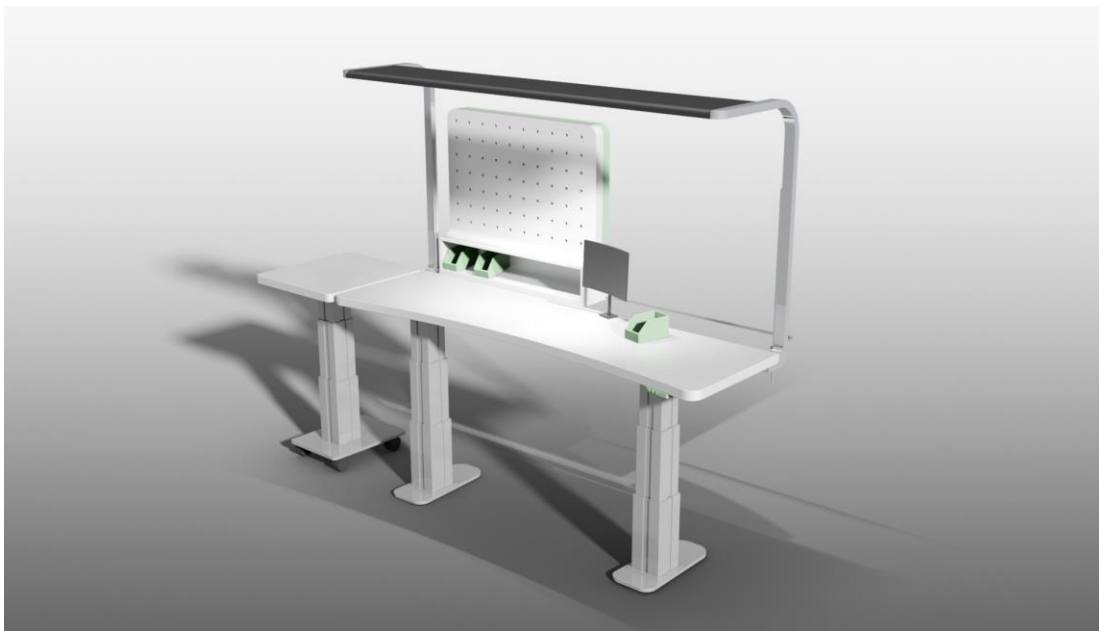


Morgondagens monteringsstation i industrimiljö

Examensarbete inom design och produktutveckling



Alaa Abdul Sater
Annie Rehnberg

19950325 - 8460
19930628 – 9704

Högskoleingenjör i Design och Produktutveckling
Kurs: PPUX01 - Projektarbete
Examinator: Olof Wranne
Datum: 21/06/17

Förord

Examensarbetet är skrivet som ett avslut på den treåriga utbildningen högskoleingenjör i design och produktutveckling på Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetet omfattar 15 hp och är utfört i samarbete med företaget CGM.

Vi vill först och främst tacka vår handledare Sanna Dahlman, vår rådgivare Sven Ekered samt våra kontaktpersoner hos CGM: Jeton Partini, Pierre Skönnegård och Fredrik Hedin, som har väglett och stöttat oss under projektets gång.

Tack också till produktionsansvariga hos CEJN: Filip Palmkvist och Robert Turesson, som tog emot oss för studiebesök samt gav input på det slutgiltiga resultatet.

Vi vill även tacka Åsa Fasth Berglund och Sandra Mattsson för väl behövd input på rapport och genomförande.

Ett slutligt tack till alla montörer hos CGM och CEJN som tog sig tid att ställa upp och medverka i intervju och undersökningar, varpå utan ert samarbete hade examensarbetet inte varit genomförbart.

Göteborg 2017,

Annie Rehnberg

Alaa Abdul Sater

Sammanfattning

I dagens monteringsindustri arbetar montörer i ett stressigt, grått och belastande klimat. Företaget CGM, vilka idag producerar kontrollbord, har en vision om att förändra tillståndet genom att förbättra montörernas ergonomiska situation, både kognitivt- och belastningsmässigt. I och med detta skulle montörernas välmående, produktivitet och säkerhet kunna öka. Utöver detta finns även indikationer på att monteringsindustrin skall komma att gå mot att bli en mer automatiserad verksamhet, där robotar tar över de mest monotona och fysiskt krävande momenten. Målet är att montören enkelt skall kunna samarbeta med och jobba intill dessa utan att riskera sin säkerhet.

Projektet har utgått ifrån en av CGMs nuvarande produkter, ett kontrollbord, och syftat på att utveckla detta för att passa monteringsindustrin. Studien är avgränsad till att behandla montering av mindre komponenter såsom till exempel kopplingar. Genom att lokalisera problem i nuvarande arbetsmiljö samt identifiera krav från uppdragsgivare, produktionsansvariga och montörer kunde projektets syfte - att definiera en utförlig kravspecifikation, och mål - att ta fram ett eller flera slutgiltiga konceptförslag för ett robust, flexibelt och ergonomiskt arbetsbord, förverkligas.

De största problemen som identifierades under observation och intervju med montörer var kopplade till instruktioner kring arbetet som ej fungerade optimalt, lampor som var så starka att montörerna släckte dem samt oergonomiska arbetsställningar och repetitivt arbete som belastade kroppen. Viktigt var också att det ska finnas organiserade förvaringsmöjligheter som ger god överblick över verktyg och utrustning. Vidare är det viktigt att arbetsstationen skall ge upphov till öppenhet och gemenskap, dvs. montörerna skall kunna se och samtala med varandra.

Med hjälp av insamlad data kunde projektet mynna ut i tre värdeord: ergonomi, flexibilitet och robusthet. Ergonomiskt var de viktigaste funktionerna medge kroppsanpassning, främja koncentration och erbjuda öppenhet. Arbetsstationen skulle även medge hög flexibilitet för att passa ihop med robot, olika typer av utrustning och transportbanor. Viktigt var också att arbetsstationen skulle uttrycka robusthet genom att tillåta hög belastning och erbjuda säker användning.

Med de tre värdeorden i sinnet samt genom omfattande idégenerering, resulterade studien slutligen i ett slutgiltigt konceptförslag vilket uppfyllde majoriteten av de krav som identifierats.

Summary

In today's industry of mounting the assembler works in a stressful, grey and tough climate. The company CGM has a vision to change this by improving the assemblers ergonomical situation, both cognitive and weight wise. As a result of this the assembler could gain wellness, productivity and safety. Above this there are also indications which states that the industry of mounting shall become more automated, where robots will perform the most monotone and physically demanding operations. Therefore, it is important that the assembler easily can cooperate with and work safely alongside the robot.

The starting point for this project is one of CGM's current products, an operator workdesk, and the aim is to develop it such that it suits the industry of mounting. The study is demarcated to attend the mounting of smaller components, such as couplings. By locating the problems in the current working environment as well as identifying requirements from the employer, production managers and assemblers, the purpose of the project - to define an extensive specification of requirements, and the goal - to produce one or more definitive conceptual proposals for a workdesk for mounting industry, could become realized.

The biggest issues, that was identified under observations and interviews with assemblers, were linked to: instructions about the work that did not work optimally, lamps that were so strong that the assemblers turned them off and unergonomic positions together with repetitive work that burden the body. It was also significant that the workdesk shall offer storage solutions that allow the assembler to have a good overview over the tools and equipment. Furthermore it is important that the workdesk shall offer openness and solidarity between the assemblers as they wish to see and speak to each other.

With the help of the collected data, the project could come into three keywords: ergonomics, flexibility and robustness. In terms of ergonomics the most important functions were admit body adaption, support concentration and offer openness. The workdesk would also allow high flexibility to match robotics, different types of equipment, conveyor tracks, etc. It was also important that the workstation would express robustness by allowing high loads and providing safe use.

With the three keywords in mind, combined with an extensive idea generation, the study finally resulted in a definitive conceptual proposal that met almost all of the requirements identified.

Innehållsförteckning

1. Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte och mål	6
1.3 Precisering av frågeställningen	7
1.4 Avgränsningar	7
2. Teoretisk referensram	8
2.1 CGMs kontrollbord	8
2.2 Fysisk arbetsmiljö	9
2.3 Utformning	11
2.4 Designprinciper	13
3. Metod och genomförande	14
3.1 Projektetablering	14
3.2 Förstudie och datainsamling	15
3.3 Analys av data	18
3.4 Idégenerering	19
3.5 Konceptutveckling och visualisering	21
4. Resultat	24
4.1 Projektetablering	24
4.2 Förstudie och datainsamling	25
4.3 Analys av data	35
4.4 Idégenerering	41
4.5 Konceptutveckling och visualisering	50
5. Diskussion	69
5.1 Projektprocess	69
5.2 Konceptförslaget	70
6. Slutsats	72
Källförteckning	73

Beteckningar

ESD:	Electrostatic Discharge, vilket innebär elektrostatiska urladdningar.
HMI:	Human-Machine-Interface. Används i projektet för att beskriva ett datorsystem.
Ljuddusch:	Ger ett riktat ljud, vilket innebär att ljudet, likt en ljusstråle från en ficklampa, riktas mot ett område utan att spridas till omgivningen. Möjliggör att en operatör kan koppla in sin musik och lyssna på den genom högtalarna utan att omgivningen störs.
Tag:	En liten elektronisk nyckel i form av en bricka som bl.a. CGM idag använder sig av.
Transportbana:	Ett transportband som används inom industrier för att flytta material och komponenter från ett ställe till ett annat.

1. Inledning

I följande kapitel presenteras en inledande bakgrund till projektet. Dessutom formuleras syfte, mål, frågeställningar samt vilka avgränsningar som tagits i beaktning under projektets gång.

1.1 Bakgrund

Företaget CGM tillverkar och designar inredning till kontrollrum för kärnkraftverk, ledningscentraler och andra industrier. I kontrollrum sitter operatörer som styr och övervakar ett system med hjälp av flera datorskärmar och kontroller samt ser till så att arbetet går som det ska (Svenska kraftnät, u.å.). Företagets främsta produkt är kontrollbord, vilka med sina ergonomiska lösningar maximerar effektiviteten hos operatörer (ABB, 2015). Nu vill företaget även rikta sig mot monteringsindustrin och anser att denna måste moderniseras för att attrahera den nya generationen av arbetssökande.

På de monteringsföretag som observerats i projektet är monteringsindustrin stressig och grå och bidrar ej till ett kreativt klimat som stimulerar montörerna. Montörerna arbetar vid bord som i och för sig erbjuder höj- och sänkbarhet men inte mycket mer än så och det finns en stor förbättringspotential hos dessa. CGMs vision är därför att förbättra produktiviteten, effektiviteten, samt hälsan och säkerheten för montörer inom delmontage och mindre komponenter. Detta genom att utveckla ett modernt, ergonomiskt och flexibelt arbetsbord som kan ersätta dagens. Stort fokus läggs även på den psykosociala arbetsmiljön i form av samarbete, flexibilitet, och välmående för montören. (Partini, 2017)

Robotar blir allt vanligare i arbetslivet och inte minst i industrier där allt fler arbetsmoment blir automatiserade (Eriksson, 2016). Prognosen visar att monteringsindustrin kommer att använda sig av allt fler robotar, vilka kommer få utföra de moment som är monotona eller riskfyllda. Målet är att montören enkelt skall kunna samarbeta med dessa utan att dennes säkerhet blir hotad. Det finns alltså en efterfråga på ett säkert och flexibelt arbetsbord för montörer som skall kunna användas både i samverkan med robotar, men även för manuellt monteringsarbete.

1.2 Syfte och mål

Syftet med projektet är att, på uppdrag av företaget CGM, undersöka dagens monteringsmiljö av delmontage i industri och identifiera de användarkrav som uppstår i samband med monteringsarbete vid en arbetsstation, samt att utifrån dessa definiera en utförlig kravspecifikation som kan ligga till grund för utvecklandet av ett eller flera koncept-idéer.

Målet med projektet är att anpassa ett av CGMs kontrollbord för att ta fram ett eller flera slutgiltiga konceptförslag för ett robust, flexibelt och ergonomiskt arbetsbord för monteringsindustrin där roboten är en del av lösningen. Roboten skall kunna utföra monotona och riskfyllda moment utan att säkerheten för operatören blir hotad.

1.3 Precisering av frågeställningen

- Vilka krav kommer att ställas på morgondagens arbetsplats för montering i industri?
- Vilka problem uppstår vid användandet av nuvarande arbetsstation i dess miljö och vad beror dessa på?
- Hur kan konstruktionen på CGMs kontrollbord utvecklas för att passa monteringsindustrin och uppnå en ökad flexibilitet, ergonomisk arbetssituation och användarvänlighet för nuvarande samt framtida montörer?

1.4 Avgränsningar

- Ett av projektets huvudfokus kommer ligga på kognitiv ergonomi och belastningsergonomi.
- Det framtagna konceptförslaget kommer att utgå ifrån uppdragsgivarens bordspelare samt deras teknikkunskaper angående höj- och sänkbarhet.
- Projektet kommer ej att behandla kostnad- och tillverkningsanalys, eftersom detta för närvarande ej är vitalt för uppdragsgivaren.
- Projektet kommer ej behandla arbetsstationens sitttyta.
- Projektet kommer endast att rikta sig på den industriella monteringsmiljön för mindre komponenter såsom kopplingar.
- Eftersom det viktigaste för uppdragsgivaren är att lokalisera behoven och inte ett fullständigt koncept kommer konstruktionsberäkningar uteslutas ur det framtagna konceptförslaget.

2. Teoretisk referensram

Nedan beskrivs den teori som legat till grund för de beslut som tagits under projektet. Kapitlet behandlar produktbeskrivning av CGM's nuvarande kontrollbord, fakta kring utformande av en ergonomisk arbetsmiljö samt två delkapitel angående utformning och olika designprinciper.

2.1 CGMs kontrollbord

Projektet utgår ifrån CGMs kontrollbord och letar efter möjligheter att förbättra och anpassa denna för monteringsarbete. Kontrollbordet, se figur 1, består av två starka pelare, vilka kan variera mellan 650-1300 mm i höjddled. På pelarna ligger en bågformad skiva med en inåtbuktning vid brukarens sida, se figur 2. Bordsskivan är tvådelad och de båda delarna kan höjas och sänkas oberoende av varandra. Höj- och sänkbarheten styrs med hjälp av en kontrollpanel på bordets främre högra sida, se figur 3. Vid kontrollpanelen sitter också tre reglage för ljusinställning: ett för kallt ljus, ett för varmt ljus och ett för en lampa som lyser upp mot taket. Lamppanelen är fäst på en ställning som sitter fast i den yttersta bordsskivan och nedåt mot arbetsytan lyser en lampa samt en som lyser upp i taket för omgivningsljus. På Lamppanelen sitter också en ljuddusch vilken ger riktat ljud som brukaren kan höra, men som inte sprids i rummet. En mobil eller liknande kan kopplas in för möjligheten att kunna lyssna på radio, musik eller liknande utan att störa andra i ens närhet.

En funktion som inte finns på kontrollbordet nedan är förinställda profiler. Detta är dock något som enligt projektgruppens kontaktperson hos CGM, Jeton Partini (Personlig kommunikation, 16 januari 2017), finns på majoriteten av CGMs kontrollbord och det innebär att användaren loggar in genom att placera sin tag på bordsytan ovanför en sensor som sedan anpassar bordets höjd och ljus efter användaren.



Figur 1: Kontrollbord från CGM. Författarens egen bild.



Figur 2: Kontrollbord från CGM. Författarens egen bild.



Figur 3: Kontrollpanel för ljusinställningar och höj- och sänkbarhet. Författarens egen bild.

Arbetsbordet består av aluminium för pelarna, både de höj- och sänkbara pelarna och ljusstolparna. Stål används på fötterna samt i delar där extra styrka behövs. Bordsskivan består av MDF laminat och är både hållbar och lättrengörig (Johansson, 2013). För ljudabsorbering används filt som absorbent på delar av lampan.

2.2 Fysisk arbetsmiljö

Nedan beskrivs den teori, gällande exempelvis ljus, ljud och dimensioner, som krävs för att utforma en arbetsstation som är ergonomisk, flexibel och passar för merparten av alla människor.

2.2.1 Människa och robot

Då robot används i industrier är det idag viktigt att det finns någon form av barriär för att garantera montörernas säkerhet. Ofta används t.ex. stängsel, rumsavskiljare, burar, skycken samt skannrar som reagerar på när någon inträder området. (Robot Worx, u.å)

För att skapa den bästa arbetsmiljön i framtiden är det samspelet mellan människa och robot som står i centrum. Redan idag kan det konstateras att roboten kommer allt närmare människan och målet är att utveckla detta. Idag finns roboten YuMi, en robot som ABB tillverkat, som är den första roboten med samarbetsförmåga med människor.

2.2.2 Aktivitetsbaserad arbetsplats

En aktivitetsbaserad arbetsplats innebär en flexibel arbetsmiljö där de anställda får variera mellan olika arbetsstationer som har utformats för att passa olika moment. (Feelgood, u.å.) Idag tillverkar ett företag, vid namn Kinnarps, kontorsinredning för arbetsplatser och arbetar under principen om att "one size fits no one" och satsar mycket på ergonomi, design och flexibilitet för att skapa kreativa lösningar (Kinnarps, 2017a). De har en vision som de kallar för *Next Office*, vilken handlar om att skapa en aktivitetsbaserad arbetsmiljö (Kinnarps, 2017b). Visionen bygger på att det idag finns en minskad efterfråga på egna, privata arbetsstationer och att det istället finns önskemål om flexibla och uppiggande miljöer där arbetsstationerna är anpassade efter olika uppgifter och moment (Kinnarps, 2017c). *Next Office* ger upphov till ett stimulerande klimat där möten mellan människor kan uppstå fritt, vilket bidrar till kreativitet och välmående. Att vara i rörelse istället för att vara fast på en station har många ergonomiska fördelar samtidigt som det leder till en hög motivation och produktivitet (Kinnarps, 2017d).

2.2.3 Antropometri

Antropometri är en gren inom ergonomi som handlar om kroppens olika mått, såsom längd, räckvidd, omfång, storlek och avstånd. En god design är designad med användaren i fokus och antropometri kan därmed användas i designprocessen för att skapa ett koncept som passar brukarens kropp. Att designa något som passar alla kan vara svårt då vi alla har olika längd, mått och förutsättningar och ofta utgår man därför ifrån det som kallas för den “5:e till 95:e percentilen”. Med detta menas att det färdiga konceptet funktionellt skall fungera för 90 % av målgruppen. (Wikberg Nilsson, Ericsson och Törlind, 2015, s. 24) I figur 4 står de mått som gäller för kvinnor och män inom 5:e till 95:e percentilen.

