtagna konceptet behandlar etiska aspekter har en etisk analys genomförts. Denna utgår från tre frågeställningar gällande arbetsmiljö, social hållbarhet och inkludering.

- Hur påverkar det framtagna konceptet arbetsmiljön för berörd personal?
- Hur ser arbetsförhållandena ut i länder där materialen till det framtagna konceptet tillverkas?
- Är det framtagna konceptet inkluderande i dess utformning?

Den första aspekten som har analyserats är hur konceptet påverkar arbetsmiljön för personal som kommer att hantera ställningen. Syftet med ställningen är att förbättra förvaringen av MaP vilket kan bidra till en mer organiserad och mindre rörig arbetsplats. Arbetsmiljön tros även förbättras genom att minska fysisk och kognitiv belastning då MaP har en given plats samt att de större delarna kan vikas för att ta mindre plats.

En andra etisk aspekt gäller arbetsförhållandena i de länder där materialen till det framtagna konceptet tillverkas. Även om det inte varit inom ramen för detta arbete att kartlägga leverantörer är det viktigt att vid produktion jämföra leverantörers arbetsvillkor och sociala ansvarstagande. Att välja leverantörer som är transparenta och öppna med deras arbetsvillkor hade därför varit en prioritet vid nästa steg av processen.

Slutligen har konceptet analyserats gällande inkludering i utformningen. Det eftersträvades tidigare i arbetet anpassningsbarhet i form av höj- och sänkbarhet för att möta olika användares behov och fysiska förutsättningar. Detta har inte implementerats i slutkonceptet då det har anpassats på andra sätt, genom ergonomisk analys och undersökning av standardmått på arbetsbänkar, för att få till ett användarvänligt koncept. Att göra ställningen höj- och sänkbar skulle medföra andra utmaningar, såsom en mer komplex och mindre hållbar konstruktion som innehåller fler delar. Därför prioriterades denna lösning bort till förmån för en enklare konstruktion med fasta höjder.

Användarvänlighet har varit ett centralt krav under hela arbetet och stort fokus har legat på att förvaringsanordningen ska kunna hanteras av en person. Sammantaget har arbetet syftat till att ta fram en mer inkluderande och användarvänlig lösning.

## 6.3 Hållbarhetsanalys

Detta avsnitt analyserar hållbarhetsaspekterna hos det framtagna konceptet, med fokus på ett ekologiskt och ekonomiskt perspektiv (för social hållbarhet se avsnitt 6.2 Etik). Texray har en miljöpolicy där certifiering enligt ISO 14000 eftersträvas hos alla leverantörer och för att uppnå en hållbar leveranskedja. De eftersträvar att minimera avfall i värdekedjan och lägger stort fokus på möjligheten till återvinning av deras produkter (Texray, 2023).

Det framtagna konceptet är till stor del tillverkat i aluminium, ett lätt och starkt material med goda återvinningsegenskaper. Det är 100% återvinningsbart utan att förlora sina ursprungliga egenskaper och vid återvinning går det endast åt 5% av den energi som behövs för att producera nytt aluminium (Interal, u.å.). Det tyngre materialet i foten är valt för att skapa stabilitet och här finns det möjlighet att använda återvunnet stål eller annan återvunnen metall för att minska klimatpåverkan. Greppytan i silikon bidrar till säker hantering, det har också goda egenskaper såsom slitstyrka, temperaturlåghet och kemikalieresistens, vilket gör det väl lämpat för medicinska sammanhang (GFF, u.å.). Ur ett hållbarhetsperspektiv har det dock begränsade återvinningsmöjligheter och bör därför användas i begränsad mängd. Ett sätt att stärka produktens hållbarhetsprofil är därför att möjliggöra demontering och återbruk av silikonkomponenten.

En central hållbarhetsaspekt i konceptet är produktens förväntade livslängd. Aluminium valdes som huvudsakligt material tack vare dess styrka, låga vikt och goda korrosionsbeständighet, vilket ger goda förutsättningar för en lång livstid. För att främja korrekt användning och minska risken för felaktig hantering har tydlig grafik adderats som visar var varje del av MaP ska placeras. Detta bidrar inte bara till en mer effektiv användning utan förväntas även minska slitage och därmed förlänga produktens livslängd.

## 6.4 Vidareutveckling

Under arbetets gång identifierades flera möjligheter för vidareutveckling som kan vara relevant för fortsatt utveckling av konceptet.

Från början valdes höj- och sänkbarhet som en funktion för att förbättra ergonomi och anpassningsbarhet för användare. Detta valdes bort dels på grund av de hållfasthetsberäkningar som krävdes för att säkerställa att ställningen håller vid belastning blev för komplexa i förhållande till arbetets tidsramar och resurser, och dels för att det fanns fördelar med att inte inkludera denna funktion. Trots att det valdes bort så är ställningen anpassad för att vara inkluderande. Men en ställning med höj-och sänkbart skulle kunna återupptas i framtida arbete med hjälp av exempelvis mer avancerade beräkningar och tester.

Vidare kan det vara värdefullt att undersöka om ställningen kan utformas för att rymma fler produkter eller ha ytterligare funktioner. Förutom nuvarande delar av MaP skulle exempelvis ställningen kunna förvara Texrays andra produkter, som MindPeace och HeadPeace, eller städprodukter anpassade till just MaP. Detta hade kunnat effektivisera utrymmet i operationssalen och ge ställningen ytterligare användningsområden.

En möjlig vidareutveckling är även att kolla på möjligheten att addera ett tygstycke, stansat med öljetter, istället för att addera öljetter direkt på MaP. Kliniska tester hade därför behövts för att undersöka om strålskyddet minskas vid valt koncept och om då material behöver adderas för att inte kompromissa med skyddet men samtidigt bidra till smidig förvaring.