Kategori:	Kvinnor [mm]	Män [mm]
Kroppslängd	1540-1740	1630-1850
Ögonhöjd	1435-1635	1520-1740
Armbågshöjd	905-1145	1020-1180
Armlängd	660-750	720-840
Räckvidd framåt	665-765	725-835

Figur 4: De antropometriska mått som gäller för kvinnor och män inom 5:e till 95:e percentilen. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 25)

2.2.4 Ljus

Att välja rätt ljus då man utformar en arbetsplats är viktigt eftersom för svagt eller för starkt ljus kan ge upphov till värk i huvud eller ögon (KTH, 2009). Att ha rätt ljus är också viktigt för att kunna avgöra avstånd, utläsa korrekt information och undvika olyckor. Det rekommenderas att man har starkast ljusstyrka på arbetsytan precis framför personen och sedan låter det avta mot kanterna. I en stor lokal är det viktigt att det finns variationer av ljus för att det ska gå att urskilja olika stationer och ytor. Hur starkt ljuset ska vara beror på i vilken miljö det är, t.ex. skall arbeten med smutsigare ytor, såsom verkstäder och precisionsmekanik, ha minst en dubbelt så hög ljusstyrka som på ett vanligt kontor. (Prevent, 2015, s. 283-292)

En god ljusmiljö kan minska skador relaterade till arbete samt bidrar till ökad koncentration, energi och ork. Viktigt är att ljussätta hela rummet för att på så sätt undvika att behöva ha alltför kraftigt ljus på arbetsytan samt att se till så att det finns en variation av ljus på olika stationer eftersom detta stimulerar hjärnan. Eftersom dagsljuset varierar i temperatur under dagen är det också fördelaktigt att på samma sätt variera ljuset från lamporna, med kallt ljus under förmiddagen och på eftermiddagen lite varmare. (Belysningsbranchen Sverige, 2017)

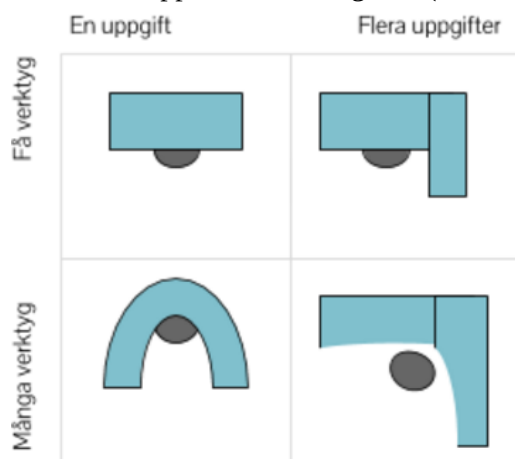
2.2.5 Ljud

När man pratar om ljud brukar man skilja på önskvärt och icke önskvärt ljud. På en arbetsplats kan alla möjliga sorters ljud uppstå, exempelvis buller från maskiner, människor som pratar, ventilation och musik från en radio. I Sverige hade 57 % män och 43 % kvinnor någon form av hörselskada år 2005, vilket innebär att det är ett av de vanligaste funktionshindren på arbetsplatsen då 60 % av dessa fortfarande är aktiva i arbetslivet. År 2005 angav 61 % av alla män som arbetar med maskinoperatörs- och monteringsarbete att ljudnivån var så hög att det inte gick att prata med varandra i normal ton under minst 25 % av arbetstiden. (Prevent, 2015, s. 220-222)

Utöver hörselnedsättning finns det ytterligare negativa konsekvenser av för hög ljudnivå: det kan ge upphov till stress, obehag, problem med sömn samt en ökad risk för olyckor på arbetsplatsen då information och signaler kan maskeras och därmed inte uppfattas. (Prevent, 2015, s. 222) För att hindra utbredning av oönskat ljud kan ljudisolerande skärmar, hytter och absorbenter användas. Porösa absorbenter är ljudabsorberande och har en bra absorptionsförmåga vid medelhöga till höga ljudnivåer. Vid bullriga arbetsplatser kan man tillfälligt använda sig av hörselskydd, men detta skall inte ses som en permanent lösning och aldrig användas en hel arbetsdag eftersom de utesluter även det önskvärda ljudet. (Prevent, 2015, s. 254)

2.2.6 Arbetsyta och datorskärm

När ytan på ett arbetsbord skall bestämmas utgår man ifrån hur många verktyg, utrustning med mera som behövs för att utföra momentet. Ju fler verktyg desto större behov finns av att ha allt nära, vilket kan uppnås genom att ha en krökt yta som rundar kroppen. Om arbetsbordet skall användas för flera olika moment skall krökningen vara mjuk, och om endast ett moment skall utföras kan krökningen vara mer kroppsformad, se figur 5. (Back Designs, 2017a)



Figur 5: Illustration över hur formen på ett arbetsbord bör anpassas för att passa olika moment. Författarens egen bild.

Vad gäller en datorskärms placering, mår ögonen som bäst vid så stort avstånd till skärmen som det går. Optimalt är även att ha skärmen vinklad så att övre halvan är längre bort än den undre halvan, viktigt är då att tänka på att man inte har en ljuskälla som reflekteras i skärmen. Den perfekta höjden är något lägre än ögonhöjden, ca 20-50 grader under ögonhöjd. (Back Designs, 2017b)

2.3 Utformning

Nedan beskrivs den teori som används i projektet gällande utformning. Kapitlet behandlar färg, exempelvis vilka känslor en färg inger hos omgivningen, formlära samt material som kan ligga till grund för beslut av utformandet av konceptförslaget.

2.3.1 Färg

Färg kan inom design användas för att attrahera en viss målgrupp, uppnå ett speciellt uttryck, väcka känslor samt påverka var brukarens uppmärksamhet skall riktas. Det är dock viktigt att inte helt förlita sig på färg vad gäller förmedling av viktig information eftersom det finns de som är färgblinda och inte kan uppfatta alla färger. Upplevelsen av en färg kan dessutom variera mellan människor, beroende

på till exempel kultur, tid och plats, och det är därför viktigt att man identifierar den kontext i vilken produkten skall användas. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 174-175)

Enligt Kinnarps (2017e) symboliserar färgen grön harmoni, natur, lugn och säkerhet. Gult står för positivitet, glädje och styrka. Färgen röd står för glöd, makt och kraft, men kan även ge upphov till känsla av aggression och panik. Blå färg symboliserar frid, sinnesro och avslappning. Liksom grönt har den blåa färgen en lugnande effekt och kan göra andningen mindre ansträngd och därmed öka produktiviteten hos en människa. Den svarta färgen har en förminsande effekt och den vita har en förstorande effekt på en produkt (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 174-175).

2.3.2 Form

Form kan användas för att tydliggöra ett uttryck, förmedla information och bidra till ökad förståelse. Former uppfattas olika beroende på kontexten och vem betraktaren är samt vilka erfarenheter denna har. Utöver att förmedla funktionalitet är det viktigt att formen är estetiskt tilltalande, det kan till och med bidra till att en produkt upplevs som enklare att använda. För att kunna basera formval på fakta använder man sig av *produktsemiotik* vilket består av fyra principer:

1. Beskriva: Designen skall beskriva vad det är för något. Brukaren skall förstå vilken produkt det gäller.
 2. Uttrycka: Designen skall uttrycka vissa egenskaper, exempel smidig, stabil, lätt.
 3. Uppmana: Designen skall uppmana till att använda funktionerna på rätt sätt. Exempelvis uppmanar en knapp till att tryckas på.
 4. Identifiera: Designen ska vara identifierbar exempelvis produktkategori eller varumärke.
- (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 169-171)

Enligt Wikberg Nilsson et al. (2015) finns det inga regler för vad olika former uttrycker, det viktigaste är att utforma produkten så att "den instinktivt, beteendemässigt och reflektivt upplevs på ett visst sätt."

2.3.3 Material

Vid val av material krävs förståelse för vilka komponenter som ingår i materialet, hur länge det är tänkt att användas samt hur länge faktiskt det kommer att användas (Hållbarhetsguiden, u.å.). Dessutom krävs det att materialet skall kunna uppfylla sin funktion i rätt miljö samt vara lönsam att tillverkas (STF, u.å.).

Aluminium idag anses ha en stor betydelse för morgondagens hållbara samhälle (Svenskt Aluminium, u.å.). Med en densitet på $2,7 \text{ kg/dm}^3$ har den en mycket låg vikt. På samma gång innehåller materialet en hög styrka, vilket innebär ett passande byggmaterial med hög hållfasthet. Materialet går dessutom lätt att forma och kan bearbetas genom bland annat valsning, gjutning med mera. (Svenskt Aluminium, u.å.)

Den mest använda metallen på jorden är legeringen stål (Heldmark, 2016). Heldmark (2016) menar att materialet är 15 gånger så vanlig i produkter och maskiner som resten av alla metaller som finns på jorden. De olika legeringar och värmebehandlingsmetoder som tillämpas i produktionen gör det möjligt att anpassa materialet utefter de egenskaper som är efterfrågade. Andra viktiga egenskaper hos stål är stor formbarhet och hög draghållfasthet som gör det till ett mycket starkt material med hög styrka. (Total Materia, 2017)

Stålet utgörs till största del av järn och lite kol. Detta innebär en nästintill oändlig stålproduktion då järn förekommer som jordskorpan fjärde vanligaste grundämne. Då stål går att återvinnas enormt många gånger utan att förlora kvaliteten anses materialet som hållbart. (Jernkontoret, 2014)

MDF laminat, som CGMs bordsskiva består av idag, står för Medium Density Fibreboard och är ett slags träfiberskiva som innehåller syntetiskt lim (TräGuiden, 2003). Förutom dess hållbara och hygieniska egenskaper så är MDF slät på båda sidor. Materialet är anpassad väl för inredningssnickerier och till möbler samt produkter där det är önskat att skära ut detaljer direkt i skivans yta. Materialet sägs också vara känsligt mot vassa och varma föremål (Johansson, 2013).

2.4 Designprinciper

För att utvärdera det färdiga konceptet behövs kunskap om vissa designprinciper, nedan beskrivs de faktorer som gäller för universal design (design för alla) samt en teoretisk beskrivning av begreppen reliabilitet och validitet.

2.4.1 Universal Design

Universal design innebär att man ska designa en produkt för att den ska fungera för alla människor i samhället. För att uppnå detta finns sju principer man brukar följa:

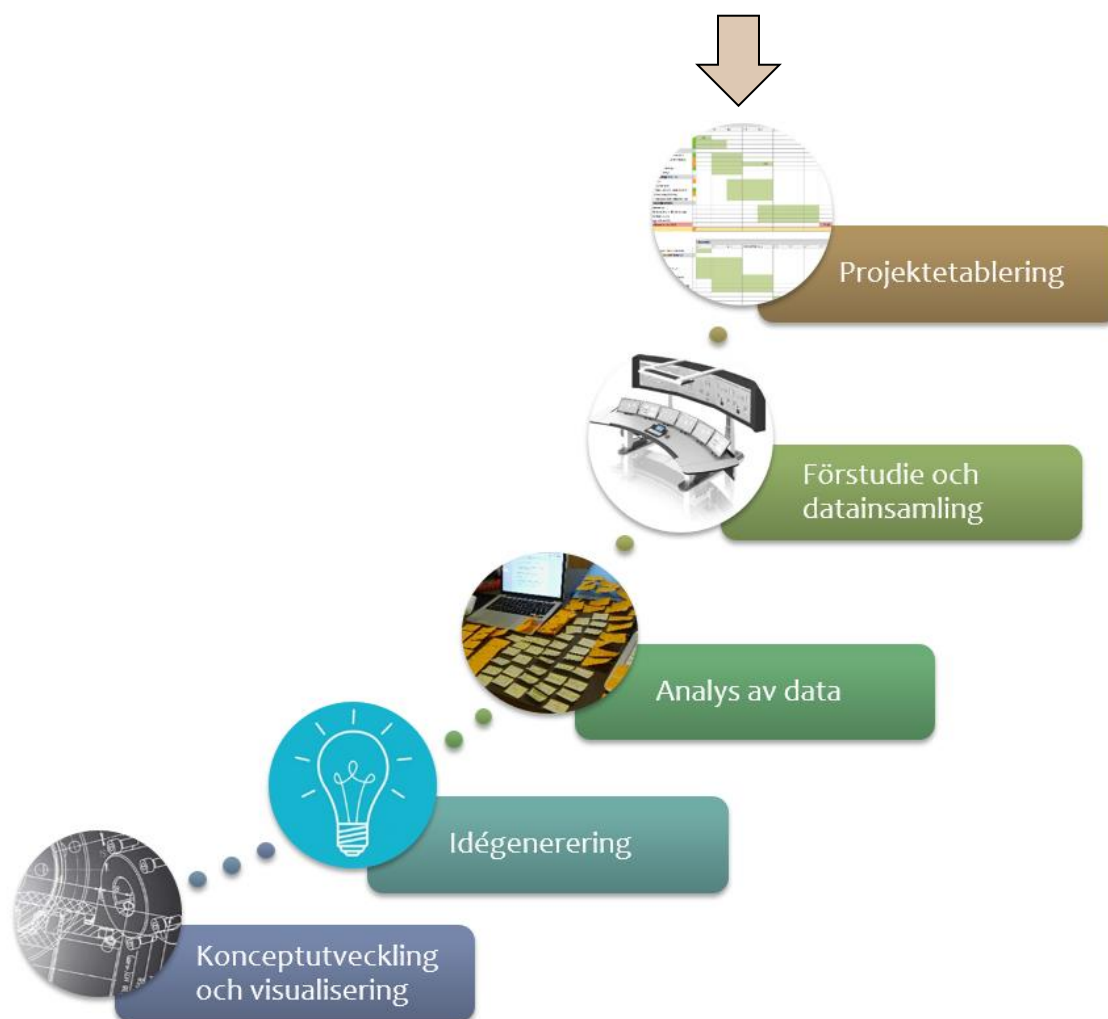
1. Likvärdig användning: Designen är funktionell och säljbar till människor med varierande förutsättningar.
2. Flexibel användning: Designen är flexibel i användningen, t.ex. en sax som kan användas av både vänster- och högerhänta.
3. Enkel och intuitiv användning: Designen är enkel att förstå och är ej beroende av brukarens tidigare erfarenheter, kunskaper och språkkunskaper.
4. Uppfattbar information: Designen förmedlar information till brukaren på ett effektivt sätt, oberoende av brukarens sinnesförmågor.
5. Tolerans mot misstag: Designen minimerar olyckor och felhandlingar samt varnar vid fara.
6. Låg fysisk ansträngning: Designen skall minimera repetitiva rörelser och kunna användas med normal kroppsposition samt minimera belastning.
7. Storlek och utrymme: Designen skall vara utformad på så sätt att den är lätt att nå, hantera, se, greppa med mera oberoende av brukarens antropometriska mått. (LTH, 2016)

2.4.2 Validitet och reliabilitet

När man samlar in data från intervju och observation är två kritiska faktorer *validitet* och *reliabilitet*. Validitet är ett mått på hur väl den insamlade datan reflekterar det som avsetts att mäta. Reliabilitet är ett mått på kvaliteten hos mätningen, dvs om det är en slump att resultatet blev som det blev eller om samma resultat skulle erhållas vid upprepning av studien. Ett resultat med hög validitet och reliabilitet kan appliceras på fler personer än de som deltagit i studien. (Mälardalens högskola, 2014)

3. Metod och genomförande

Nedan presenteras de metoder som har använts i projektet samt beskrivning av bakomliggande teori för dessa. Projektet har utgjorts av fem faser: Projektetablering, Förstudie och datainsamling, Analys av data, Idégenerering samt Konzeptutveckling och visualisering, se figur 6.



Figur 6. Illustration över de faser som projektet kommer att genomgå.

1. Projektetablering: Författarens egen bild.
2. Förstudie och datainsamling: (CGM, 2017).
3. Analys av data: Författarens egen bild.
4. Idégenerering: (Pixel77.com, 2012).
5. Konzeptutveckling och visualisering: (KTR, 2017)

3.1 Projektetablering

Projektetableringsfasen bestod av ett introducerande studiebesök hos uppdragsgivaren, en projektanalys och ett Gantt-schema. Detta utfördes i syfte med att bygga upp en struktur för projektet, för att på så sätt kunna åstadkomma ett tillfredsställande slutresultat.

3.1.1 Studiebesök

Projektet inleddes med ett studiebesök hos uppdragsgivaren CGM. Syftet med besöket var främst att få en introduktion inför projektet samt att få kunskap om uppdragsgivarens vision och krav. Innan besöket diskuterade projektgruppen vilka förväntningar som fanns samt formulerade tänkbara frågor som skulle kunna ställas till uppdragsgivaren, såsom vilka komponenter som skulle kunna behöva förvaras på arbetsbordet samt vilka material som skulle kunna vara möjliga att använda sig av. Målet med besöket var även att fastställa vilka delar som projektet skulle omfatta/ej omfatta, vilka sedan skulle ligga till grund till de avgränsningar som sattes i kapitel 1.4 "Frågeställningar".

3.1.2 Projektanalys

För att klargöra problemet samt alla förväntningar på projektet utfördes en så kallad projektanalys. Syftet var att sammanställa en projektplan som skulle ligga till grund för hela projektets genomförande. Denna gjordes genom att försöka svara på ett antal frågor som skulle resultera i full förståelse för situationen. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 43)

De frågor som behandlades var:

- Vad är problemet?
- Vem är berörd av problemet?
- Vad är syftet och vad är målet?
- Vilka risker finns?
- Vad är projektgruppens vision?
- Vilken strategi har projektgruppen?
- När skall projektet påbörjas samt avslutas? (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 43)

3.1.3 Gantt-Schema

Ett Gantt-schema består av två axlar där aktiviteter listas på y-axeln och x-axeln representerar tid. Varje aktivitet representeras av en linje vilken löper mellan de två tidpunkter som aktiviteten skall pågå mellan. På så sätt fås en snabb överblick över när och hur länge de olika aktiviteterna skall pågå. (Johannesson, Persson och Pettersson. 2013, s. 659)

Genomförandet gick till på så sätt att gruppen satte ett start- och ett slutdatum samt listade de aktiviteter som skulle ske däremellan och uppskattade ungefär hur lång tid varje aktivitet skulle ta. Gruppen valde att låta tids-axeln vara uppdelad i veckor eftersom många aktiviteter varade i en till två veckor och väldigt få aktiviteter pågick kortare än en vecka.

3.2 Förstudie och datainsamling

Nedan beskrivs de metoder som användes under förstudie- och datainsamlingsfasen. Fasen inleddes med en benchmark över vilka lösningar som finns på marknaden idag samt olika datainsamlingsmetoder som användes för att samla in kvalitativ data angående nuvarande arbetssituation och hur användarna förhåller sig till existerande produkter. Målet var att åstadkomma en helhetsbeskrivning av nuvarande arbetssituation samt att identifiera emotionella, kognitiva och fysiska behov från nuvarande montörer.

3.2.1 Benchmarking

Benchmarking, även kallad konkurrentanalys, används för att analysera konkurrenternas lösningar och för att därmed få en uppfattning om vilka produkter som redan finns på marknaden. (Johannesson et al., 2013, s. 297-299) Metoden kan ur företagssynvinkel även innebära att ta reda på konkurrenternas styrkor, svagheter och strategier. (McGraw-Hill, 2004, s.682)

Syftet med metoden i projektet var främst för att få en större förståelse för hur ett monteringsbord kan se ut. Vid benchmarkingen analyserades tre arbetsbord och inventeringen utfördes genom övergripande internetökningar. Benchmarkingen utfördes på följande fyra arbetsstationer: Dual Tier Workstation, Reeco ESD Workstation och Multi Task System I Workstation. Urvalet baserades på om arbetsstationerna hade någon extra intressant funktion eller om de ansågs vara typiska för monteringsindustrin.

3.2.2 Observationer

Observationer används för att identifiera oupptäckta utvecklingsområden som kan vara svåra att uppfatta vid intervjuer samt för att hitta de behov som användarna kan ha under specifika situationer. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s.85).

För en första inblick hos montörernas arbetssituation gjordes observationer i form av en direkt observation, vilket innebär att direkt observera användarna och hur de förhåller sig till arbetsbordet (Wikberg Nilsson et al., 2015, s.85). Observationerna gjordes på plats i en verklig situation hos CGM samt hos ett företag som heter CEJN, detta för att få en tydlig och verklighetsbaserad helhetsbild. CEJN producerar och utvecklar snabbkopplingar och andra liknande små komponenter (CEJN, 2017) och har en monteringsindustri som var passande att undersöka och observera. Metoden användes i syfte med att identifiera oupptäckta utvecklingsområden som kan vara svåra att uppfatta vid intervjuer samt för att hitta de behov som montörerna kan ha under specifika situationer (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 85). De direkta observationerna gynnade utformandet av intervjufrågorna som senare ställdes till montörerna.

Innan besöken skapades ett observationsprotokoll över de punkter som skulle observeras. Punkterna behandlade främst arbetsmiljön, till exempel hur lokalen, nuvarande arbetsbord och arbetskläder såg ut samt vilka verktyg montörerna använde och vilka förvaringsmöjligheter som fanns. Viktigt var även att observera den kognitiva ergonomin såsom ljus och ljud samt att titta på ifall företagen använde sig av robotar eller transportbanor. En fullständig kopia av observationsprotokollet finns i bilaga 1. Under observationerna kunde även en målgrupp fastställas baserad på de montörer som arbetade i monteringsindustrierna.

3.2.3 Intervjuer

Intervjuer används i syfte med att ta reda på användarnas upplevelser, beteenden, åsikter samt attityder kring den studerade produkten eller tjänsten (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 83).

Som ett kvalitativt komplement till observationerna utfördes ett antal intervjuer på plats i monteringsindustrin hos både CGM och CEJN. Intervjuerna utfördes på totalt sex olika montörer som representerade både den äldre generationen, den yngre samt de bägge könen. Urvalet gjordes utefter den ungefärliga åldern och könen som arbetar i dagens monteringsindustri som uppmärksammades under första studiebesöket. Utöver intervjufrågor riktade till montörer utformades även frågor som

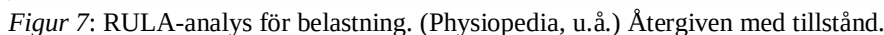
ställdes till produktionsansvariga på båda företagen, vilka var totalt två personer. De frågor som ställdes till produktionsansvariga var till största del gällande dimensioner, regler samt framtida visioner, se bilaga 2.

Projektgruppen valde att inkludera både öppna och slutna frågor för att få både så mycket kvalitativ data som möjligt (Hansson, u.å.) men även snabb och konkret information som kunde klargöra önskade behov. Under intervjuerna förekom "probing" vid flera tillfällen, dvs. att följdfrågor som "varför", "hur" och "kan du förklara mer" ställdes. Probing-metoden bidrog till djupare och allvarigare diskussioner (Fernström Winberg, K., och Hildingsson, L., 2005). Under intervjuprocessen kunde även det dyka upp spontana frågor riktade till montörerna.

Intervjun inleddes med frågan om hur en vanlig arbetsdag ser ut. Detta för att börja med en enkel men öppen fråga, för att inte rikta intervjuobjektet in på en specifik väg utan hen får beskriva lite allmänt om sin dag. På så sätt kan oförutsägbara behov dyka upp som är svåra att nå med specifika frågor eftersom man inte ens visste att de fanns. Intervjuobjektet fick sedan berätta om utrustningen som används samt förvaring för denna. Efterföljande frågor handlade om ljus, ljud, underhållning, sikt över lokalen, instruktioner och arbetsskador. Den avslutande frågan var "har du några övriga önskemål?" för att få en sista chans att fånga upp några eventuella outtalade krav. För fullständigt intervjuprotokoll se bilaga 3.

3.2.4 RULA

RULA står för *Rapid Upper Limb Assessment* och används för att utvärdera en arbetsställning och dess fysiska belastning på kroppen. Med hjälp av metoden får man ut ett värde som kan jämföras med andra arbetsställningar samt sättas in i en tabell som återger ifall ställningen är hållbar eller om förändringar måste ske, se figur 7. Bedömningen är dock beroende av att den som analyserar har tillräcklig kunskap eftersom denna måste ge en subjektiv bedömning. RULA tar framförallt hänsyn till det arbete som överkroppen utför och bedömningen görs baserat på sju kategorier: överarm, underarm, handled, vridning av handled, nacke, överkropp och ben. Både vänster och höger hand analyseras. Straffpoäng delas även ut för till exempel statiskt eller repetitivt arbete samt hur tunga verktyg/komponenter/produkter man arbetar med. (Prevent, 2015, s. 542-543)



3.3 Analys av data

3.3.1 KJ-analys

18

Utförandet av metoden inleddes med utskrift av de transkriberade intervjuerna och observationerna. Utifrån utskrifterna lokaliserades ett antal nyckelord vilka skrevs upp tillsammans med tillhörande citat på en post-it lapp. Efter detta placerades lapparna ut på ett stort bord efter olika teman tills dess att alla lappar hörde till någon grupp. I och med detta kunde olika kravkategorier hittas och behov identifieras.

3.3.2 Mindmap

En mindmap används för att visualisera ett antal idéer eller ämnen, dessa länkas sedan ihop genom att titta på de olika ämnenas relation till varandra (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 101).

I projektet ställdes de nyckelord och kategorierna som identifierades i KJ-analysen upp i en mindmap. Kategorierna från KJ-analysen grupperades ihop ytterligare en gång till ett antal storkategorier. Detta för att hitta relationer mellan de olika nyckelorden och kategorierna samt för att klargöra vilka typer av behov som har identifierats.

3.3.3 Funktionsbaserad kravspecifikation

En *funktionsbaserad kravspecifikation* används för att identifiera vitala funktioner och krav, samt för att få en större förståelse för dessas betydelse. Funktionerna delas upp i huvud-, nödvändiga, och önskvärda funktioner. Genom att tänka utifrån funktioner kan idéskapandet ske fritt. (Österlin, 2011, s 42-43)

Framställningen av kravspecifikationen skedde iterativt och den uppdaterades kontinuerligt i takt med analysen av insamlad data. Kraven erhöll även en ranking utefter hur viktiga de ansågs vara för uppdragsgivaren och montörerna, bland annat baserades det på hur många gånger och hur starkt behoven uttryckts. Kravspecifikationen delades även upp i traditionella funktioner samt semantiska funktioner.

3.3.4 Statement

De högst rankade kraven i kravspecifikationen grupperades ihop och användes för att framställa ett antal värdeord som skulle ligga till grund för idegenereringsprocessen. Även värdeorden graderades sedan baserat på hur många viktiga delfunktioner som värdeorden utgjordes av. Syftet med metoden var att värdeorden tillsammans skulle mynna ut i ett *statement* vilket skulle innefatta de beståndsdelar som projektet skulle komma att genomsyras av i det fortsatta arbetet. I och med detta kunde även konceptets delsystem identifieras.

3.4 Idégenerering

Nedan beskrivs de metoder som användes under idégenereringsfasen samt jämförelsen mellan CGM's kontrollbord och kravspecifikation. De idégenereringsmetoderna som tillämpades var moodboard, sylingboard, delsystemsanalys, brainwriting, braindrawing, ytterlighetstänkande och morfologisk matris.

3.4.1 Referenslösning vs. funktionsbaserad kravspecifikation

Som inledning på idégenereringsfasen ställdes CGM's kontrollbord mot kravspecifikationen. Detta för att lokalisera vilka funktioner som bordet redan uppfyller väl och som kan återanvändas i projektet, samt de krav som uppfylls mindre bra där mer fokus på utveckling måste läggas.

3.4.2 Moodboard

En moodboard är ett kollage består av ett antal bilder som skall visualisera projektet och som fokuserar på att visa känslor samt upplevelser. Syftet är att visa vilken stämning som konceptet skall förmedla. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 101)

I projektet utgick projektgruppen från det statement som tidigare formulerats samt de semantiska funktioner som listats i kravspecifikationen vid utvecklandet av moodboarden. Skapandet av moodboarden skedde med hjälp av bilder samlade från nätet.

3.4.3 Stylingboard

En stylingboard är ett kollage med bilder som representerar hur andra har löst liknande behov. Lösningarna kan vara lika men kan även komma från helt andra områden men som har samma funktion. Syftet är att under skissarbetet inspireras från hur andra löser samma funktion genom former, färger, material mm.. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 101)

Vid utvecklandet av stylingboarden utgick projektgruppen från statementet och tittade på tänkbara dellösningar för att lösa de olika behoven.

3.4.4 Brainwriting

Brainwriting är en idégenereringsmetod där deltagarna sitter en och en och skriver ner sina idéer på papper. Syftet med att sitta för sig själva är att man inte skall påverkas av varandra och på så sätt undvika att fastna vid vissa idéer. (Österlin, 2011, s. 56)

Brainwriting användes i projektet som ett första steg på själva brainstormingsfasen för att få ner första tankar och idéer.

3.4.5 Braindrawing

Braindrawing metoden bygger på samma princip som brainwriting. Skillnaden är den att braindrawing stödjer skissandet istället för skrivandet. Syftet är att ytterligare sätta igång kreativiteten hos deltagarna. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 129)

Projektgruppen satt på flera olika platser, under flera tillfällen och utförde braindrawing för att få inspiration från olika miljöer samt för att undvika att komma i dålig sinnesstämning på grund av att behöva tvinga fram idéer. Braindrawingen utgick både från att skissa på de enskilda delsystemen som lokaliserats i statementet samt förslag på hellösningar.

3.4.6 Ytterlighetstänkande

Ytterlighetstänkande utgår ifrån att skapa lösningar utifrån motsatsord. Till exempel kan man skissa på den dyraste respektive den billigaste lösningen, eller den vackraste respektive den fulaste. Denna metod ger upphov till lösningar som annars kanske inte skulle uppstå med hjälp av vanliga brainstormingsmetoder. (Westling, 2011)

Metoden användes för att skapa en kreativ stämning och för att få gruppmedlemmarna att tänka utanför boxen. Vid genomförandet skrevs alla delsystem upp på lappar. Ett motsatsordpar bestämdes och sedan drogs en av lapparna vilken blev det delsystem som skulle skissas på. Metoden upprepades

tills dess att alla delsystem hade dragits. Några av motsatsparen som förekom var “ny - gammal”, “minimalistisk - extravagant”, “billigaste - dyraste” och “vackraste - fulaste”.

3.4.7 Morfologisk matris

En morfologisk matris används för att korsbefrukta olika koncept och således identifiera nya potentiella lösningar. Två eller flera egenskaper eller funktioner listas på var sin axel i en matris som sedan kombineras ihop i olika konstellationer. Detta leder till en stor mängd nya varianter av koncept. (Österlin, 2011, s. 60)

I projektet samlades alla lösningar på delsystemen som uppkommit under idégenereringsfasen och ett urval gjordes baserat på vilka idéer som var mest intressanta, relevanta och realiserbara. Dessa lösningar sattes sedan in i en morfologisk matris, där delsystemen listades som kriterier och de olika dellösningarna kombinerades ihop till fyra koncept. Kombinationerna baserades främst på att så många olika lösningar skulle komma med till nästa steg samt att de skulle passa ihop med varandra så att det skulle kunna resultera i ett realiserbart koncept.

3.5 Konceptutveckling och visualisering

Nedan presenteras de metoder som användes i projektets sista fas: Konceptutveckling och visualisering. För att analysera och utvärdera de koncept som arbetades fram i senaste fasen användes en PNI-analys. Med denna som stöd utfördes en workshop med CGM för att få input och ideer för vidareutveckling av koncept. Dessutom gjordes mockup-tester och slutligen en kriterieviktmatris för att kunna hitta ett vinnande koncept som sedan kunde vidareutvecklas till ett slutgiltigt konceptförslag.

3.5.1 PNI

PNI står för positivt, negativt och intressant och utgörs av en enkel tabell där de olika konceptens positiva, negativa och intressanta egenskaper listas. Spalten för intressanta egenskaper kan även fyllas på med eventuella frågetecken gällande en viss funktion eller idé. (Österlin, 2011, s. 67)

PNI användes i projektet för att analysera de fyra koncept som tagits fram med hjälp av den morfologiska matrisen. Varje koncept diskuterades grundligt, både dess funktioner men även deras semantiska uttryck.

3.5.2 Workshop

En workshop är ett möte där målgruppen, experter eller till och med personer som inte är kopplade till projektet samlas och undersöker ett visst ämne. Sessionen kan bestå av problemlösning eller diskussion kring framtida förväntningar. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 129)

Efter framtagandet av de fyra koncepten och PNI-analys av dessa utfördes en workshop tillsammans med CGM. På mötet befann sig, utöver projektgruppen, även de tre kontaktpersonerna från CGM, varav en interaktionsdesigner och två industridesigners. Genomförandet gick till på så sätt att projektgruppen redovisade arbetet som skett så långt och avslutade med att introducera de fyra koncepten som hade uppstått i den morfologiska matrisen, vilket ledde till diskussion kring de olika dellösningarna samt kring de behov som hade identifierats. Syftet med metoden var att få input från företaget samt tips och hjälp med beslut och även kunna skapa nya, bättre lösningar på de delsystem som ej blivit optimalt lösta.

3.5.3 Mock-up

En mock-up är en slags fysisk prototyp i full skala som kan användas för att illustrera form, egenskaper eller färgsättning. (Johannesson, et al., 2013 s. 124) Med en mock-up kan man snabbt testa dimensioner, funktioner, konstruktion mm. (Österlin, 2011, s. 81)

En mock-up av bordskivan tillhörande arbetsbordet skapades för att möjliggöra test av vilken form och bredd ytan skulle ha. Mock-upen testades även i samband med en förvaringsskiva framför för att se vilket avstånd som skulle vara tillräckligt för att alla ska kunna nå förvaringen. Måtten baserades på måttet för 5:e percentilen över kvinnors räckvidd enligt tabellen i kapitel 2.2.2 Antropometri.

3.5.4 Kriterieviktsmatris

Kriterieviktsmatris är en metod som kan användas för att utvärdera ett flertal koncept och jämföra dem med varandra. En tabell skapas där kriterierna samt ett betyg på hur viktiga de är listas på ena axeln och på andra axeln listas konceptalternativen. Varje koncept får sedan ett betyg på hur väl kriterierna uppfyllts, vilken multipliceras med viktningen. Konceptets produkter summeras sedan ihop och det koncept med högst poäng vinner. Viktigt är ändå att ifrågasätta resultatet eftersom flera koncept ofta kan få ungefär samma poäng samt om det vinnande konceptet har stora variationer i poäng kan det vara bättre att gå vidare med ett koncept med en mer jämn fördelning. (Johannesson, et al., 2013 s. 189-190)

I kriterieviktsmatrisen sattes de funktioner som låg bakom de delsystem som identifierats i statementet in som kriterier, bortsett från de funktioner som i samförstånd med CGM uteslöts under workshopen. Funktionerna viktades utefter den ranking som de tidigare hade fått i kravspecifikationen. Som konceptalternativ användes de fyra koncepten som framtagits i den morfologiska analysen. Syftet med metoden var att komma fram till ett slutgiltigt konceptförslag som sedan skulle kunna analyseras vidare.

3.5.5 Hållbarhetsanalys

En hållbarhetsanalys görs i syfte att analysera en produkts ekologiska, ekonomiska och sociala hållbarhet. I analysen svaras på ett antal frågor. De ekologiska frågorna är:

- Vilka material utgörs dagens produkt?
- Hur påverkar materialen miljön? Både nu och i framtiden under produktens livscykel.
- Kan dagens produkt utformas på ett sätt som möjliggör enkel återanvändning eller återvinning? (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 53)

De ekonomiska frågorna är:

- Är produkten lönsam i ett långsiktigt perspektiv och i så fall för vem?
- Har produkten någon negativ eller positiv påverkan på arbete och tillväxt lokalt eller globalt?
- Vilka ekonomiska behov är viktigast att produkten uppfyller för att vara långsiktigt hållbar? (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 53)

Till sist besvaras de sociala frågorna, vilka är:

- Vilka sociala förhållanden påverkas av produkten eller kontexten?
- Har slutprodukten någon påverkan på beteendet på arbetsplatsen?
- Vilka sociala behov är viktigast att produkten uppfyller för att vara långsiktigt hållbar? (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 53)

Projektgruppen besvarade de ekologiska frågorna med hjälp av CGM eftersom dessa behandlade deras nuvarande produkt. De ekonomiska och sociala frågorna behandlade snarare det slutgiltiga konceptförslaget och kunde därför besvaras på egen hand med hjälp av diskussion, uppskattningar och resonemang.