Ett annat möjligt utvecklingsområde är att fortsätta utforska möjligheterna med en förvaringsanordning som hängs på operationsbordet. I dagsläget var det inte tillåtet att förvara alla ingående delar av MaP på bordet då den maximalt tillåtna vikten överskreds. Det skulle dock kunna vara av intresse att undersöka om operationsbordet kan modifieras eller bytas ut för att möjliggöra en sådan lösning. Detta skulle kunna bidra till en förvaringsanordning som inte tar ytterligare plats i operationssalen.



## 7. Slutsats

Nuvarande lösning för förvaring och hantering av strålskyddsutrustning i operationssalar är ofta bristfälliga och påverkar både arbetsmiljön och det dagliga arbetsflödet negativt. I MaP fall saknas det en förvaringslösning i nuläget vilket leder till att produkten hanteras på ett oorganiserat sätt. Exempelvis placeras smutsiga strålskydd tillfälligt på operationsbord eller avlastningsytor vilket försvårar både rengöring och ett ergonomiskt arbetsflöde. Arbetsmiljön blir stressig och rörig och kan öka den fysiska och kognitiva belastningen hos personalen.

I nuläget hanteras MaP genom att den efter slutförd operation läggs i en hög på operationsbordet eller annat tillgängligt avlastningsbord. Städpersonal ansvarar sedan för att rengöra MaP vilket sker manuellt och utan dedikerad yta för rengöring. Behovet av förändring har uttryckts av personal på Sahlgrenska Universitetssjukhuset där önskemål finns om en lösning som förenklar rengöring samt bidrar med dedikerad yta för förvaring.

För att ett förvaringssystem för strålskyddsutrustning ska kunna integreras i olika sjukhusmiljöer krävs en förvaringslösning som på ett eller annat sätt inte hindrar arbetet i operationssalen. Olika sjukhus och olika arbetsroller har uttryckt olika behov för just sin arbetsplats. Förutom dessa behov behöver en förvaringslösning vara stabil och hygieniskt godkänd för att användas i operationssalen.

Det framtagna konceptet har utformats för att möta ovan nämnda krav och behov. Genom att bidra med en ställning på hjul som möjliggör upphängning av MaP med hjälp av öljetter har förutsättningarna ökat för ett mer ergonomisk och effektivt arbetsflöde för produkten.

Ställningen har designats med hänsyn till medellängden i Sverige och har med hjälp av detta samt REBA analys framkommit som en mer ergonomisk lösning än nuvarande förvaring av MaP. Även om möjligheten till höj- och sänkbarhet initialt övervägdes visade analyser att en fast konstruktion möjliggör högre stabilitet och tillförlitlighet i den krävande miljö som en operationssal innebär. Genom att istället fokusera på smart utformning och användaranpassade detaljer har slutkonceptet blivit ett steg mot en mer ergonomisk, tidseffektiv och förenklad hantering av MaP, oavsett användarens längd.



# Referenser

Andersson, A-K. (2022). *Allt du velat fråga om PCI*. Riksförbunden HjärtLung.

<https://www.hjart-lung.se/vart-arbete/tidningen-status/artiklar/allt-du-velat-fraga-om-pci/>

Berlin, C., & Adams, C. (2017). *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. London: Ubiquity Press.

Gotlands Gummifabrik AB. (u.å.) *Gummi och silikon som material*.

<https://www.ggf.se/gummi-och-silikon/>

Hutchinson, C. (2023). *What Is a C-Arm?*. Maven Imaging.

<https://www.mavenimaging.com/blog/what-is-c-arm>

Interal. (u.å.) *Återvinning av aluminium*.

<https://interal.se/fakta-om-aluminium/miljopaverkan-och-atervinning/>

Ivarsson Sandén, L. (19 januari 2024). *Rätt mått för ett lättjobbat kök*. Villaägarna.

<https://www.villaagarna.se/radgivning-och-tips/inomhus/kok/ratt-matt-for-ett-lattjobbat-kok/>

Johns Hopkins Medicine. (u.å.). *Preparing for Surgery: The Operating Room*.

<https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/the-day-of-surgery-getting-ready-for-surgery-the-operating-room>

Kaulio, M. et al. (1999). PRE- kundförståelse i produktutvecklingen.

Läkartidningen. (2017). *Vaskulär och interventionell radiologi nu certifierad*. Läkartidningen.

<https://lakartidningen.se/aktuellt/kultur-2/2017/05/vaskular-och-interventionell-radiologi-nu-certifierad/>

Mavig. (u.å). *Blyglasögon*. <https://mavig.com/product/br125/>

Mirsch, H. (12 september 2023). Klassikern: Grejen med blyförklädet. *Vårdfokus*.  
<https://www.vardfokus.se/nyheter/klassikern-grejen-med-blyforkladet/>

Mitru Healthcare. (u.å.a). *Vagn för förvaring av medicinsk utrustning*.  
<https://www.mitru.se/m%C3%B6bler-och-medicinsk-utrustning>

Mitru Healthcare. (u.å.b). *Instrumentbord och avlastningsvagn*.  
<https://www.mitru.se/m%C3%B6bler-och-medicinsk-utrustning>

Scanflex Medical AB. (u.å.a). *Allmänt om våra strålskyddskläder*.  
<https://scanflex.se/allmant-om-stralskyddsklader/>

Scanflex Medical AB. (u.å.b). *Strålskyddsförkläden*.  
<https://scanflex.se/en/protective-clothing/>

Scanflex Medical AB. (u.å.c). *Strålskyddskrage*. <https://scanflex.se/en/thyroid-protection/>

Scanflex Medical AB. (u.å.d). *Förvaring*. <https://scanflex.se/forvaring/>

SCB. (9 oktober 2018). *Varannan svensk har övervikt eller fetma*.  
<https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2018/varannan-svensk-har-overvikt-eller-fetma/>

Strålsäkerhetsmyndigheten. (9 oktober 2019). *Om strålning i vården*.  
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/sjuk--och-tandvard/om-stralning-i-varden>

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2023). *Ordlista kärnkraft: A-D*.  
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/karnkraft/ordlista-karnkraft/a-j/?searchQuery=alara>

Strålsäkerhetsmyndigheten. (11 februari 2025). *Om strålning*.