3.5.6 CAD

CAD står för *computer aided design* och är ett verktyg för att skapa 3D-modeller i datorn. En skiss importeras in i datorn och designerns skapar enkelt en modell av denna. I detta stadie kan man upptäcka felaktigheter i konstruktion och funktion eftersom man börjar fundera över hur olika delar är sammanlänkade med varandra samt vad som är möjligt/inte möjligt att skapa. (Wikberg Nilsson et al., 2015, s. 161)

Catia V5 användes för att illustrera det slutgiltiga konceptförslaget genom att först cadda de olika delarna vilka sedan sattes samman till en enhet. Metoden används dessutom i tillämpningen för att identifiera eventuella detaljändringar i det framtagna lösningsförslaget.

4. Resultat

I följande kapitel presenteras det resultat som framkom under de fem projektfaserna. Kapitlet inleds med studiebesök och projektanalys och avslutas med beskrivning av det slutgiltiga konceptet samt analys av detta.

4.1 Projektetablering

Nedan följer den information som uppkom under projektetableringsfasen dvs. det introducerande studiebesöket hos CGM, projektanalysen samt Gantt-schemat.

4.1.1 Studiebesök

Vid det inledande studiebesöket hos CGM fick projektgruppen en klarare bild av projektet och vilka delar som skulle inkluderas samt hur avgränsningarna skulle sättas. Det fastställdes att projektet kommer att fokusera mycket på belastnings- och kognitiv ergonomi samt att det inte kommer innefatta studie av höj- och sänkbara bord eftersom det fanns önskemål från CGM att använda sig av deras befintliga pelare. CGM uttryckte även önskemål om att det utvecklade konceptet gärna får vara lite “outside the box” och därför valdes även avgränsningen om att ej titta på kostnad- och tillverkningsanalys.

Under studiebesöket framkom även att arbetsbordet bör vara robust och gärna använda sig av materialen aluminium och stål. Arbetsstationen skall kunna fungera ihop med robot av samma storlek som “YuMi”, en robot som företaget ABB har framtagit, se figur 8 nedan. “YuMi” väger 38 kg, medger ingen klämrisk och stannar om den stöter emot något vilket gör den säker för människor att arbeta ihop med (Alpman, 2015).



Figur 8: Roboten YuMi som arbetar ihop med en människa. (ABB, 2017) Återgiven med tillstånd.

4.1.2 Projektanalys

Med hjälp av projektanalysen fick projektgruppen ytterligare förståelse för problembilden. Det bidrog också till att syfte och mål (se kapitel 1.2 Syfte och mål) kunde formuleras samt vilka strategier och

metoder som skulle användas under projektprocessen. Slutligen kunde informationen även ligga till grund för nästföljande steg i kapitel 4.1.3 Gantt-Schema.

4.1.3 Gantt-Schema

Med hjälp av gantt-schemat, se bilaga 4 nedan, fastställdes en tidsplan som visade de moment som skulle genomföras samt när detta skulle ske. Tidsplanen gav en bra uppskattning av hur projekttiden skulle fördelas men uppdaterades också kontinuerligt i takt med att projektgruppen stötte på hinder eller när saker inte tog den tid som hade uppskattats. Viktiga tidpunkter fick specifika datum, till exempel pilotbesök på CEJNs monteringsindustri (15/2), avstämning med CGM (14/3) och slutredovisning (9/6).

4.2 Förstudie och datainsamling

Förstudie och datainsamling resulterade i stora mängder kvalitativ data. Nedan redovisas de individuella resultaten från de olika datainsamlingsmetoderna.

4.2.1 Benchmarking

Genom benchmarking uppdagades det att de tre analyserade produkterna, Dual Tier Workstation, Reece ESD Workstation och Multitask System I, hade några intressanta egenskaper. Reeco ESD Workstation erbjuder modularitet och anpassar sina produkter efter kunden. Imponerande är även att bordet klarar att bära 600 kg trots att benen är tunnare än hos CGM's kontrollbord. Dual Tier Workstation har funktionen av att två arbetsytor kan slås ihop och höjas och sänkas oberoende av varandra, samt att bordet har hjul som möjliggör förflyttning, något som de andra saknar. Det tredje bordet, Multitask System I, har inga egenskaper utanför det vanliga men är ett bra exempel på ett klassiskt arbetsbord. Nedan finns utförliga beskrivningar av de tre arbetsborden.

4.2.1.1 Dual Tier Workstation

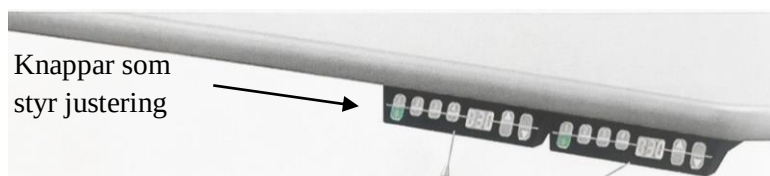
AFC Industries arbetar med utveckling av ergonomiska möbler anpassade för industrin. Arbetsbordet är höj- och sänkbart och omfattar två ihopsatta arbetsytor där vardera är möjlig att justeras utefter önskad höjd, se figur 9. Justeringen sker elektroniskt med hjälp av manöverdon placerade på undersidan av främre arbetsytan, se figur 10. (AFC Industries, u.å.)

Bordet innehar två monitorarmar som stödjer bildskärmar, se figur 9, vilka kan anpassas och flyttas i många olika riktningar.



Figur 9: Arbetsstationen Dual Tier Work Station. Författarens egen bild.

Fyra hjul är placerade vid hörnen på stationen för att åstadkomma förflyttning. De främre hjulen medger fastlåsning av bordet. Som belysning tillkommer en lampa bestående av en skrivbordslampa och en omgivningslampa. (AFC Industries, u.å.)



Figur 10: Elektroniska knappar för justering på Dual Tier Work Station. Författarens egen bild.

4.2.1.2 Reeco ESD Workstation

Reeco utvecklar arbetsstationer för montering i industri och anpassar dessa efter kundens behov och erbjuder modularitet. Företagets vision är att "skapa en optimal arbetsstation som tillåter montören utföra sina uppgifter i enlighet med människans naturliga rörelser." (Reeco, 2017)

Arbetsstationen, se figur 11, är uppdelad följande moduler: Lampa, ställning, strömuttag, anpassningsbar hylla, lådor, bordsyta, plastbehållare, stålhylla och perforerad panel. Bordsbenen drivs av elektriska pådrivare för att justera höjden på bordsytan.



Figur 11: Arbetsstationen Reeco ESD. (Reeco, 2017). Återgiven med tillstånd.

Enligt Reecos hemsida är mekanismen tyst och borden har en hög lastkapacitet (1600 N per ben) samt en låg strömförbrukning. Lägsta höjd är 67 cm och högsta 112 cm. Ytan klarar att hålla 600 kg. (Reeco, 2017) Bordsskivan utgörs av en spånskiva och är behandlad med materialet hartser samt är täckt med ledande laminat för att avleda ström (Reeco, 2015). Hartser är naturliga eller konstgjorda ämnen av varierande sammansättningar där det naturliga ämnet kan hittas i växter och har bland annat utnyttjats som mjukningsmedel (Nationalencyklopedin, 2017).

4.2.1.3 Multi Task System I (MTS) Workstation

IAC Industries är ett företag med vision att ge kunden byggstenarna för att utforma den perfekta arbetsstationen för alla platser. (IAC Industries, 2017)

MTS arbetsstation är en fristående höj- och sänkbar arbetsstation som gör det möjligt för användaren att lagra arbetsutrustning och tillbehör ovanför arbetsbänken. Arbetsbänken är möjlig att höjas samt sänkas till önskad ergonomisk ställning tack vare de höj- och sänkbara benen. (IAC Industries, 2017)

Arbetsstationens flexibilitet gör det möjligt för kunden att anpassa bordet efter arbetsmiljön med dess utbytbara komponenter. Arbetsstationen är faststående och är därmed inte smidigt flyttbar. Stationen innehar även en platta, se figur 12 för möjligheten att använda en skärm. (IAC Industries, 2017)



Figur 12: Arbetsstationen Multi Task System I. (IAC Industries, 2017). Återgiven med tillstånd.

4.2.2 Observation

Nedan beskrivs de resultat som uppkom under observationerna i monteringsindustrin hos CEJN och CGM.

4.2.2.1 Monteringsindustrin hos CEJN

CEJNs monteringslokal, se figur 13, är ganska trång och har mycket hyllor, förvaring, bord och maskiner på en relativt liten yta. Miljön är industriell med mycket grått och metall men även många starka färger i till exempel blått, gult och rött. Golvet består framförallt av betong men på flera ställen ligger gummimattor och på vissa ställen, till exempel på bilden nedan, har man lagt ut parkettgolv.



Figur 13: CEJNs monteringslokal och arbetsbord. (Turesson, 2017) Återgiven med tillstånd.

Ljudet som hörs i lokalen härstammar främst från maskiner men även från en robot som står placerad inuti en cell. Det finns små lappar på vissa maskiner om rekommendationer om att använda hörselskydd, det var dock ingen som använde sig av dessa under observationsbesöket.

Monteringen är uppdelad i olika sektioner med ca fyra-fem stationer per sektion, vilka montörerna roterar mellan under dagen. På de flesta stationerna arbetar man ensam. På en station arbetade man två personer vid samma bord och vid en annan hade tre bord ställts ihop till en U-form. CEJNs monteringsbord, se figur 14-15, består av två höj- och sänkbara ben, vilka medger ett höjdspann på

70-120 cm, en bordsskiva och en ställning med lampa. På ställningen sitter ofta även en förvaringstavla, se figur 16, som tillhandahåller den förvaring som behövs för att utföra det moment som skall utföras på just den arbetsbänken. Instruktioner fås genom en broschyr som ofta är placerad på förvaringstavlans ytterkant.

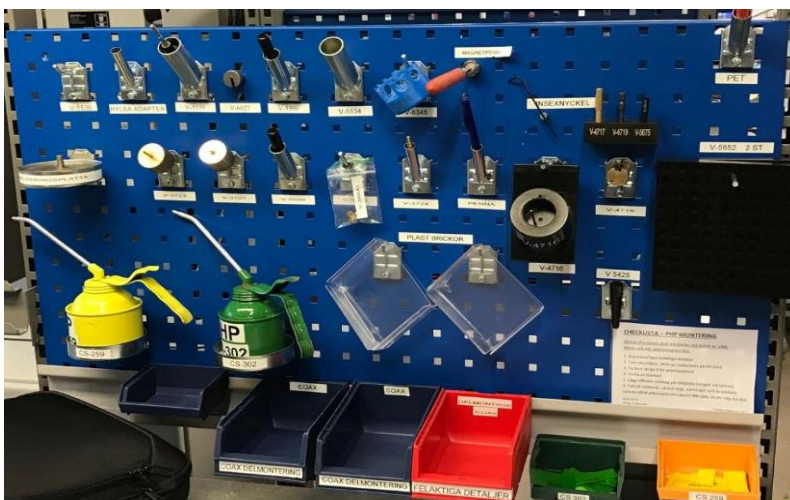
Vissa bord har även extra lampor i form av punktbelysning med ett förstoringsglas, som används vid arbete med riktigt små komponenter. Arbetsytorna är av olika storlekar, mellan 0,56m² - 2m², och har även olika form. I figurerna 14-15 syns att vissa har en vinklad bordsskiva och vissa har en rektangulär. Stationerna har även olika hyllor och tillbehör fästa på ställningen. Komponenterna förvaras ofta i små lådor under monteringsarbetet och i större backar vid förflyttning. Standardstorleken på de små förvaringslådorna är 16 cm på djupet.



Figur 14: Vinklat arbetsbord hos CEJN. (Turesson, 2017) Återgiven med tillstånd.



Figur 15: Rektangulärt arbetsbord hos CEJN. (Turesson, 2017) Återgiven med tillstånd.



Figur 16: Exempel på förvaringstavla hos CEJN. (Palmkvist, 2017) Återgiven med tillstånd.

4.2.2.2 Monteringsindustrin hos CGM

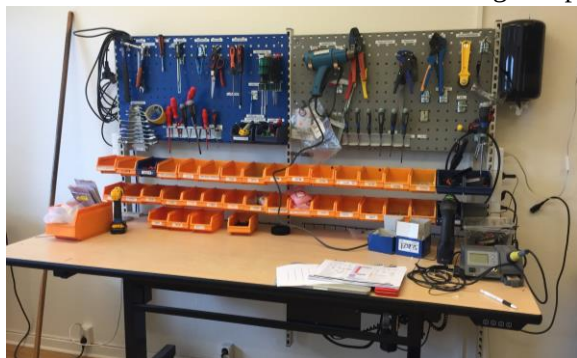
CGMs monteringslokal består av stora, öppna ytor och är uppdelad i olika rum för olika moment. Två rum var för större komponenter såsom bordsskivor och bordsben samt ett rum för mindre komponenter, el och programmering. En 140 cm bred gångbana är utmärkt med svart och gul tejp varpå inget får ställas inom denna, se figur 17. Utrustningen varierar beroende på vilket moment som skall utföras, och den förvaras antingen hängandes eller i lådor vid arbetsstationen, se figur 18. CGM använder sig av samma typ och storlek på förvaringslådor som CEJN gör, dvs. de har en längd på 16 cm. Instruktioner för testning och montering hämtas i pappersform från en vägghylla, varpå man väljer

den som är anpassad för den komponent man arbetar med just då. Man använder sig varken av robot eller transportbana utan förflyttar komponenter med hjälp av truck.



Figur 17: Lokal där CGM har sin montering. Författarens egen bild.

Arbetsstationerna varierar beroende på vilket moment man utför. I figur 18 och 19 ses två arbetsbord som används för montering av delkomponenter. De är båda höj- och sänkbara men endast den första har förvaring vid bordet. Den andra har istället en speciallampa som ger riktat ljus under ögonhöjd och även två skärmar som används för testning och programmering.



Figur 18: Monteringsbord med plats för mycket förvaring hos CGM. Författarens egen bild.



Figur 19: Monteringsbord med lampa och datorer hos CGM. Författarens egen bild.

4.2.2.3 Målgrupp

Utifrån observationerna kunde målgruppen fastställas. På monteringsindustrin hos CGM arbetade enbart män, vilka i genomsnitt var ca 35 år gamla. Den äldsta montören var 62 år men företaget tar även in sommarjobbare i ca 20-årsåldern. I CEJNs montering arbetar både kvinnor och män, majoriteten är dock kvinnor. Under observationen sågs både kvinnor och män i alla åldrar mellan 20 och 60 år. Målgruppen består alltså av kvinnor och män i arbetsför ålder med varierande erfarenhet av monteringsarbete. Detta innebär därmed en stor målgrupp att ta hänsyn till i fortsatt utvecklingsarbete.

4.2.3 Intervju

Genom intervju med både montörer, produktionsansvariga och övriga intressenter samlades stora mängder data in. Nedan redovisas de uppdelade i intervju med montörer och i intervju med övriga.

4.2.3.1 Intervjuer med montörer

Utifrån intervjuerna, som gjordes med de sex olika montörerna, framkom det som tydligt att möjligheten att kunna justera bordet i höjdd är en funktion som uppskattas av alla montörer. I samband med detta uttrycktes även fördelen med att kunna variera mellan att stå och sitta. Variation av alla slag var en aspekt som framstod som viktigt eftersom det bland annat hos CEJN uttrycktes som roligare att exempelvis få variera mellan de olika arbetsstationerna och få göra olika saker. Dock nämnde en montör också önskan av att få ha ett eget krypin.

Några montörer ansåg att de kunde få ont i benen när de stod för länge med arbetet, eftersom större delar av golvytan i arbetslokalen är i betong. De noterade skillnaden i att stå på parkettgolv och betonggolv vilket självfallet ansågs bättre med parkett då det gav bättre svikt. I samband med detta framkom även en fördel med användning av ESD-mattor på både golvytor och bordsytor för avledning av elektricitet.

När frågan om möjligheten att kunna flytta på arbetsborden dök upp var det uppenbart att det inte var något som montörerna var i behov av. Det ansågs att det var viktigt att borden står fasta, erbjuder stabilitet och är stadiga. De allra flesta intervjuobjekten ansåg inte att det fanns någon anledning till att ha flyttbara bord.

“Jag kan inte känna något behov av att kunna ta med mig bordet.” (CEJN, intervjuobjekt 1)

Ett intervjuobjekt uttryckte dessutom att borden ska vara där de är och att man inte skall behöva justera platsen på dem.

När det handlade om ljussättning och ljusvariation framgick att montörerna ansåg det vara betydelsefullt för arbetet att ha tillräckligt med ljuskällor och gärna från passande vinklar. Två intervjuobjekt från CEJN uttryckte att dagens primära ljuskälla från arbetsborden var alldeles för starka för ögonen och att många i nuläget föredrar att släcka lamporna.

“Jag brukar oftast släcka och jag tycker många gånger att det (ljuset) är starkt.” (CEJN, intervjuobjekt 2)

En viktig synpunkt som framkom kring ljussättningen var möjligheten att kunna justera ljuset. En person menade att man har olika ljus utomhus, både under vinter och sommar och att det skulle vara fördelaktigt att kunna anpassa ljuset inne efter årstiderna.

När frågor om ljudnivån i arbetslokalen ställdes framkom att ingen använder sig av hörselskydd eftersom man ansåg att det inte behövdes, trots tillgänglighet och rekommendationer.

Idag på CGM samt CEJN monterar arbetarna utifrån sina broschyrer, vilka innehåller instruktioner om arbetsmomenten som de skall utgå från. Både på CGM och CEJN är visionen i framtiden att kunna använda sig av skärmar, vilket har bland annat testats på montörerna hos CEJN. När frågan om hur det har fungerat ställdes gavs varierande svar. En äldre kvinna påstod att det tog längre tid då man skulle behöva logga in sig på datorerna. En annan montör ansåg att fördelen med att ha instruktionerna på

papper var möjligheten att kunna bocka av. Däremot ansåg resten att det skulle vara fördelaktigt att använda sig av skärmar som stod på arbetsborden istället för broschyrer.

Det framkom att det skulle gå fortare eftersom att man inte hade behövt gå och plocka instruktionspapper från en vägghylla. Det yngsta intervjuobjektet uttryckte att han/hon aldrig hade kollat i broschyrerna utan alltid går bort till en gemensam dator och söker upp rätt dokument.