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/om-stralning/>

Texray AB. (2023). *Environmental policy*.

[https://texray.io/wp-content/uploads/2024/03/Texray\\_Environmental\\_Policy-1.pdf?\\_gl=1\\*17xguxo\\*\\_up\\*MQ..\\*\\_ga\\*MjAwNDI4NDQ3OS4xNzQwMzkxNTI0\\*\\_ga\\_EJT4QXB52S\\*MTc0MDQ3NjQ1OC4yLjEuMTc0MDQ3NjQ3OC4wLjAuMA](https://texray.io/wp-content/uploads/2024/03/Texray_Environmental_Policy-1.pdf?_gl=1*17xguxo*_up*MQ..*_ga*MjAwNDI4NDQ3OS4xNzQwMzkxNTI0*_ga_EJT4QXB52S*MTc0MDQ3NjQ1OC4yLjEuMTc0MDQ3NjQ3OC4wLjAuMA)

Texray AB. (u.å.a). *Texray innovation*.

[https://texray.io/resources/texray-innovation/?\\_gl=1\\*264y9y\\*\\_up\\*MQ..\\*\\_ga\\*NzE3MDEyNjAyLjE3NDAzOTA2NDY.\\*\\_ga\\_EJT4QXB52S\\*MTc0MDM5MDY0My4xLjAuMTc0MDM5MDY0My4wLjAuMA](https://texray.io/resources/texray-innovation/?_gl=1*264y9y*_up*MQ..*_ga*NzE3MDEyNjAyLjE3NDAzOTA2NDY.*_ga_EJT4QXB52S*MTc0MDM5MDY0My4xLjAuMTc0MDM5MDY0My4wLjAuMA) (hämtad 24 februari 2025)

Texray AB. (u.å.b). *MindPeace*.

[https://texray.io/products/mindpeace/?\\_gl=1\\*bdlssc\\*\\_up\\*MQ..\\*\\_ga\\*MTcxMjYwNjcxOS4xNzQ3MzAzODUw\\*\\_ga\\_EJT4QXB52S\\*cze3NDczMDM4NDYkbzEkZzEkdDE3NDczMDQwODQkajAkbDAkaDA](https://texray.io/products/mindpeace/?_gl=1*bdlssc*_up*MQ..*_ga*MTcxMjYwNjcxOS4xNzQ3MzAzODUw*_ga_EJT4QXB52S*cze3NDczMDM4NDYkbzEkZzEkdDE3NDczMDQwODQkajAkbDAkaDA).

Texray AB. (u.å.c). *HeadPeace*.

[https://texray.io/products/headpeace/?\\_gl=1\\*di44ei\\*\\_up\\*MQ..\\*\\_ga\\*MjEyMTk3MjM4OC4xNzQ4MjAzMjMw\\*\\_ga\\_EJT4QXB52S\\*cze3NDgyMDMyMjckbzEkZzEkdDE3NDgyMDMyMzUkajAkbDAkaDAkZDhVUng3YmRaeUdmRkw4dEJrRnR3S1owR25aQ0c4cUhxOGc](https://texray.io/products/headpeace/?_gl=1*di44ei*_up*MQ..*_ga*MjEyMTk3MjM4OC4xNzQ4MjAzMjMw*_ga_EJT4QXB52S*cze3NDgyMDMyMjckbzEkZzEkdDE3NDgyMDMyMzUkajAkbDAkaDAkZDhVUng3YmRaeUdmRkw4dEJrRnR3S1owR25aQ0c4cUhxOGc).

Texray AB. (u.å.d).

[https://texray.io/?\\_gl=1%2A13rvgib%2A\\_up%2AMQ..%2A\\_ga%2AMjEyMTk3MjM4OC4xNzQ4MjAzMjMw%2A\\_ga\\_EJT4QXB52S%2Acze3NDgyMDMyMjckbzEkZzEkdDE3NDgyMDMyMzUkajAkbDAkaDAkZDhVUng3YmRaeUdmRkw4dEJrRnR3S1owR25aQ0c4cUhxOGc](https://texray.io/?_gl=1%2A13rvgib%2A_up%2AMQ..%2A_ga%2AMjEyMTk3MjM4OC4xNzQ4MjAzMjMw%2A_ga_EJT4QXB52S%2Acze3NDgyMDMyMjckbzEkZzEkdDE3NDgyMDMyMzUkajAkbDAkaDAkZDhVUng3YmRaeUdmRkw4dEJrRnR3S1owR25aQ0c4cUhxOGc).

von Vogelsang, A. & Erichsen Andersson, A. (2022). *Operationsavdelning*. Vårdhandboken. <https://www.vardhandboken.se/vardhygien-infektioner-och-smittspridning/operationssjukvard/operationsavdelning/>

Västra Götalandsregionen, Södra Älvsborgs sjukhus. (2021). *Verksamhet med genomlysning med C-båge på Södra Älvsborgs Sjukhus*. <https://mellanarkiv-offentlig.vgregion.se/alfresco/s/archive/stream/public/v1/source/available/SOFIA/SAS9631-514148307-39/SURROGATE/Verksamhet%20med%20genomlysning%20med%20C-b%c3%a5ge%20p%c3%a5%20S%c3%b6dra%20%c3%84lvsborgs%20Sjukhus.pdf>

Västra Götalandsregionen. (2025). *Strålskydd vid undersökningar och behandlingar med röntgenstrålning*. (NU10193-390712850-19). <https://mellanarkiv-offentlig.vgregion.se/alfresco/s/archive/stream/public/v1/source/available/sofia/nu10193-390712850-19/surrogate/Str%C3%A5lskydd%20vid%20unders%C3%B6knings%20och%20behandlingar%20med%20r%C3%B6ntgenstr%C3%A5lning.pdf>

Österlin, K. (2010). *Design i fokus för produktutveckling: Varför ser saker ut som de gör?*. Liber.

1177. (13 september 2022). *Undersökning och behandling av gallvägarna – ERCP*. <https://www.1177.se/Vastra-Gotaland/undersokning-behandling/undersokningar-och-provtagn/undersokning-och-behandling-med-endoskopi/undersokning-och-behandling-av-gallvagnar--ercp/>

# Bilagor

## Bilaga A. Intervjufrågor

Med personal som inte har arbetat och hanterat Masterpeace

Läkare/sjuksköterskor

### **Bakgrund**

- Vad är din ålder, roll och hur länge har du jobbat inom detta?
- Vad för strålskydd arbetar ni med?
- Hur många gånger per arbetsdag och hur länge bär du strålskydd?
- Känner du dig trygg med dagens strålskydd som används?
- Finns det tillfällen då du tycker strålskyddet bedöms obekvämt eller otillräckligt?

### ***Ergonomi/hantering***

- Vilka moment är ergonomiskt belastande?
- Blir det många lyft över axelhöjd?
- Hur lång tid tar det att ta på och av strålskydd, och finns det något i den processen som skulle kunna förbättras?

### **Förvaring**

- Hur/vart förvarar ni nuvarande strålskydd?
- Ser ni några problem eller utmaningar med nuvarande förvaringslösningar av strålskydden?
- Har ni några önskemål om en bättre lösning för förvaring och hantering av strålskydd?

### **Övriga kommentarer**

## Städ

### **Bakgrund**

- Vad är din ålder, roll och hur länge har du jobbat inom detta?

### **Rengöring**

- Hur ser processen för rengöring av strålskydden ut?
- Vart sker den?
- Finns det några specifika regler eller riktlinjer som måste följas vid rengöring och förvaring?
- Hur rengörs övriga produkter efter operation?

### **Ergonomi/hantering**

- Vilka moment är ergonomiskt belastande?
- Blir det många lyft över axelhöjd?

### **Förvaring**

- Vart förvaras strålskydden?
- Ser ni några problem eller utmaningar med nuvarande förvaringslösningar av strålskydden?
- Finns det hygieniska eller praktiska aspekter ni skulle vilja förbättra kring hanteringen av strålskydd?
- Finns det problem med hur strålskydden transporteras mellan olika avdelningar eller rum?

### **Övriga kommentarer**

## Med personal som har arbetat och hanterat Masterpeace

### Läkare/sjuksköterskor

#### **Bakgrund**

- Vad är din ålder, roll och hur länge har du jobbat inom detta?
- Hur många gånger per arbetsdag och hur länge bär du strålskydd?
- Känner du dig trygg med dagens strålskydd som används?
- Finns det tillfällen då du tycker nuvarande strålskyddet bedöms otillräckligt?

#### **Masterpeace**

- Hur ser din hantering av MaP ut?
- Hur påverkar MaP din arbetsrutin? Förbättrar eller förvärrar den?
- Hur många är ni för att hantera MaP? - för varje situation?
- Anser du att MaP är lik övriga produkten du hanterat?
- Om inte, vad skiljer sig?
- Är det enkelt att förstå hur MaP ska hanteras?

#### **Ergonomi**

- Vilka moment är ergonomiskt belastande?
- Blir det många lyft över axelhöjd?
- Hur lång tid tar det att ta på och av MaP, och finns det något i den processen som skulle kunna förbättras?
- Hur/vart förvarar ni nuvarande strålskydd?
- Ser ni några problem eller utmaningar med nuvarande förvaringslösningar av strålskydden?
- Har ni några önskemål om en bättre lösning för förvaring och hantering av strålskydd?
- Hade ni föredragit om era personligt burna strålskydd också hade förvarats i operationssalen? Hade det varit möjligt?

#### **Övriga kommentarer**

## Städ

### **Bakgrund**

- Vad är din ålder, roll och hur länge har du jobbat inom detta?

### **Rengöring**

- Kan du beskriva ett scenario av rengöring av MaP?
- Hur lång tid tar det att rengöra/lägga undan MaP?
- Hur upplever du att rengöring av MaP fungerar?
- Vart sker den?
- Är det enkelt att förstå hur produkten ska rengöras?
- Rengörs MaP på samma sätt som övriga produkter?  
Om inte, hur skiljer det sig?
- Hur lång tid tar det för MaP att torka?
- Hur/vart förflyttar du övriga produkter i operationssalen efter rengöring?
- Finns det några specifika regler eller riktlinjer som måste följas vid rengöring och förvaring?
- Hur lång tid har ni för städ efter varje operation? Kan detta skilja sig?
- Hur är det med att rengöra kardborre? Kan det vara ett alternativ för upphängning?

### **Ergonomi/hantering**

- Innebär din hantering många lyft, förflyttning osv av produkten?
- Isf uppskattningsvis hur många?
- Vilka moment är ergonomiskt belastande?
- Blir det många lyft över axelhöjd?
- Finns det något sätt att förstå om MaP är rengjord eller inte?

### **Förvaring**

- Vart förvaras MaP?
- Ser ni några problem eller utmaningar med nuvarande förvaringslösningar av MaP?
- Finns det hygieniska eller praktiska aspekter ni skulle vilja förbättra kring hanteringen av MaP?
- Finns det problem med hur MaP transporteras mellan olika avdelningar eller rum?

### **Övriga kommentarer**

## Observation

Tror vi att MaP går att förvara på en stång?

Kan den hänga medans den rengörs? Eller "puttas" den iväg?

## Ergonomi/REBA

Hur många lyft? Hur många lyft över axelhöjd?

Ser det ansträngt ut?

Når de allt?

Kroppsställning, står de på tå?

## Händelseförlopp för hantering av MaP (kartlägga arbetsflöde)

- Vem förflyttar MaP från nuvarande förvaring till patient innan operation? Vart ligger den?
- Vem förflyttar MaP från patienten efter operation? Vart läggs den?
- Vem rengör MaP?
- Vem förflyttar MaP från rengöring till slutgiltig förvaring?