“Det hade varit smidigare (med instruktioner) på en skärm istället.” (CEJN, intervjuobjekt 1)

En fördel med skärmar skulle även uppdateringar av instruktioner finnas med, vilket uttrycktes av ett intervjuobjekt, och på så sätt kunna undvika att behöva hämta nya uppdaterade instruktioner. En av montörerna på CEJN kunde se ytterligare möjligheter med satsning av skärmar, bland annat att införa en inställning som skulle kunna visa var, dvs. på vilken arbetsstation, montörerna skall stå och arbeta. Vidare till förvaringsmöjligheter framkom tydligt att montörerna vill ha sin utrustning så lättåtkomligt som möjligt. Många påstod att man inte skall behöva leta efter verktygen och att de skall vara så nära som möjligt. Utrustning som används är limutrustning, doppskål, tänger, tumstock, skruvmejslar, skrävstäd, visionkamera mm. Visionkamera är en kamera som CEJN använder för att kontrollera att alla delar är på plats i produkten.

“Alla verktyg vi behöver skall finnas tillgängliga på bordet.” (CEJN, intervjuobjekt 1)

Ett nuvarande problem med förvaringen som uttalades var den begränsade platsen som lådorna kunde orsaka då de hänger in över arbetsytan, se figur 20. I samband med detta uttryckte en montör saknaden att kunna använda sig av utrymmet under bordet. Intervjuobjekten nämnde en önskan om att kunna dra ut ett extra bord vid behov av mer arbetsyta.



Figur 20: Monteringsbord med förvaringslådor hängandes över arbetsytan. Författarens egen bild.

I övrigt uttrycktes behovet att kunna se varandra medan de sitter eller står och arbetar, då det upplevs roligare än att exempelvis arbeta mot en vägg. Några montörer nämnde att man gärna utesluter känslan att vara instängd. Ytterligare viktig synpunkt som framkom var vikten av att vara fokuserad på det man gör, dvs. monteringsarbetet. Men man sitter gärna och dricker kaffe och/eller lyssnar på musik eller radio samtidigt, sade de flesta montörerna.

Se bilaga 5-9 för fullständiga intervjuer med montörer hos CEJN och CGM.

4.2.3.2 Intervjuer med övriga intressenter

Utifrån intervjuerna som gjordes med övriga intressenter framkom aspekter som exempelvis kunde vara svåra att få fram från montörer. Viktig information som kom fram var de mått som både CGM och CEJN använder idag på sina arbetsbord. Nedan listas de mått och dimensioner som dök upp under intervjuerna:

- Höjdspann på höj- och sänkbarheten hos CGM: 650 - 1300 mm.
- Höjdspann på höj- och sänkbarheten hos CEJN: 700 - 1200 mm.
- Bordsmått hos CGM upptill: 2000 x 1000 mm.
- Bordsmått hos CEJN: ca 800 x 700 mm.
- Livslängd hos CGM: ca 10 år (den tid som företaget garanterar reservdelar).
- Livslängd hos CEJN: upp till 15 år.
- Belastning hos CGM: ca 300 - 350+ kg.
- Belastning hos CEJN: ca 200 kg.

I samband med dimensioner uppkom information om de material som CGM idag använder mycket av, vilka var aluminium och stål. Eftersom industrimiljöer har extra mycket risk för slitage framkom vikten av robusta material. Ur uppdragsgivarens perspektiv uttrycktes möjligheten att använda sig av olika material och färger för att markera olika arbetszoner på arbetsytan. Detta uttrycktes i samband med framtida visioner att inkludera fler robotar hos exempelvis CEJN, där arbetszonen på bordet för roboten skulle kunna vara markerad. I samband med arbetsytor framkom av en produktionsansvarig att ju mindre bord desto bättre. Han menade på att då finns mindre utrymme för montören att placera onödigt och icke användbart material på bordsytan.

“Ju mindre bord desto bättre, mindre plats för skit.”

(CGM, produktionsansvarig)

Under intervjun framkom även att CEJN i framtiden ser att man skulle kunna använda sig av transportbanor för att slippa gå med lådor till olika ställen. Ett behov som uttrycktes från uppdragsgivare var möjligheten för stabil förflyttning av arbetsborden, då det saknas idag. Dock noterades att detta endast var riktat mot de ansvariga för produktionslayouten, dvs. de som ansvarar för möbleringen i arbetslokalerna. I samband med detta framkom även att ommöblering i arbetslokalerna endast sker som högst 1 gång per år, dvs. mycket sällan.

Se bilaga 10 för fullständig intervju med produktionsansvariga.

4.2.4 RULA

RULA-analysen utfördes på två montörer vars arbetsställning visas i figur 21. Resultaten av analyserna hos CGM och CEJN resulterade båda i åtgärdssiffran 4, vilket innebär att situationen skall undersökas ytterligare men att åtgärd eventuellt inte kommer att behövas.



Figur 21: Arbetsställningen som analyserades i RULA-analysen. Författarens egen bild.

I analysen hos CGM, se figur 22, utfördes momentet “montering av sladdar” och de kategorier som uppnådde högst poäng var handledens position och vridning, nacken och överkroppens framåtlutning, samt gavs straffpoäng för repetitivt arbete. Arm och handled fick sammanlagt tre poäng och nacke, överkropp och ben fick fyra vilket innebär att det är lite värre för nacke, överkropp och ben men att ingen av dem måste åtgärdas genast.

ERGONOMICS PLUS **RULA Employee Assessment Worksheet** Task Name: *Montering CGM av sladdar* Date: *27/3*

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

+1 20° +2 20° +2 20° +3 45-90° +4 90°

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

Step 2: Locate Lower Arm Position:

+1 90° +2 90° +3 90° +4 90°

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

+1 15° +2 15° +3 15° +4 15°

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:
If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Table A: Wrist Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
1	4	2	4	4	4
2	1	3	3	3	3
2	2	3	3	3	4
2	3	3	3	3	4
2	4	3	4	4	4
3	1	4	4	4	4
3	2	4	4	4	5
3	3	4	4	4	5
3	4	4	4	4	5
4	1	5	5	5	5
4	2	5	5	5	6
4	3	5	5	5	6
4	4	5	5	5	6
5	1	6	6	6	6
5	2	6	6	6	7
5	3	6	6	6	7
5	4	6	6	6	7
6	1	7	7	7	7
6	2	7	7	7	8
6	3	7	7	7	8
6	4	7	7	7	8

Table B: Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

+1 0-15° +2 15-20° +3 20-30° +4 30-45°

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

+1 0° +2 0-20° +3 20-60° +4 60°

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture Score	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10
6	6	7	8	9	10	11

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

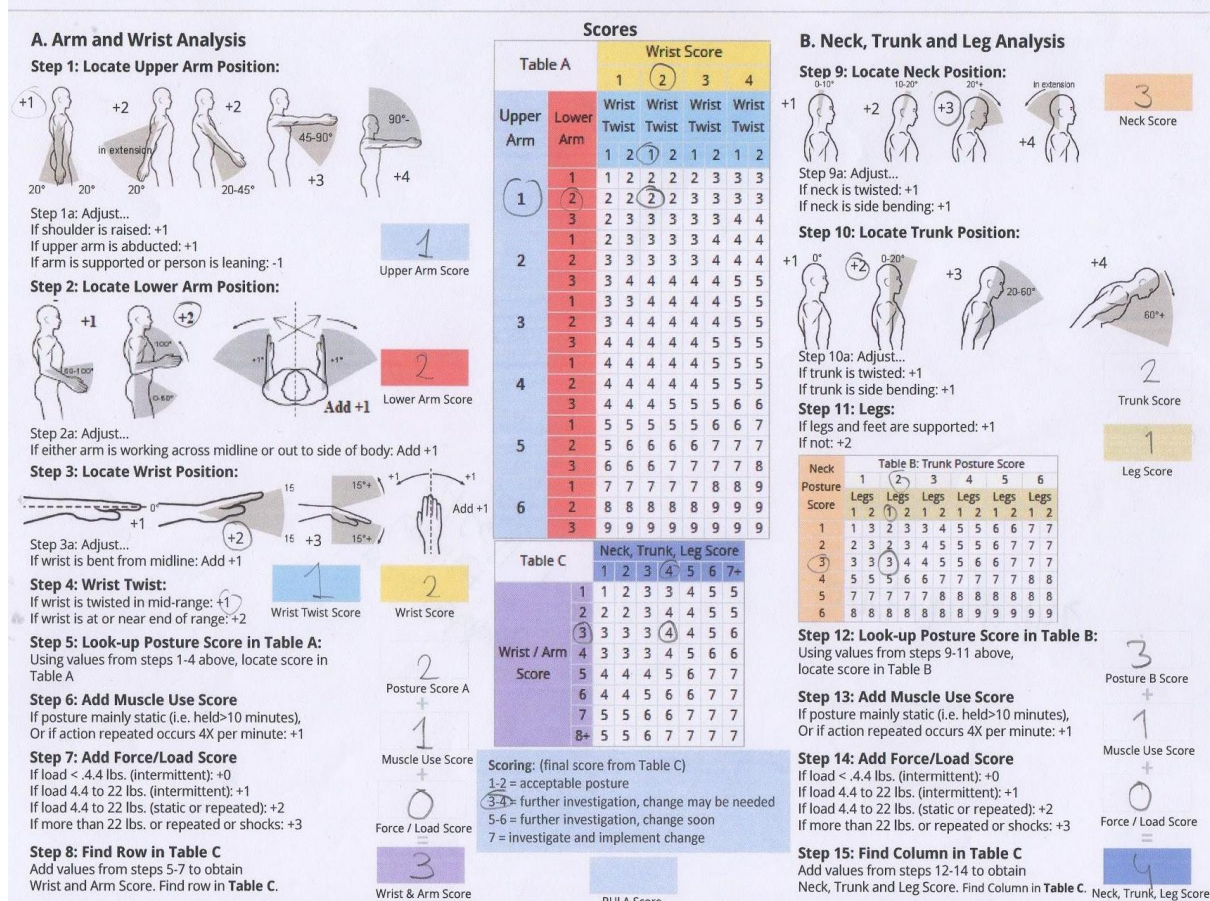
Table C: Neck, Trunk, Leg Score

Neck, Trunk, Leg Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
13	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
14	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
17	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
18	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
19	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Scoring: (final score from Table C)
1-2 = acceptable posture
3-4 = further investigation, change may be needed
5-6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

Final Scores:
Upper Arm Score: 1
Lower Arm Score: 1
Wrist Twist Score: 3
Posture Score A: 2
Muscle Use Score: 1
Force / Load Score: 0
Wrist & Arm Score: 3
Neck Score: 3
Trunk Score: 2
Leg Score: 1
Posture B Score: 3
Muscle Use Score: 1
Force / Load Score: 0
Neck, Trunk, Leg Score: 4
RULA Score: 4

Figur 22: Resultat av RULA-analys hos CGM. Författarens egen bild.



Figur 23: Resultat av RULA-analys hos CEJN. Författarens egen bild.

I analysen hos CEJN, se figur 23, utfördes en ihopmontering av en liten ventil. Här gavs högst poäng för underarmarnas och handledens position och vridning, samt gavs höga poäng för nacken och överkroppens framåtvinkling. Precis som hos CGM gavs även straffpoäng för repetitivt arbete. Även här fick nacke, överkropp och ben totalt fyra poäng och arm och vrist tre poäng, vilket resulterade i exakt samma resultat. Dvs arbetsställningarna bör undersökas vidare, men måste inte resultera i en förändring.

Sammanfattningsvis är det alltså inte nödvändigt att arbetsställningen förbättras enligt RULA-analysen. Å andra sidan ligger den endast en poäng under “vidare undersökning med snar förändring” och eftersom några montörer under intervjuerna klagat på smärtor i några olika kroppsdelar verkar det ändå som att någon form av åtgärd måste göras. En annan sak som skulle kunna påverkat resultatet är att analysen lägger till straffpoäng för ställningar som förekommer fyra gånger eller mer per minut. Inom montering kan en position förekomma betydligt fler gånger än fyra gånger per minut och dessutom förekomma hela dagen och varje dag. Det är möjligt att detta borde ha gett fler straffpoäng än bara ett.

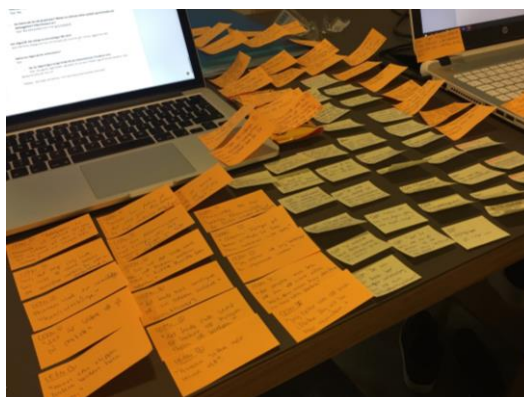
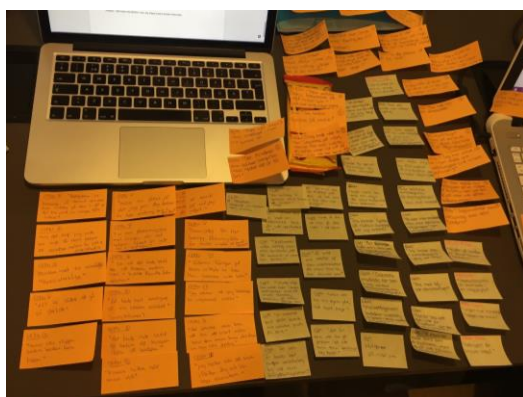
4.3 Analys av data

Med hjälp av all insamlad data från förstudien kunde KJ-analysen tillsammans med nyckelorden, visualiserade i en mindmap, resultera i behov och krav uppställda i en funktionsbaserad kravspecifikation. Rankning av de listade funktionerna ledde till identifiering av högre prioriterade krav som bland annat även låg till grund för det framtagna statementet.

4.3.1 KJ-analys

KJ-analysen, se figur 24, resulterade i sortering av insamlad data från observationer och intervjuer som sedan ledde till ett antal olika kategorier. De framkomna kategorierna var:

- Belastning och säkerhet
- Flexibilitet
- Ljud
- Transportbanor
- Ljus
- HMI och instruktioner
- Yta
- Förvaring
- Utrustning
- Robot
- Sikt och avskildhet
- Underhållning
- Material och färg samt
- Övrigt



Figur 24: Under KJ-analys processen. Författarens egen bild.

I belastning- och säkerhetskategorin framkom behovet att *erbjuda en ergonomisk golvyta*, då intervjuobjekten konstaterade att det var bättre att stå på parkettgolv istället för betong då det upplevs skönare för benen. Parkettgolvet kan även tyda på en önskan om att arbeta i en miljö som präglas mindre av känslan av industri utan istället inger en trevlig kontorsatmosfär. Utifrån intervjuerna kunde gruppen även konstatera att *höj- och sänkbarfunktionen* var ett viktigt behov eftersom det bidrog till variation av arbetsställning hos montörerna och minimerade belastningsskador. Detta behov fastställdes i både flexibilitet och belastning- och säkerhetskategorin. Från intervjun kunde det även konstateras att *avledning av elektricitet* var en viktig säkerhetsfaktor för montören vid elarbete.

Flexibilitet har i alla slag framkommit som vitalt. Det har bland annat visat sig att de ansvariga för produktionslayouten gärna vill *flytta på arbetsborden* på ett stabilt sätt samtidigt som montörerna ansåg att det kunde ge upphov till känsla av instabilitet. Behovet är därmed endast för de som ansvarar för ommöbleringen. Montörerna föredrar att få variera så mycket som möjligt mellan borden men samtidigt inte behöva ansvara för var borden står i och med att en risk att borden står lite överallt kan uppkomma om de går att flytta på.

Som tidigare nämnt i intervjuer använder sig montörerna inte av hörselskydd. Eftersom det dock framkom från observationer att ljudnivån är medelhög och att det dessutom är rekommenderat från personal att använda sig av hörselskydd, förekommer ett behov av *ljuddämpning*.

Vidare diskuterades behovet av *transportbanor* som anledning av att slippa bära på tunga lådor. Behovet finns för att minimera skador som kan förekomma vid överbelastning. Ytterligare argument för behovet är att det skall gå snabbt och smidigt i framtiden att skicka iväg monterade komponenter.

Eftersom det diskuterades om markering av olika arbetszoner på arbetsbordet framkom behovet att tydliggöra och underlätta förståelsen för montören var roboten samt han eller hon ska arbeta. Med andra ord skall det vara enkelt att *samarbeta med robotar*.

Studier gjorda på den uttalade informationen om ljussättning resulterade i behov av arbetsanpassad samt ergonomiskt *anpassad ljussättning*.

Gällande HMI-systemet kunde det konstateras att de krav som är nödvändiga att uppfylla för att optimera användarvänligheten är instruktioner på arbetsmomenten, avbockningsfunktion av slutförda uppgifter, visning av uppdateringar och framförallt smidig och enkel inloggning för minskad tidsåtgång.

Uttalandet om fördelen med mindre bord tolkades i syfte med uteslutning av risken för stökigare arbetsbord som stör montören under arbetet. Ytterligare slutsats gällande nackdelen med större bord är den uppkomna risken av för långa avstånd till och från förvaring. Ett viktigt studerat behov är *smarta förvaringslösningar* som innebär att all utrustning man behöver skall vara så nära som möjligt. Montören skall ej behöva sträcka sig för långt eller till och med gå och plocka från annat ställe. Verktygen skall vara lätt att hitta så att arbetet effektiviseras.

Ett viktigt behov som studerades var att möjliggöra en tillräcklig *fri sikt* för montörerna då det ansågs viktigt för montörerna att inte känna sig ensamma och instängda.

Många idag sysselsätter sig genom att *lyssna på musik*. En risk som dock kan uppstå är att man med hörlurar i öronen bortsluter sig från omgivningen vilket kan anses dåligt om något skulle hända. Idag använder sig CGM, för kontrollborden, av en så kallad ljuddusch som skulle tillfredsställa detta underhållsbehov samtidigt som montörerna fortfarande är uppkopplade till omgivningen.

4.3.2 Mindmap

Som resultat från mindmapping, se figur 25, kunde nu gruppen identifiera många likheter och relationer bland de nyckelord som intervjuobjekten uttalade. Kategorierna från KJ-analysen grupperades nu ihop till fem storkategorier: arbetsplats, ergonomi, flexibilitet, teknik och övrigt. I figuren nedan har de nyckelord som ansetts vara extra intressanta samt de som uttryckts av flertalet personer markerats i fet stil. Detta för att visualisera inom vilka områden de största behoven finns, dvs. var störst fokus skulle läggas.



Figur 25: Resultat av mindmapping. Författarens egen bild.

Till kategorin arbetsplats hör KJ-kategorierna yta, förvaring, utrustning och fri sikt. Dessa kategorier berör utformning och funktioner som arbetsplatsen skall erbjuda, men som inte har med ergonomi och flexibilitet att göra. Viktiga nyckelord var bl.a.: "roligt att se folk", "ordning" och "så nära som möjligt", dvs viktigt med fri sikt, att utrustningen förvaras organiserat och att den är nära till hands, dvs. ergonomiskt.

Under ergonomi hamnade belastning, säkerhet, ljud och ljus och de viktigaste nyckelorden var här "justerbara ljuskällor", "man ska kunna se" och "variera mellan att stå och sitta". Höj- och sänkbarhet samt ljusvariation ansågs alltså som de största behoven.

Kategorin flexibilitet samlade de nyckelord som funnits under flexibilitet, dvs mobilitet och justering. Liksom i ergonomikategorin var ett av nyckelorden "höj- och sänkbarhet" eftersom det både är bra för montörens ergonomi att kunna anpassa bordet efter kroppen och att kunna växla mellan att sitta och stå, samtidigt som det är flexibelt att ha möjlighet till att anpassa bordet efter behov. Viktigt var också "lätt att flytta" och "slippa justering", vilket tyder på att om det ska finnas hög flexibilitet skall den även vara smidig och snabb att justera.

Teknikkategorin behandlar samverkan med transportbanor och robot samt instruktionssystemet. Det viktigaste här var nyckelordet "slippa gå", vilket behandlar att allt ska finnas på plats och att man inte ska behöva gå med lådor från en station till en annan.

I övrigt samlades sådant som har med material, utformning, underhållning mm. att göra. Många av nyckelorden kommer här från produktionsansvariga och CGM, till exempel "modern", "anpassa färger" och "olika zoner."

4.3.4 Funktionsbaserad kravspecifikation

Utifrån all data som uppkommit under benchmark, intervju och observation och som sedan strukturerades med hjälp av KJ-analysen kunde en funktionsbaserad kravspecifikation formuleras, se figur 26 nedan. Kraven är uppdelade i funktionella och semantiska funktioner. Produktens huvudfunktion identifierades som “underlätta monteringsarbete” vilket skall uppfyllas genom att:

- Erbjudar arbetsyta, öppenhet, smarta förvaringsmöjligheter, underhållning och säker användning.
- Medge flexibilitet (samverkan med robot, transportbanor mm.) och kroppsanpassning.
- Främja koncentration (med hjälp av ljusvariation, ljuddämpning och lugn).
- Inneha intuitiv HMI samt en låg vikt och en låg miljöpåverkan.
- Minimera fot- och benbelastning.
- Avleda elektricitet.

De semantiska funktioner som rankades högst var att arbetsstationen skall uttrycka stabilitet, modernitet och behaglighet samt identifiering med CGMs varumärke. Utöver detta är det även önskvärt att arbetsstationen skall uttrycka smidighet, minimalism, säkerhet, uppmuntra till interaktion, underlätta förståelse samt tilltala nuvarande arbetare och yngre generationen.

Funktionerna har förutom ranking även erhållit en kolumn för källa, vilken redogör för kravens ursprung, dvs. vem som har uttryckt det. I figuren nedan (figur 26) står “CGM” för krav från uppdragsgivaren, “CEJN” för krav från produktionsansvariga på CEJN och “Mtr.” för montör - både hos CEJN och CGM. De krav som saknar källa är krav som projektgruppen har satt som projektmål. Dessa gäller ekologi och miljöpåverkan till exempel: “inneha få material” och “medge reparation”.

	Produkt	Funktion	Klass	Dimensioner/Kommentarer	Rank	Källa
1.	Arbetsstationen	underlättar monteringsarbete	HF	Montering av små komponenter med/utan robot vid bord.	5	CGM
2.	Arbetsstationen	erbjuder arbetsyta	N	700x800 - 2000x1000 [mm]	5	CEJN
2.1		erbjuder justerbar arbetsyta	Ö	Möjlighet till extra yta vid behov.	2	Mtr.
2.2		tillåter belastning	N	Vikt: 200 kg (CEJN) & 300 - 350+ kg (CGM)	5	CGM
3.	Arbetsstationen	medger flexibilitet	N	För montering med/utan robot/transportbanor.	4	CGM
3.1		tillåter stabil förflyttning	N	Genom 120cm-dörrar. På smutsigt underlag	4	CGM
3.2		underlättar manövrering	Ö	Exempelvis med styrsystem.	2	Brief
3.3		medger samverkan med robot	N	En robot av storlek YUMI ska kunna monteras på.	5	CGM
3.4		medger fästning av maskiner och verktyg	Ö	Små maskiner och verktyg kan fästas på ytan.	3	CEJN
3.5		erbjuder dockning	Ö	Mot maskiner/fast stationer/varandra.	3	Brief
3.6		medger samverkan med transportbanor	Ö	Ska kunna dockas mot arbetsstationen. Ev. annan förflyttning av grejer (måste ej vara transportbana)	4	Brief
3.7		tillåter samarbete	Ö	Två personer eller fler ska kunna arbeta tillsammans.	3	CEJN
4	Arbetsstationen	medger kroppsanpassning	N		5	Brief
4.1		erbjuder höj- och sänkbarhet	N	Lägst 65 cm och högst 130 cm.	5	CGM
4.2		erbjuder justering av skärm	Ö	I x-, y-, z-riktning samt rotering.	3	CEJN
4.3		erbjuder profilinställning	N	Ljus, ljud, arbetshöjd med mera.	4	CGM
5.	Arbetsstationen	främjar koncentration	N		4	Mtr.
5.1		dämpar ljud	Ö	Ej bidra till ökat buller. Ljudabsorberande material.	2	Obsrv.
5.2		erbjuder lugn	N	Kännas behagligt och lugnt omkring montören på bordet	4	CEJN
5.3		erbjuder ljusvariation	Ö	Kallt och varmt ljus. Olika ljusstyrkor	4	CGM
5.4		erbjuder flera ljuskällor	Ö	Minimera reflektion. Erbjuder ex. punktbelysning, vinkelbara.	3	CGM
6.	Arbetsstationen	erbjuder öppenhet	Ö	Montören kan titta sig omkring i lokalen, inte känna sig instängd.	4	CEJN
7.	Arbetsstationen	innehar intuitiv HMI	N	Instruktioner, arbetsfördelning, nya uppdateringar, felanmälningar, visa när det är dags att rotera.	5	CGM
7.1		erbjuder instruktioner	N	Med bilder, text, film, ljud, eventuellt avcheckning	5	CEJN
7.2		erbjuder automatiskt byte av instruktion	Ö	Då ett moment är färdigt byts bild/film till nästa moment.	2	CEJN
7.3		innehar taktindikator	Ö	Kan berätta när det går för långsamt med ex. ljus, ljud	2	CEJN
8.	Arbetsstationen	erbjuder smarta förvaringsmöjligheter	N	För utrustning, komponenter inklusive extra förvaring. Lätt att se/komma åt	5	CGM
9.	Arbetsstationen	minimerar fot- och benbelastning	Ö	Eftersom det ofta är hårt betonggolv vid arbetsplatsen.	1	CEJN
10.	Arbetsstationen	avleder elektricitet	Ö	Kan komma från elektriska komponenter som man arbetar med eller från maskiner	2	Mtr.
11.	Arbetsstationen	erbjuder underhållning	Ö	Musik, radio, plats för kaffekopp	2	Mtr.
12.	Arbetsstationen	innehar låg miljöpåverkan	Ö	Från maskiner, verktyg och komponenter	3	-
		motstår slitage	N	Från maskiner, verktyg och komponenter	4	CGM
		innehar lång livslängd	Ö	> 15 år. (CEJN) & 10 år (CGM)	2	-
		medger reparation	Ö	Utbytbara delar.	3	-
	Arbetsbordet	innehar lite material	Ö	Minimera materialanvändning	3	-
13.	Arbetsstationen	innehar låg vikt	Ö	Max 250kg. Men ändå vara stabil och robust.	3	-
14.	Arbetsstationen	erbjuder säker användning	N	Minimera olyckor och ingen klämrisk, mm?	4	CGM
Semantik						
15.	Arbetsstationen	uttrycker stabilitet	Ö		5	
16.	Arbetsstationen	uttrycker smidighet	Ö	Uppmuntra till förflyttning, ska ej se omöjlig ut att förflytta.	4	
17.	Arbetsstationen	uttrycker modernitet	Ö		5	
18.	Arbetsstationen	uttrycker minimalism	Ö	Enkel och inga onödiga detaljer som stör och bidrar till stökig miljö.	4	
19.	Arbetsstationen	uttrycker behaglighet	Ö		5	
20.	Arbetsstationen	uttrycker säkerhet	Ö		4	
21.	Arbetsstationen	uppmuntrar interaktion	Ö	Mellan robot och människa, samt mellan människa och funktioner	4	
22.	Arbetsstationen	underlättar förståelse	Ö	Genom färg/form/material-markeringar. Gäller både robot och olika funktioner.	4	
23.	Arbetsstationen	tilltalar nuvarande arbetare	Ö		4	
24.	Arbetsstationen	identifierar varumärke	N	CGM.	5	
25.	Arbetsstationen	lockar yngre generationen	Ö		4	

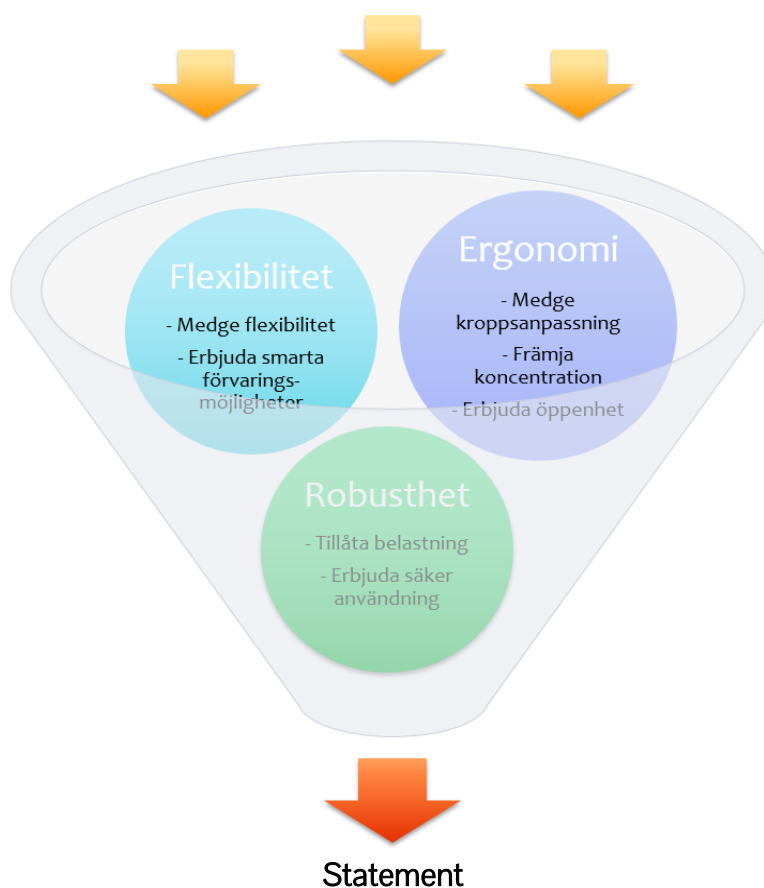
Figur 26: Projektets funktionsbaserade kravspecifikation. Författarens egen bild.

4.3.5 Statement / problemdefinition

Utifrån rankningen i kravspecifikationen framkom det att de krav som ansågs viktigast är de krav som listas nedan i figur 27. Därefter grupperades kraven ihop till tre huvudkategorier som sedan blev projektets värdeord: *Ergonomi*, *flexibilitet* och *robusthet*, se figur 28.

Krav	Rank
Tillåta belastning	5
Medge flexibilitet	4
Medge kroppsanpassning	5
Främja koncentration	4
Erbjuda öppenhet	4
Inneha intuitiv HMI	5
Erbjuda smarta förvaringsmöjligheter	5
Erbjuda säker användning	4

Figur 27: Tabell över de högst rankade kraven i kravspecifikationen. Författarens egen bild.



Figur 28: Illustration över hur de tre största fokusområdena flexibilitet, ergonomi och robusthet mynnar ut i ett statement. Författarens egen bild.

Projektgruppen skall alltså utveckla ett koncept för en ergonomisk, flexibel och robust arbetsstation för monteringsarbete i industri. Detta innebär en arbetsstation som skall passa så många montörer som möjligt med deras olika arbetskrav/uppgifter, erbjuda användarna tillräckliga förvaringsmöjligheter där utrustning är lättåtkomlig samt att bordet skall vara robust. Stort fokus kommer alltså att läggas på att uppfylla värdeordens tillhörande delkrav. Eftersom fler högrankade delfunktioner ingick i den ergonomiska kategorin, togs ett beslut om att denna har en aning större betydelse än de övriga två.

Utöver värdeorden kommer projektet även ta stor hänsyn till resterande krav såsom HMI, ty även dessa har uttryckts som vitala både från uppdragsgivare och brukare för att kunna uppnå en optimal konceptlösning. Semantiskt skall projektets lösningar även upplevas som modern, stabil och framtidsgenomtänkt i sitt formspråk samt är det viktigt att produkten identifieras med företagets varumärke.

De delsystem som arbetsbordet skall innehålla, vilka även skall ligga till grund för idégenereringsfasen, är följande:

- Arbetsyta.
- Möjlighet till extra arbetsyta vid behov.
- Bordsben som medger höj- och sänkbarhet.
- Profilställningar som gör att arbetsbordet ändras efter montör.
- Smarta förvaringsmöjligheter för utrustning och material.
- Ljusvariation (från olika håll och olika styrkor/temperatur).
- Möjlighet till enkel förflyttning av arbetsbordet.
- HMI med instruktioner och möjlighet till felanmälan mm.
- Samverkan med robot, ex. YuMi.
- Samverkan med transportbanor.
- Ljuddämpande material.
- Underhållning, exempelvis musikanläggning.
- Öppenhet och gemenskap.

Eftersom så många funktioner ansågs vara viktiga och nödvändiga togs ett beslut om att utesluta idégenerering av "minimering av fotbelastning" då detta krav fick en låg rank i jämförelse med de andra samt att det redan finns bra lösningar tillgängliga, såsom ergonomiska gummimattor och parkettgolv samt stolar med fotstöd.

4.4 Idégenerering

Vid idégenerering användes totalt sju olika metoder för att optimera lösningsrymden. Nedan presenteras resultaten av de tillämpade metoderna, vilket startades med en jämförelse mellan CGMs kontrollbord och kravspecifikationen samt framtagningar av två kollage och avslutades med en morfologisk analys. Resultatet av de genomförda metoderna mynnade ut i ett antal koncept som vidare skulle diskuteras och vidareutvecklas tillsammans med företaget.

4.4.1 Referenslösning vs. funktionsbaserad kravspecifikation

Vid jämförelse mellan kravspecifikationen och CGMs kontrollbord som ses i figur 29, uppdagades det att kontrollbordet hade många bra kvaliteter som går att applicera på ett monteringsbord, men även att vissa funktioner måste förändras eller utvecklas. I bilaga 11 ses den fullständiga analysen varav de olika funktionerna har kvar sin ranking från kravspecifikationen och ett betyg har satts på hur väl

kontrollbordet uppfyller de olika funktionerna. Betyget gavs mellan 1 till 5, där 1 innebär att funktionen är bra uppfylld och 5 är dåligt uppfylld. Betyget multiplicerades sedan ihop med rankingen och produkten avgjorde hur stor prioritet de olika funktionerna fick vid utveckling.

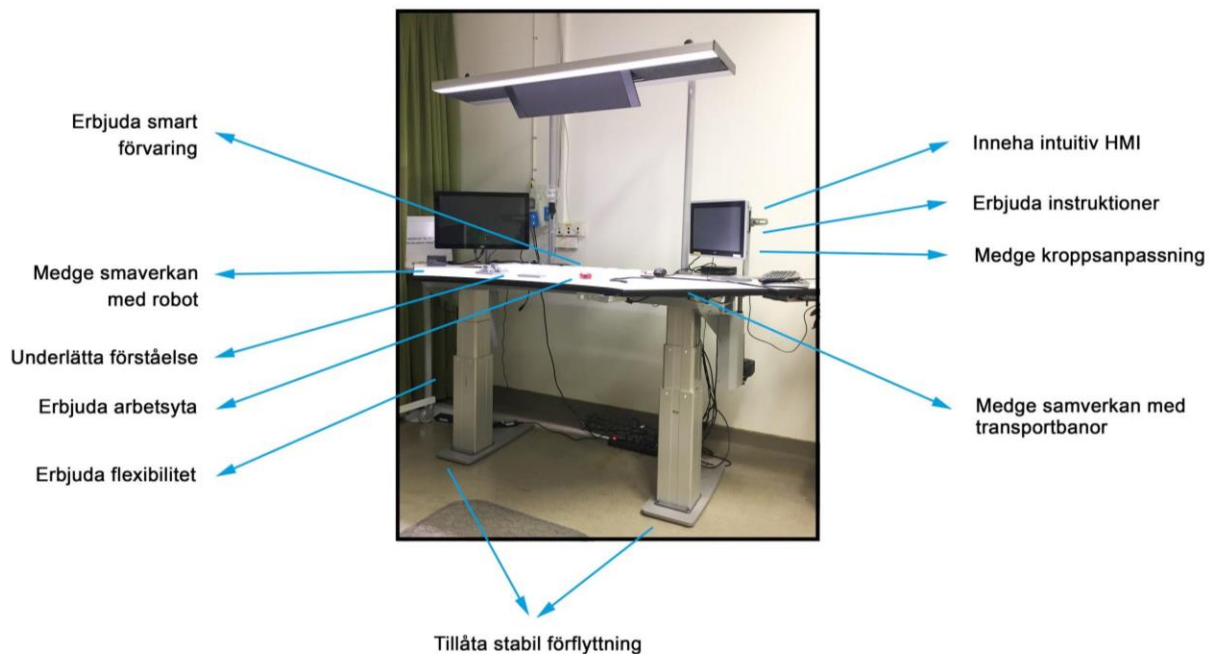


Figur 29: Kontrollbordet från CGM som var utgångspunkten för jämförelsen mellan kravspecifikationen och CGMs kontrollbord. Författarens egen bild.