## Miljö

Rörelsemönster - vart skulle en potentiell hänganordning kunna stå? Eller sitta på väggen?

Står andra förvaringsanordningar på hjul eller inte? Hur många andra finns de? Hur ser dessa ut?

Varför står förvaring/verktyg på hjul eller inte?



# Bilaga C. REBA analys - nuvarande situation

## REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: Nuvarande situation

Date: 07-05-2025

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

#### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

1  
Neck Score

#### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

2  
Trunk Score

#### Step 3: Legs



Step 4: Look-up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above,  
Locate score in Table A

3  
Posture Score A

#### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2

Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

0  
Force / Load Score

#### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

3  
Score A

#### Scoring

1 = Negligible Risk  
2-3 = Low Risk. Change may be needed.  
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.  
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change  
11+ = Very High Risk. Implement Change

### Scores

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Trunk Posture	2	3	4	5	3	4	5	6	4	3	3	5	
Score	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	

Table B		Lower Arm			
		1		2	
Wrist	1	2	3	1	3
	1	1	2	1	2
	2	1	2	3	4
Upper Arm	3	4	5	4	5
Score	4	4	5	5	6
	5	6	7	8	8
	6	7	8	8	9

Score A	Table C											
	Score B											
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

5 + 0 = 5  
Table C Score    Activity Score    REBA Score

### B. Arm and Wrist Analysis

#### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

3  
Upper Arm Score

#### Step 8: Locate Lower Arm Position:



2  
Lower Arm Score

#### Step 9: Locate Wrist Position:



2  
Wrist Score

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

#### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

5  
Posture Score B

#### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip, **good: +0**  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling  
acceptable with another body part, **fair: +1**  
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**  
No handles, awkward, unsafe with any body part,  
**Unacceptable: +3**

1  
Coupling Score

#### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain  
Score B. Find column in Table C and match with  
Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

6  
Score B

#### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

## Bilaga D. Kravspecifikation

Chalmers	IMSX20 - Examensarbete vid Industri- och materialvetenskap	Kravspecifikation: Förvaringsanordning för nuvarande strålskydd mellan operationer			
Utfärdare: Maja Olsson och Josefin Lilja		Skapad: 03-04-2025	Modifierad: 15-05-2025		
Kriterier		Målvärde	K/Ö	Vikt	Kommentar
<b>Huvudkriterier</b>					
Erhåller förvaring av MaP			K		Förvara mellan användning på patienter
Produkten ska förenkla rengöringsprocessen av MaP			Ö	1	
<b>1</b>	<b>Prestanda - mekaniska egenskaper</b>				
	1.1 Kraft	min. 9,02kg	K		Produkten klarar av belastning av ingående 4 delar Rengöringsprodukter, blod, urin
	1.2 Produkten ska tåla samtliga vätskor		K		
	1.3 Produkten ska kunna rengöras		K		
<b>2</b>	<b>Hantering</b>				
	2.1 Produkten ska vara anpassningsbar		Ö	6	Nice to have, men på vilken bekostnad? Utifrån ergonomisk belastning
<b>A</b>	2.2 Produkten ska kunna förflyttas		K		Krav 2.2 alt. 2.3
	2.2.1 Produkten ska medge stabil och enkel förflyttning		K		Produkten ska vara enkel att manövrera
<b>B</b>	2.3 Produkten ska medge infästning		K		Krav 2.2 alt. 2.3
	2.3.1 Produkten ska medge stabil och manövrerbar infästning		K		Produkten ska kunna enkelt manövreras vid infästning
	2.4 Produkten ska förbättra ergonomin vid hantering		K		Förbättring utifrån nuvarande användarsituation
	2.5 Produkten ska kunna hanteras av en person		K		Infästning i maximalt två punkter
	2.6 Produkten ska förenkla monteringsordning av MaP		Ö	7	Tydliggör monteringsordning på patient
<b>3</b>	<b>Hygien</b>				
	3.1 Produkten ska kunna förenkla torkning av MaP		Ö	2	Bakteriepenetration om materialet inte får torka; bakteriehard
<b>4</b>	<b>Organisation och förvaring</b>				
	4.1 Produkten ska kunna förvara ingående delar av MaP	4 delar	K		Min. höjd 82cm
	4.1.1 Produkten ska erhålla specifik plats för vardera del av MaP		Ö	3	
	4.2 Produkten ska ta så lite plats som möjligt i operationssalen		Ö	5	
	4.3 Erbjudna förvaring av övrig strålskyddsutrustning		Ö	10	Reservdelar, verktyg, MindPeace, HeadPeace, instruktionsbok
<b>5</b>	<b>Hållbarhet</b>				
	5.1 Produkten ska vara återvinningsbar		Ö	8	Produkten ska tåla upprepad användning och dagligt slitage
	5.2 Produkten ska vara hållbar		K		
<b>6</b>	<b>Utförning</b>				
	6.1 Produkten ska följa Texrays formspråk		K		Möjlighet till information om ren/smutsig, montering
	6.2 Produkten ska passa in i sjukhusmiljön		Ö	9	
	6.3 Tilläggsgrafik för underlättande av användning		Ö	4	

# Bilaga E. REBA analys - Konsept Fot

## REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: *Konsept Fot*

Date: 05-05-2025

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

#### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

1  
Neck Score

#### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

2  
Trunk Score

#### Step 3: Legs



Step 4: Look-up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above,  
Locate score in Table A

1  
Leg Score

#### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2

Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

2  
Posture Score A

0  
Force / Load Score

#### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

2  
Score A

#### Scoring

1 = Negligible Risk  
2-3 = Low Risk. Change may be needed.  
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.  
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change  
11+ = Very High Risk. Implement Change

### Scores

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
Score	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Table B		Lower Arm			
		1		2	
Wrist	1	1	2	3	3
Upper Arm	2	1	2	2	1
Score	3	3	4	5	4
	4	4	5	5	6
	5	6	7	8	7
	6	7	8	8	9

Table C		Score B											
Score A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	5	6	6	7	7	8		
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

4 + 0 = 4  
Table C Score    Activity Score    REBA Score

### B. Arm and Wrist Analysis

#### Step 7: Locate Upper Arm Position:



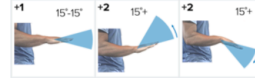
Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

3  
Upper Arm Score

#### Step 8: Locate Lower Arm Position:



#### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

2  
Wrist Score

#### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

5  
Posture Score B

#### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip, **good: +0**  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling  
acceptable with another body part, **fair: +1**  
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**  
No handles, awkward, unsafe with any body part,  
**Unacceptable: +3**

1  
Coupling Score

#### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain  
Score B. Find column in Table C and match with  
Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

6  
Score B

#### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

# Bilaga F. REBA analys - Konsept Skena

## REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: *Konsept skena*

Date: 05-05-2025

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

#### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

1  
Neck Score

#### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

2  
Trunk Score

#### Step 3: Legs



Step 4: Look-up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above,  
Locate score in Table A

2  
Posture Score A

#### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2

Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

0  
Force / Load Score

#### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

2  
Score A

#### Scoring

1 = Negligible Risk  
2-3 = Low Risk. Change may be needed.  
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.  
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change  
11+ = Very High Risk. Implement Change

### Scores

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Trunk Posture	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	
Score	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	

Table B		Lower Arm					
		1		2		3	
Wrist	1	2	3	2	3		
	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	3	4	
Upper Arm	3	3	4	5	4	5	5
Score	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	9	9	9

Table C		Score B											
Score A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	1	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

2 + 0 = 2  
Table C Score    Activity Score    REBA Score

### B. Arm and Wrist Analysis

#### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

2  
Upper Arm Score

#### Step 8: Locate Lower Arm Position:



#### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

1  
Wrist Score

#### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

2  
Posture Score B

#### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip, **good: +0**  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling  
acceptable with another body part, **fair: +1**  
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**  
No handles, awkward, unsafe with any body part,  
**Unacceptable: +3**

1  
Coupling Score

#### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain  
Score B. Find column in Table C and match with  
Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

3  
Score B

#### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

# Bilaga G. REBA analys - Koncept Väg

## REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: *Koncept Väg*

Date: 05-05-2025

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

#### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

Neck Score

#### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

Trunk Score

#### Step 3: Legs



Adjust:

Leg Score

#### Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score A

#### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2

Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force / Load Score

#### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A

#### Scoring

1 = Negligible Risk  
2-3 = Low Risk. Change may be needed.  
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.  
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change  
11+ = Very High Risk. Implement Change

### Scores

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Score	3	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Table B		Lower Arm					
		1		2		3	
Wrist	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
Upper Arm	3	3	4	5	4	5	5
Score	4	4	5	5	6	7	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	9	9	9

Score A	Table C											
	Score B						Score B					
1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12	
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Table C Score: 4 + Activity Score: 0 = REBA Score: 4

### B. Arm and Wrist Analysis

#### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

Upper Arm Score

#### Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score

#### Step 9: Locate Wrist Position:



Wrist Score

Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

#### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Posture Score B

#### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip, **good: +0**  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, **fair: +1**  
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**  
No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable: +3**

Coupling Score

#### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B

#### Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

## Bilaga H. Intervjusvar återkoppling Sahlgrenska

### Städ

- Städ hatar den ”jag hatar den”
- Tung att städa
- Vi vill inte behöva bära den
- 5-6 städningar per dag
- Färgen dålig för blod (mycket psykiskt)
- Svårt att veta om MaP är rengjord eller inte

### Ssk/usk

- Maxvikt för operationsbordet, MaP ej ok
- Vill helst inte ha något på bordet då MaP inte används på alla operationer i salen
- Våldigt inpräntat att man inte vill vika strålskydd, strålskydd med bly får inte vikas!
- Skenan på kortsidan ofta ockuperat av annat
- Instrument på långsidan flyttas fram och tillbaka så att patienten ska kunna komma på/av operationsbordet
- Finns gott om plats i operationssalen för att ha något på hjul

# Bilaga I. REBA analys - Koncept Fot 2

## REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: *Koncept Fot*

Date: *12-05-2025*

### A. Neck, Trunk and Leg Analysis

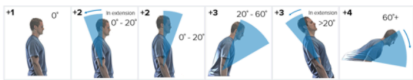
#### Step 1: Locate Neck Position



Step 1a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

1  
Neck Score

#### Step 2: Locate Trunk Position



Step 2a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

2  
Trunk Score

#### Step 3: Legs



Step 4: Look-up Posture Score in Table A  
Using values from steps 1-3 above,  
Locate score in Table A

1  
Leg Score

#### Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0  
If load 11 to 22 lbs.: +1  
If load > 22 lbs.: +2

Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

2  
Posture Score A

0  
Force / Load Score

#### Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.  
Find Row in Table C.

2  
Score A

#### Scoring

1 = Negligible Risk  
2-3 = Low Risk. Change may be needed.  
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.  
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change  
11+ = Very High Risk. Implement Change

### Scores

Table A		Neck											
		1				2				3			
Legs	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
Score	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Table B		Lower Arm					
		1		2			
Wrist	1	1	2	3	1	2	3
	2	1	2	2	1	2	3
	3	2	1	2	2	3	4
Upper Arm	4	3	4	5	4	5	5
Score	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Score A	Table C											
	Score B											
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

4 + 0 = 4  
Table C Score    Activity Score    REBA Score

### B. Arm and Wrist Analysis

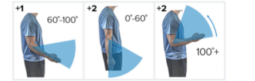
#### Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

3  
Upper Arm Score

#### Step 8: Locate Lower Arm Position:



#### Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust...  
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

1  
Wrist Score

#### Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

4  
Posture Score B

#### Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip, **good: +0**  
Acceptable but not ideal hand hold or coupling  
acceptable with another body part, **fair: +1**  
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**  
No handles, awkward, unsafe with any body part,  
**Unacceptable: +3**