De funktioner med högst poäng, dvs de funktioner som var viktiga men dåligt uppfyllda, var följande:

1. Erbjuder instruktioner, 20 poäng
2. Erbjuder smarta förvaringsmöjligheter, 20 poäng
3. Medge flexibilitet, 16 poäng
4. Tillåta stabil förflyttning, 16 poäng
5. Medge samverkan med transportbanor, 16 poäng
6. Underlätta förståelse, 16 poäng
7. Erbjuder arbetsyta, 15 poäng
8. Medge samverkan med robot, 15 poäng
9. Medge kroppsanpassning, 15 poäng
10. Inneha intuitiv HMI, 15 poäng

Och det var alltså dessa tio funktioner som skulle komma att få extra mycket fokus under idégenereringen, se även figur 30.



Figur 30: Illustration över de funktioner som har förbättringspotential vid anpassning av CGMs kontrollbord för monteringsarbete. Författarens egen bild.

De funktioner som uppfylldes mycket bra av CGMs kontrollbord var:

1. Tillåta belastning: deras bord tål idag 300-350 kg, vilket är mer än vad som önskats från kunden
2. Erbjuder höj- och sänkbarhet: Är steglös, tyst, stabil och relativt snabb idag.
3. Erbjuder ljusvariation: Erbjuder idag kallt och varmt ljus samt olika ljusstyrkor vilket anses optimalt enligt teorikapitlet om ljus.
4. Uttrycker modernitet, minimalism, säkerhet, tilltalar nuvarande arbetare samt lockar den yngre generationen med sina färger, former och med alla funktioner som erbjuds.

Dessa är funktioner som gärna återanvänds i det slutgiltiga konceptet, dvs CGMs pelarben, ljusets variationsmöjligheter samt bordets uttryck och utformning för att bidra till en känsla av innovation. CGMs profilinställningssystem fungerar idag bra och fick näst bästa poäng på grund av att den idag styrs med en tag, dvs. med en elektronisk nyckelbricka, vilken är möjlig att tappa bort.

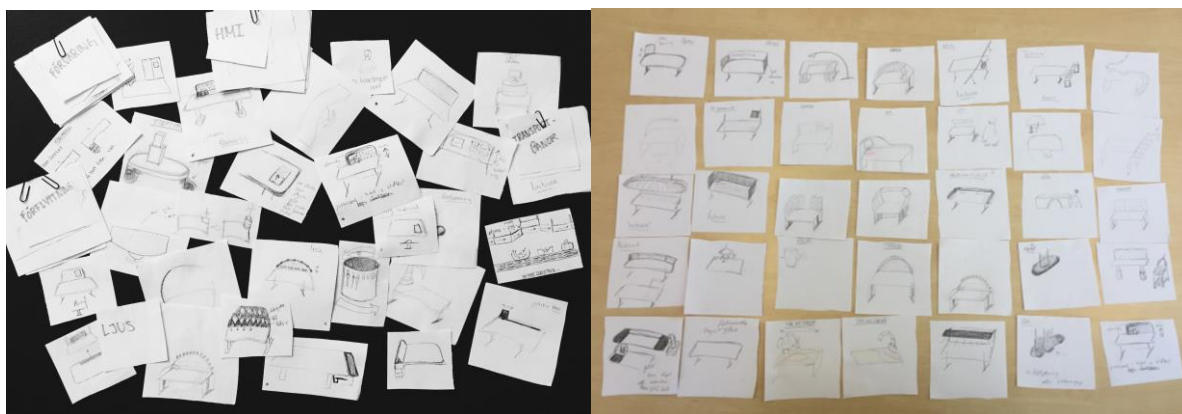
4.4.2 Moodboard

Vid skapandet av moodboarden, se figur 31, användes de semantiska funktionerna från kravspecifikationen för att ta fram den känsla som produkten skulle utstråla. Moodboarden gav upphov till känslor av modernitet, stabilitet, lugn, minimalism och riktade sig främst till den yngre generationen. Det framtida konceptet skall även matcha formspråket hos CGM's nuvarande kontrollbord och passa ihop med roboten YuMi, varpå dessa också har inkluderats i moodboarden för att ge inspiration. Det rätta uttrycket av modernitet uppnåddes genom färgkombinationen med vitt samt blandningen av de mjuka och rundade ytorna och de skarpare kanterna. Behaglighet och lugn uppnås med hjälp av enkelheten och stillheten hos bilderna.

4.4.4 Brainwriting, braindrawing och ytterlighetstänkande

Under de tre metoderna brainwriting, braindrawing och ytterlighetstänkande användes delsystemen från statementet för att underlätta skissandet och kreativiteten. Under brainwriting skrevs viktiga idéer och tankar ned som var svåra att få fram med skisser under braindrawing, bland annat var en idé att ljuddämpande material skall fästas på så många ytor som det går (där det finns plats) men att man inte nödvändigtvis måste skapa en yta bara för detta ändamål. Ytterlighetstänkande hjälpte projektgruppen att tänka lite utanför boxen vilket gynnade kreativiteten.

Efter användning av idegenereringsmetoderna tillsammans med bakgrundsinformation, kom gruppen fram till många preliminära lösningsförslag som sedan diskuterades högt i gruppen. Nedan visas ett urval från de olika faserna, se figur 33-34.

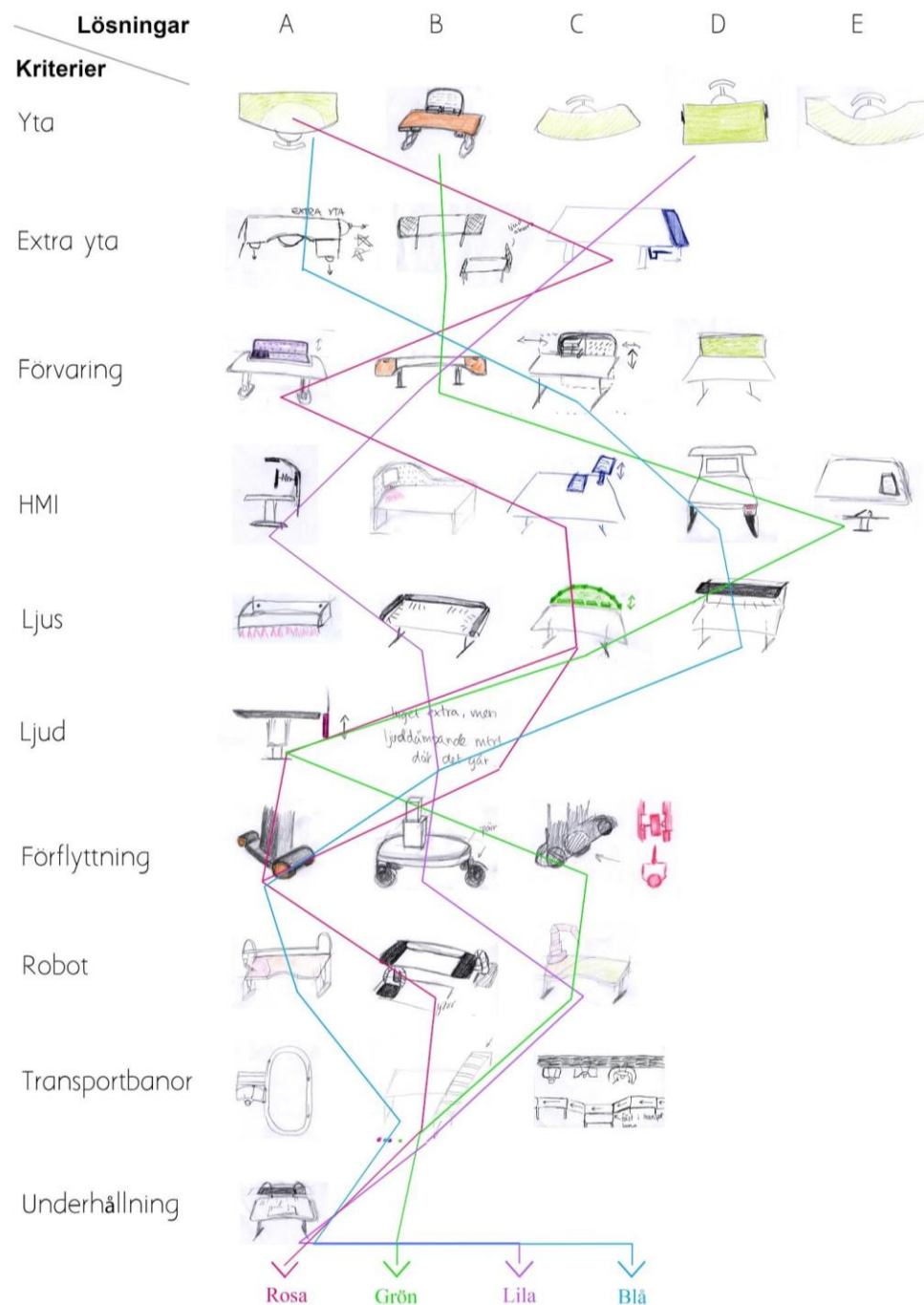


Figur 33-34: Idéer som uppkom genom braindrawing och ytterlighetstänkande. Författarens egen bild

Efter avslutad diskussion uteslöts icke potentiella lösningsförslag för att sedan endast behålla de tänkbara. Framförallt de idéer som var orealistiska eller ointressanta sållades bort. De behållna lösningsförslagen studerades sedan vidare i den morfologiska analysen i nästkommande steg.

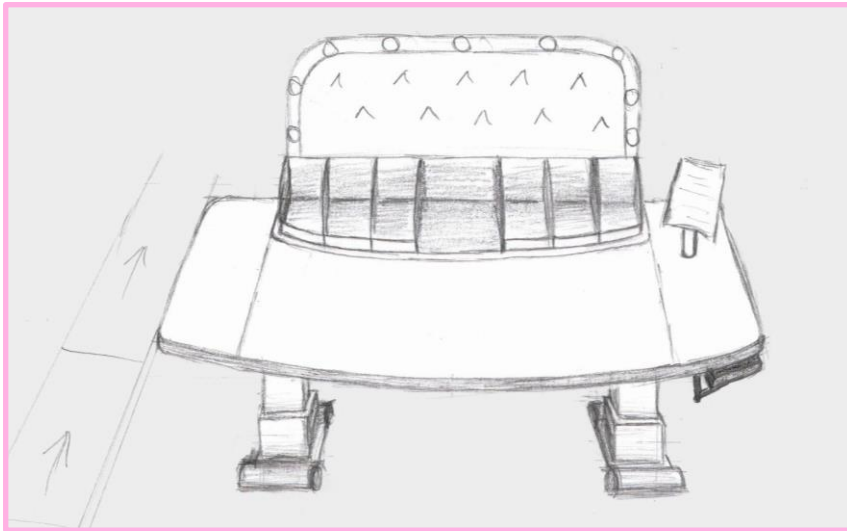
4.4.5 Morfologisk matris

Vid den morfologiska analysen presenterades de olika dellösningar som skissats fram under tidigare idegenereringsfas och kombinerades ihop till ett antal olika konceptförslag. Kriterierna är baserade på delsystemen i statementet. Störst fokus lades självklart på de kriterier som ingått i de större huvudkategorierna och som rankats högst men det togs även hänsyn till resterande krav. I figur 35 nedan står A, B, C, D, E står för antal olika skissade dellösningar för respektive kriterium.



Figur 35: Morfologisk Analys. Författarens egen bild

Analysen mynnade ut i fyra olika konceptförslag som presenteras som det rosa, gröna, lila samt det blå konceptet. Kombinationen skedde utefter vilka dellösningar som passade ihop samt med utgångspunkt att få med så många dellösningar som möjligt i de framtagna konceptförslagen. Nedan presenteras de fyra olika konceptförslagen där funktionerna beskrivs i detalj:



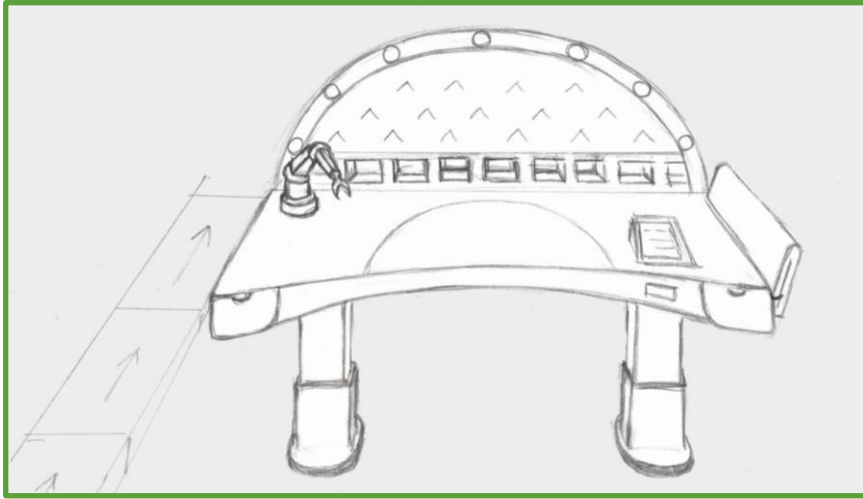
Figur 36: Det rosa konceptet. Författarens egen bild

Det rosa konceptet, se figur 36, använder sig av CGM's bordspelare för att möjliggöra höj- och sänkbarheten. På undersidan av varje bordspelare sitter det två cylindrar som möjliggör förflyttning av bordet. Istället för användning av s.k. tag, som det nu används på kontrollborden hos CGM, styrs profilinställningar med hjälp av fingeravtrycksavläsare, något som idag redan används på datorer och mobiler och därför antas vara möjligt att använda. Placering på fingeravtrycket var i detta skede inte bestämt ännu.

Bordet innehåller en bordsskiva som är rak på baksidan men som har en något utbuktande form vid användarens plats. Detta för att ge användaren en tillräckligt stor arbetsyta då förvaringsplatsen snor en del av utrymmet. Förvaringsplatsen är avskild från arbetsytan och inkluderar utrustning som kan hängas upp på en "tavla" eller placeras i lådor. Förvaringen kan dessutom höjas och sänkas för att variera öppenheten och möjliggöra extra förvaring för lägre hyllor. Längs med "tavlan" är det placerat ljuskällor i form av spotlights. Spotlighten skall kunna tändas och släckas efter olika höjdnivåer för att möjliggöra variation av belysning. Dessutom klär ett ljudabsorberande material baksidan på förvaringstavlan.

På arbetsytan står en HMI- skärm en bit bort från montörens arbetssida för att minimera störningsmoment. Skärmen kan dras fram om så önskas och den styrs med hjälp av ett lasertangentbord. Under arbetsytan finns en extra yta som kan dras ut snett uppåt vid behov av mer arbetsyta.

Roboten kan samverka med användaren genom att placeras på önskad plats på arbetsytan eller stå på en egen plats utanför bordet. En transportbana kan även placeras vid sidan om bordet om så önskas.



Figur 37: Det gröna konceptet. Författarens egen bild

Det gröna konceptet, se figur 37, använder sig av CGMs bordspelare för att möjliggöra höj- och sänkbarheten. På undersidan av varje bordspelare sitter det tre stora kulor som möjliggör förflyttning av bordet. Kulorna kan genom en installerad funktion höjas och sänkas beroende på om man skall flytta eller stabilisera bordet. Bordets profilinställningar styrs med hjälp av montörens fingeravtryck.

Bordet innehåller en bordsskiva som är rak på baksidan men som har en något inåtbuktad form vid användarens plats. Detta för att ge användaren en känsla av samhörighet med bordet samt göra redskapen mer lättåtkomliga genom att låta användaren komma närmare förvaringen.

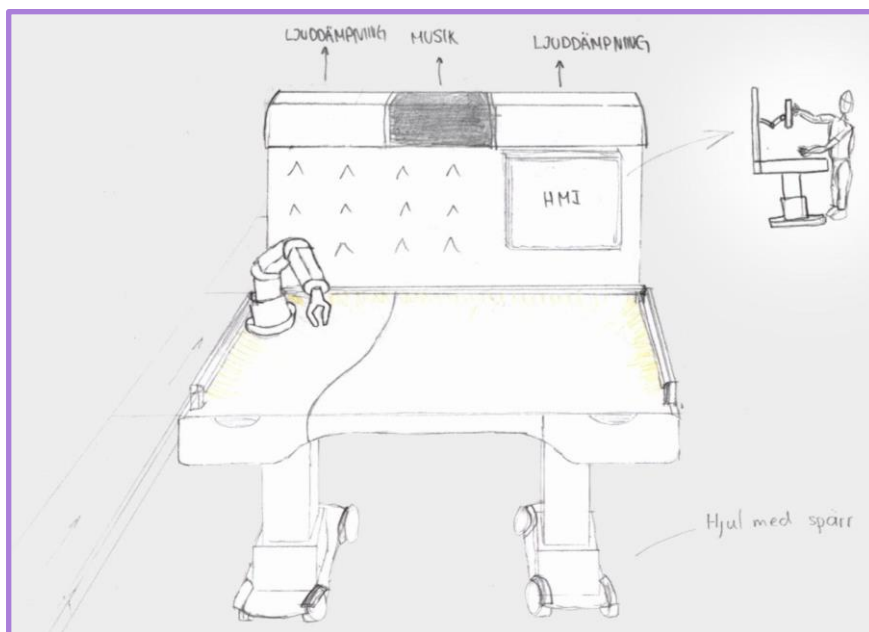
Förvaringsplatsen är placerad framför montören och inkluderar utrustning som kan hängas upp på en "tavla" eller placeras i lådor både framför vid tavlan och under bordsytan på sidorna. Förvaringshyllan kan höjas och sänkas för att variera öppenheten och möjliggöra extra förvaring för lägre hyllor. Längs med "tavlan" är det placerat ljuskällor i form av spotlights som skall kunna tändas och släckas efter olika höjdnivåer för att möjliggöra variation av belysning.

Spotlighten skall kunna tändas och släckas efter olika höjdnivåer för att möjliggöra variation av belysning

Dessutom klär ett ljudabsorberande material baksidan på förvaringstavlan.

På arbetsytan tillkommer en HMI- skärm nära arbetsytan för att underlätta åtkomsten till instruktionerna. Vid sidan om arbetsytan förekommer en extra yta som kan fällas ut vid behov av mer arbetsplats.