1  
Coupling Score

#### Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain  
Score B. Find column in Table C and match with  
Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

5  
Score B

#### Step 13: Activity Score

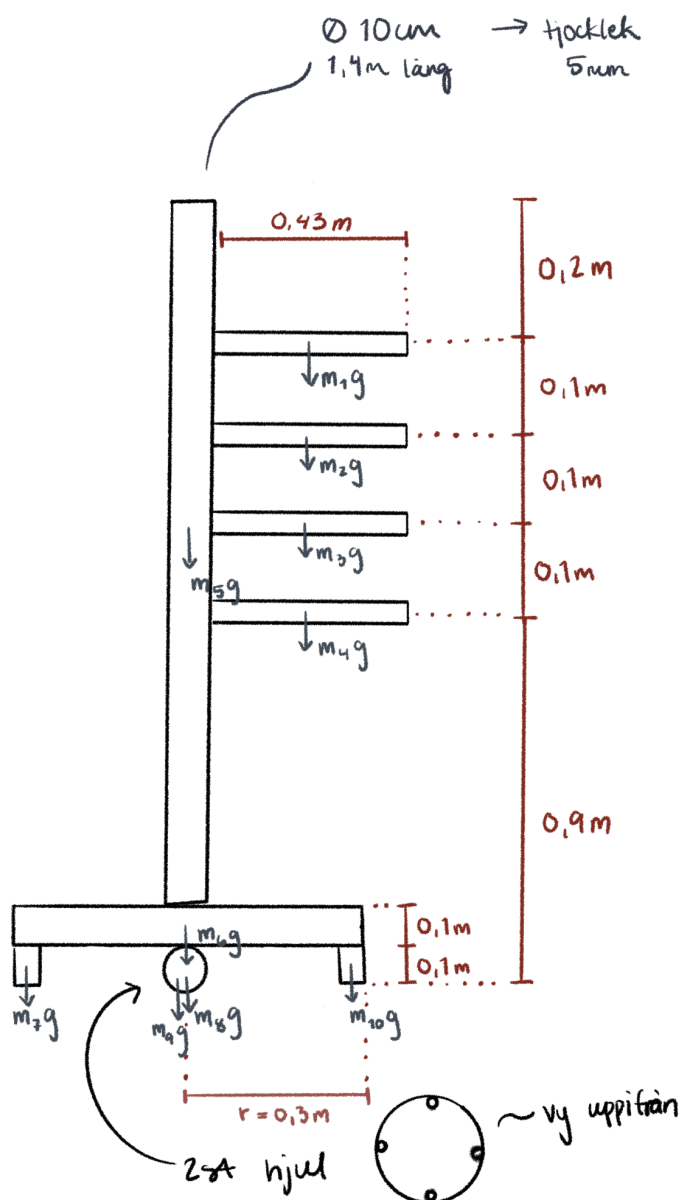
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Original Worksheet Developed by Dr. Alan Hedge. Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

## Bilaga J. Stabilitetsberäkningar

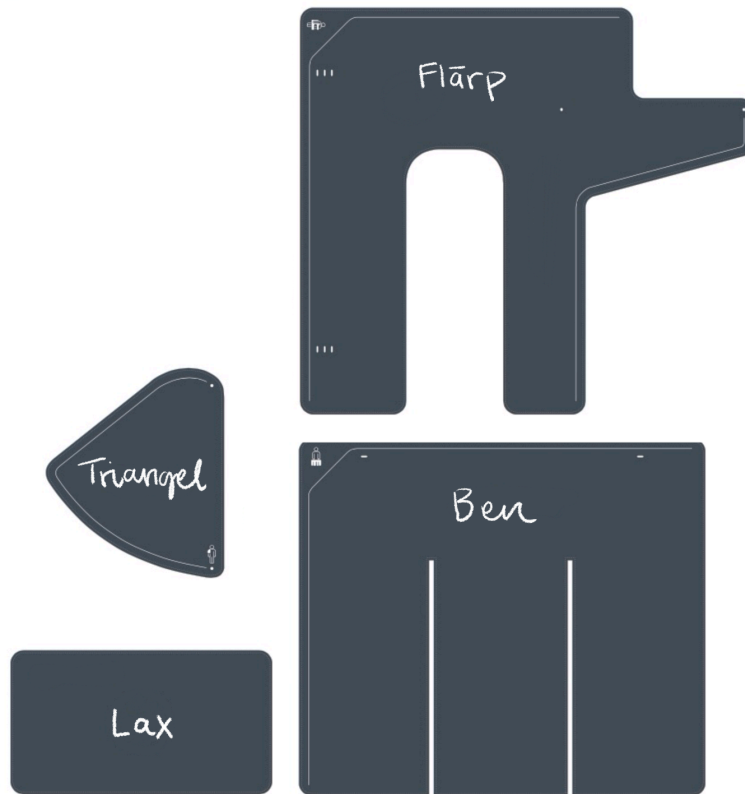
Nedan genomförs en beräkning för att uppskatta hur ställningens stabilitet är. Beräkningen leder fram till hur stor vinkel man kan luta ställningen innan den faller mot golvet. Först bestäms läget för hela systemets tyngdpunkt. Nedan i figur 55 visas tippningsvinkel för det förenklade systemet som beräkningarna genomförts på.

Vikten på de olika komponenterna baseras på dess material samt volym. För detaljen "bottenplatta" antogs vikten 10kg för att skapa en stabil ställning. Vikten på hjulen togs från extern leverantör och är 0,6 kg per hjul.



Figur 55. Tvådimensionell ritning av det förenklade systemet.

För att kunna särskilja från de fyra olika delarna av MaP har dessa döpts till triangel, lax, flärp samt ben, se figur 56.



Figur 56. Namngivna delar av MaP. (S. Ståhl, personlig kommunikation, 2025). Omarbetad med tillstånd.

Tabell 8. Dimensionering av respektive detalj.

Detalj	Material	Densitet (kg/m <sup>3</sup> )	Längd (cm)	Tvårsnitt (cm)	Tjocklek (cm)	Massa (kg)
Stolpe	Borstad aluminium	2700	120	10	0,5	4,84
Pinne	Borstad aluminium	2700	43	4	0,5	0,637
Triangel						0,962
Lax						1,40
Ben						2,65
Flärp						4,01
Bottenplatta						10
Hjul						0,6

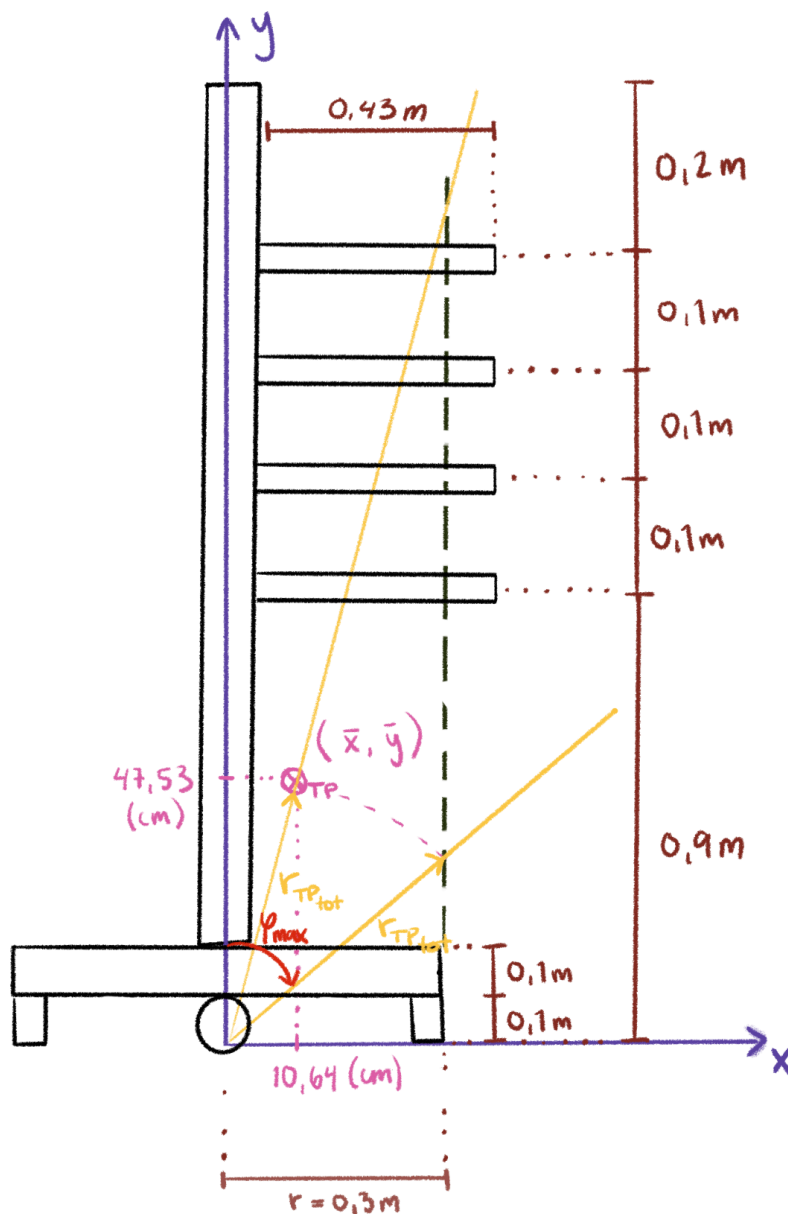
Tabell 9. Beräkningsgång av tyngdpunkt för respektive detalj.

Element nr.	massa m (kg)	$\bar{x}$ (cm)	$\bar{y}$ (cm)	$m\bar{x}$	$m\bar{y}$
m1 (triangel+pinne)	1,599	26,5	102,86	42,374	164,47314
m2 (lax + pinne)	2,037	26,5	83	53,981	169,071
m3 (ben + pinne)	3,287	26,5	64	87,106	210,368
m4 (flärp + pinne)	4,647	26,5	49	123,15	227,703
m5 (stolpe)	4,84	0	90	0	435,6
m6 (fot)	10	0	15	0	150
m7 (hjul vänster)	0,6	-30	5	-18	3
m8 (hjul mitten fram)	0,6	0	5	0	3
m9 (hjul mitten bak)	0,6	0	5	0	3
m10 (hjul höger)	0,6	30	5	18	3
$\Sigma m$	28,81				
$\Sigma m\bar{x}$				306,61	
$\Sigma m\bar{y}$					1369,21514

$$\bar{x} = \frac{m_1\bar{x}_1 + m_2\bar{x}_2 + \dots + m_{10}\bar{x}_{10}}{m_1 + m_2 + \dots + m_{10}} = \frac{306,61}{28,81} = 10,6423 \text{ cm}$$

$$\bar{y} = \frac{m_1\bar{y}_1 + m_2\bar{y}_2 + \dots + m_{10}\bar{y}_{10}}{m_1 + m_2 + \dots + m_{10}} = \frac{1369,2151}{28,81} = 47,526 \text{ cm}$$

Systemet faller till marken då tyngdpunkten har flyttats en vinkel  $\varphi_{max}$  enligt figur 57 nedan. Dvs. läget då tyngdpunkten passerar vertikallinjen vid radien  $r=0,3\text{m}$  som går genom högre hjulets kant.



Figur 57. Tvådimensionell ritning av det förenklade systemet samt maximal tippningsvinkel  $\varphi_{max}$

Radien för tyngdpunktens rörelse fås genom:

$$r_{TP_{tot}} = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2} = 48,702969$$

$$r_{TP_{tot}} \cdot \sin(\varphi_{max}) = r \quad \rightarrow \quad \varphi_{max} = \sin^{-1}\left(\frac{r}{r_{TP_{tot}}}\right) = 38,0230^\circ$$