Roboten är här placerad på bordsytan för en bra visuell överblick samt möjliggöra enkelt samarbete för montören. Då roboten har sin egen plats behöver den inte heller programmeras om till att passa någon annanstans då den alltid står där den står. En transportbana kan även placeras vid sidan om bordet om så önskas.

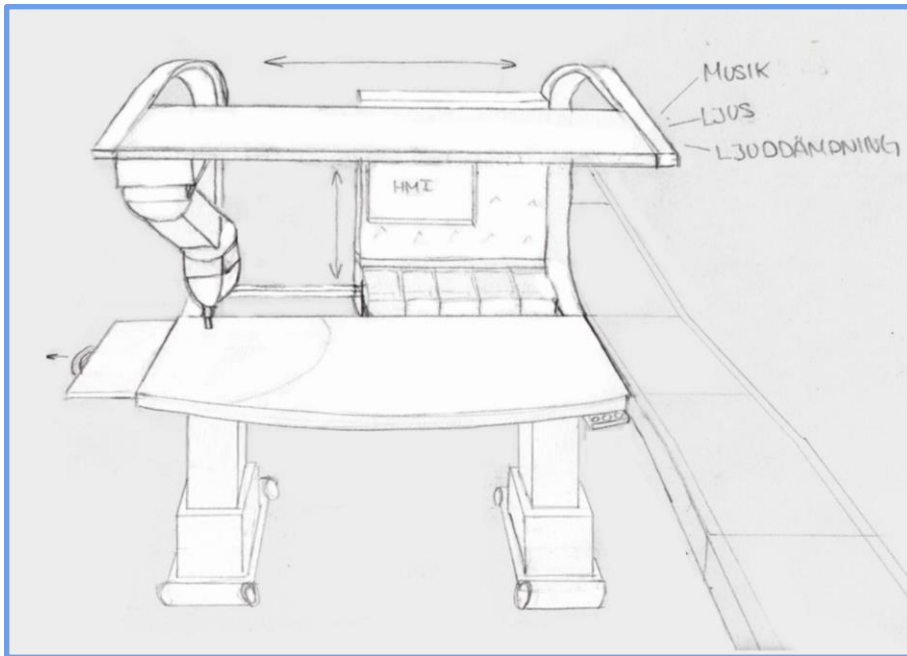


Figur 38: Det lila konceptet. Författarens egen bild.

Det lila konceptet, se figur 38, använder sig av CGM's bordspelare för att möjliggöra höj- och sänkbarheten samt en bordsskiva som har en rektangulär form vilken medger att montören kan stå var som helst längs med skivan och då ha lika långt avstånd hela tiden till andra sidan av bordet. På detta koncept sitter fyra hjul på undersidan av varje bordspelare vilket möjliggör smidig förflyttning i alla riktningar, samt en manuell spärrfunktion då bordet skall låsas på en plats. Bordets profilinställningar styrs med hjälp av montörens fingeravtryck.

I detta koncept sitter ljuskällan längs med alla kanter på bordet och ger ett behagligt ljus från tre riktningar samt är placerad under ögonhöjd för att undvika bländning. Förvaringen är uppdelad till att dels bestå av två lådor som är placerade under bordsytan på sidorna samt en tavla med hängare för verktyg som kan hängas. På tavlan sitter även en skärm som är utfällbar och kan justeras efter behov. Skärmen styrs med hjälp av touch-funktion. Längst upp på tavlan sitter en låda som erbjuder en ljuddusch för musik samt ljuddämpande material. Baksidan av tavlan är klädd i ljudabsorberande material.

Roboten är här placerad på bordsytan för att montören ska få en bra visuell överblick och därmed möjliggöra enkelt samarbete. Då roboten har sin egen plats behöver den inte heller programmeras om till att passa någon annanstans då den alltid står där den står. En transportbana kan även placeras vid sidan om bordet om så önskas.



Figur 39: Det blå konceptet. Författarens egen bild.

Det blå konceptet, se figur 39, använder sig av CGM's bordspelare för att möjliggöra höj- och sänkbarheten samt en bordsskiva som har en något utbuktande form för att ge större arbetsyta precis framför montören. På undersidan av bordspelarna sitter två cylindrar som möjliggör förflyttning av bordet. Två stolpar sitter fast på bakre änden av bordsskivan och löper upp och över bordet. I detta koncept har så mycket som möjligt placerats på dessa stolpar: robot, ljuskälla, ljuddusch och ljuddämpning, detta för att frigöra så mycket arbetsyta som möjligt. Roboten är placerad i vänstra änden av ställningen, ljuskällan är placerad i mitten tillsammans med ljudduschen, och ljuddämpningen sitter på sidorna där det finns plats över.

Mellan stolparna sitter en tavla, som är hälften så bred som avståndet mellan pelarna, med plats för att hänga verktyg samt plats för att ställa lådor. Denna tavla är flyttbar både i höjd- och sidled eftersom den ska kunna sänkas vid behov av bättre sikt över lokalen samt i sidled för att kunna anpassas till olika moment. På tavlan sitter också skärmen som styrs med hjälp av en kontrollpanel i bordets främre ända.

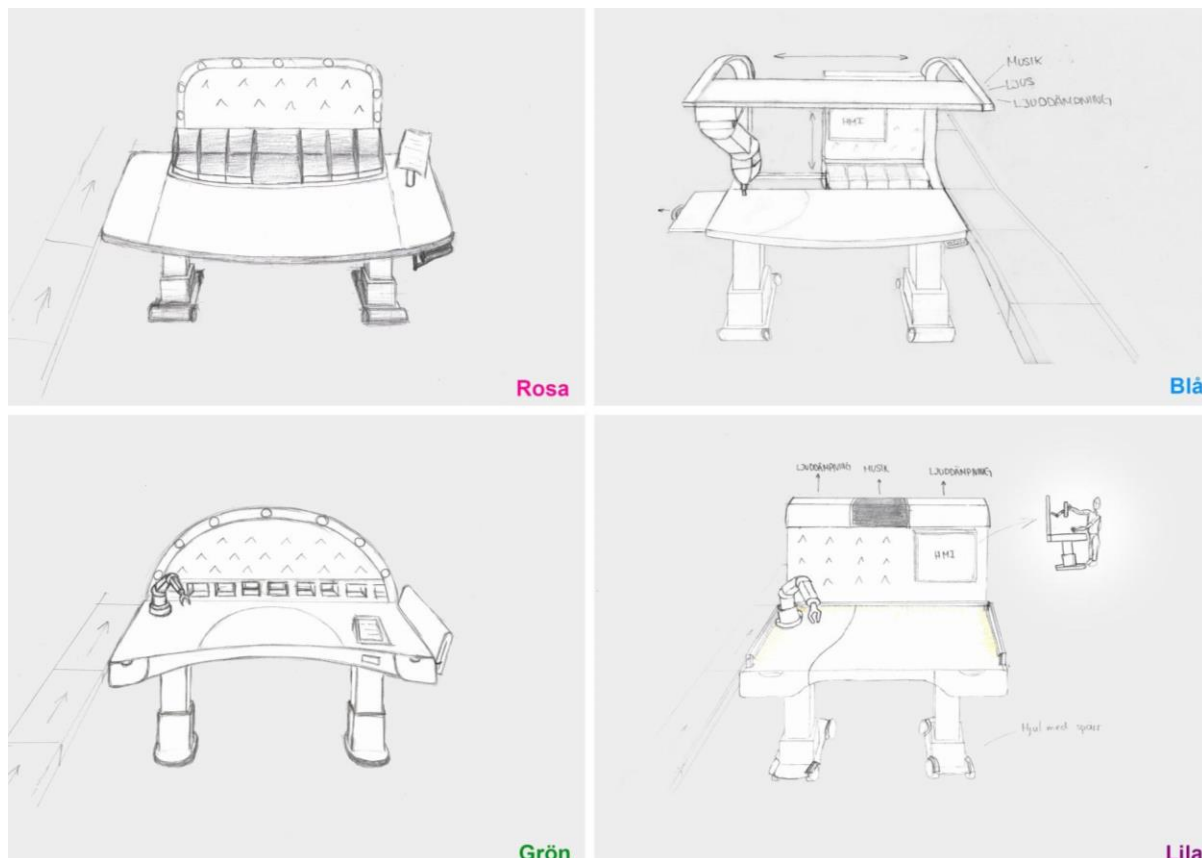
Det blå konceptet har också en utdragbar extrayta som ligger inuti bordsskivan och kan dras ut vid behov. Tanken är också att en transportbana ska kunna dockas mot bordet och anpassa sin höjd med takt med att bordet höjs och sänks. Då förvaringstavlan inte täcker hela baksidan finns även möjlighet till att låta transportbanan gå där.

4.5 Konzeptutveckling och visualisering

I projektets sista fas utvärderades de fyra koncepten som skapades i den morfologiska matrisen med hjälp av PNI, workshop med CGM, mock-up och en kriterieviktsmatris. I och med utvärderingen kunde en slutgiltig konceptidé väljas vilken sedan genomgick en hållbarhetsanalys. Material bestämdes även och till sist kunde konceptet visualiseras med hjälp av CAD.

4.5.1 PNI

PNI-analysen resulterade i en tabell av de fyra konceptförslagens positiva, negativa och intressanta egenskaper. Den fullständiga tabellen finns i bilaga 12 och nedan sammanfattas resultatet för de olika koncepten. Figur 40 illustrerar de fyra konceptförslagen.



Figur 40: De fyra konceptförslagen. Författarens egen bild.

De rosa konceptets främsta egenskaper var: vinkelbara lampor, möjlighet till extra yta samt att den externa roboten frigör bordsyta. Montören har också bra översikt över utrustningen eftersom den är framför honom eller henne. Bordet upplevs även som luftigt och öppet eftersom förvaringstavlan inte täcker hela borte kanten. HMI styrs av lasertangentbord vilket är hygieniskt då man inte behöver ta på skärmen. Bordet identifieras även starkast med CGMs varumärke av de fyra eftersom den bl.a. innehåller en liknande form på ljusställningen.

Det rosa konceptets negativa egenskaper är framförallt att den är svårstyrd vid förflyttning samt en eventuell klämrisk pga. extraytan och den höj- och sänkbara förvaringen. Mängden ljuskällor skulle även kunna bidra till ojämnt ljus. En osäkerhet med konceptet var bland annat om formen var passande för arbetet (vilket även gäller de andra koncepten), samt ifall det verkligen skulle vara bra med höj- och sänkbar förvaring eller om det skulle bli en onödig funktion som inte skulle användas.

Det gröna konceptets positiva egenskaper är god räckvidd över hela ytan, den inbyggda förvaringen som inte tar upp arbetsyta samt en skärm inom nära avstånd. Eftersom roboten är placerad på ytan har montören god överblick över dess arbete. Det gröna konceptet medger, liksom det rosa, ljus från flera vinklar. De negativa egenskaperna är att förvaringen skymmer en stor del av sikten samt att skärm och

robot tar upp yta. Det finns inte heller någon ljudanläggning. Det fanns också stora tveksamheter om förflyttningsmekanismen skulle fungera och om den i så fall skulle vara stabil.

Det blå konceptet uttrycker robusthet, luftighet, harmoni och identifieras relativt bra med CGM pga formspråket samt att konceptet använder sig av deras ljuspanel. Med hjälp av ställningen frigörs mycket yta eftersom till och med roboten hänger i denna. Även här har man bra översikt över utrustning. De negativa egenskaperna är att ljuset endast kommer från en vinkel och att skärmen tar upp en del av förvaringstavlan. Det finns även en klämrisk i och med förvaringens justering i x-, y- och z-led. Frågor som ställdes var bland annat om det är svårare att samverka med en robot som arbetar uppifrån eftersom det kan vara svårare att se vad den gör.

Det lila konceptet har mycket plats för förvaring samt en skärm som är justerbar och enkel att komma åt. Ljuset är bra med avsikt på ljus från flera vinklar och undvikning av bländning men tar dock upp arbetsyta. Det lila konceptet har enklast lösning för förflyttning med vanliga hjul. Konceptet har även ett stabilt, robust och industriellt uttryck som gör att den passar in i miljön. Kantljuset skulle kunna vara problematiskt om man vill docka bordet mot ett annat bord eller transportbana. Sikten är också begränsad på grund av förvaringstavlan. Intressanta faktorer är att ljus skulle kunna flyttas från ytan till "boxen" med ljuddusch och ljudabsorberande material.

Inga beslut togs under PNI-analysen utan den användes främst som underlag för workshopen med CGM och vid kriterieviktsmatrisen i kommande kapitel.

4.5.2 Workshop med CGM

Vid workshop med CGM diskuterades de olika delsystemen och följande beslut togs:

- Flyttbarhet får lägre prioritering eftersom det handlar om förflyttning maximalt en gång per år. Det skulle även kunna skapa problem med stabilitet och säkerhet, samt att det är många sladdar med mera som gör att man inte vill uppmuntra till förflyttning. Det togs ett beslut av att bordet inte skall ha en förflyttningsmekanism utan att ett externt verktyg istället skall användas vid förflyttning.
- En robot som står på ytan är ej anpassad för både vänster- och högerhänta (förutsatt att den inte står i mitten) och detta kan därför vara problematiskt. Roboten är dessutom för tung för att flytta om man skulle vilja detta. En extern robot skulle kunna lösa problemet eftersom denna kan dockas både från vänster och höger sida. Frågor som uppstår då är hur roboten skall veta vilken höjd bordet skall ha, eftersom denna får anpassa sig efter montörens höjd och inte tvärtom.
- CGM gillade konceptet med förvaringen som var höj- och sänkbar eftersom man då kan gömma vissa verktyg och endast visa de verktyg som skall användas för tillfället. Detta skulle även kunna anpassas efter montör med hjälp av profilprogrammet.
- Konceptet bör vara modulärt med olika bordsstorlekar, vilket borde medföra att en extra yta inte längre behövs då man väljer den bordsstorlek man behöver. Detta gäller även förvaring och robot, man väljer det man behöver.

4.5.3 Mock-up

Användarna av konceptet skulle kunna vara alla kvinnor och män i åldrarna 20-65 år finns det stora skillnader i antropometri. Eftersom alla skall kunna ha god räckvidd över hela ytan utgick val av dimensioner ifrån de antropometriska måtten för kvinnor i 5:e percentilen. Detta innebar en räckvidd på 665 mm och en armlängd på 660 mm. En mock-up på bordsytan byggdes där måttet testades för att

se ifall det stämde. I figur 41 ses en bild från testet där testpersonen fick testa att sträcka sig efter förvaringen. Testet utfördes både i sitt- och ståhöjd och testpersonen hade en armlängd som ungefär matchade måttet för kvinnor inom 50:e percentilen men fick ändå sträcka på sig för att nå. I och med detta togs ett beslut om att ytan skulle vara kortare än så och ytans bredd sattes till 530 mm, se figur 42 för resultat av detta mått.



Figur 41: Test av räckvidden 665mm. Författarens egen bild



Figur 42: Mock-up av bordsskiva med en inåtbuktad form. Författarens egen bild.

Det gjordes även mock-up på olika former på bordsytan, en med rak kant och en med inåtbuktad kant, se figur 42-43. Vid test av dessa upptäcktes att en inåtbuktad kant gav god räckvidd över hela ytan, medan en rektangulär form medförde att de bortre kanterna ej kunde nås. Ett beslut togs av att 100 mm skulle läggas till på sidorna, dvs 630 mm i kanterna där skivan är som bredast.

Under byggandet och testandet av mock-up testades även det gröna konceptets idé om att ha inbyggda förvaringshyllor (anpassade för standardplastlådor, se figur 16 och 44) i förvaringstavlan. En mock-up av idén skapades, se figur 44, och testades. Det framkom att en sådan hylla skulle behöva ett höjdmått på minst 150 mm för att möjliggöra god översikt samt medge enkel åtkomst för brukaren.



Figur 43: Mock-up av bordsskiva med rektangulär form. Författarens egen bild



Figur 44: Mock-up av inbyggd förvaringshylla. Författarens egen bild

4.5.4 Kriterieviktsmatris

Kriterierna i kriterieviktsmatrisen utgick ifrån de tre värdeorden samt de delsystem som identifierades i statement. Som synes är inte länge "extra yta" en del av delsystemen eftersom denna prioriterats bort i samband med workshopen. Alla delsystem har kvar den ranking som de erhöll i funktionsanalysen bortsett från "tillåta förflyttning" som har fått en sänkt rank från fyra till två. Detta var också ett beslut som togs under workshopen, dvs. det är bra ifall den kan förflyttas men om det sker på bekostnad av stabilitet och säkerhet är det bättre att ett externt verktyg används. Resultatet av kriterieviktsmatrisen ses i figur 45.

Kriterium	Vikt	Koncept							
		Lila		Blå		Rosa		Grön	
		Betyg	Tot	Betyg	Tot	Betyg	Tot	Betyg	Tot
Ergonomi									
Form på arbetsyta	5	2	10	1	5	1	5	3	15
Ljus (ex. variation)	4	1	4	2	8	1	4	1	4
Ljuddämpning	2	2	4	2	4	1	2	1	2
Öppenhet	4	1	4	3	12	2	8	1	4
Flexibilitet									
Smart förvaring	5	1	5	2	10	2	10	2	10
Tillåta förflyttning	2	2	4	1	2	1	2	1	2
Samverkan med robot	5	2	10	1	5	3	15	2	10
Samverkan med transportbanor	4	1	4	2	8	1	4	1	4
Robusthet									
Tillåta belastning/stabilitet	5	3	15	2	10	3	15	3	15
Erbjuda säker användning	4	3	12	2	8	1	4	2	8
Övrigt									
HMI	5	1	5	1	5	2	10	2	10
Underhållning	2	2	4	3	6	1	2	1	2
Summa		81		83		81		86	

Figur 45: Resultat av kriterieviktsmatris. Författarens egen bild.

Resultatet av kriterieviktsmatrisen blev att det gröna konceptet fick högst poäng, det blåa fick näst högst och det rosa och lila fick lägst, dock skilde endast fem poäng mellan det gröna (som fick 86 poäng) och det rosa och lila (som fick 81 poäng). Det gröna konceptet hade höga poäng i kategorierna form, förvaring, belastning och HMI men låga i t.ex. underhållning, robot, ljud och öppenhet. Alla koncepten vann några kriterier och uppfyllde andra sämre. I och med detta beslöts det att man skulle gå vidare med det gröna konceptet men kombinera detta med lösningar från de övriga koncepten.

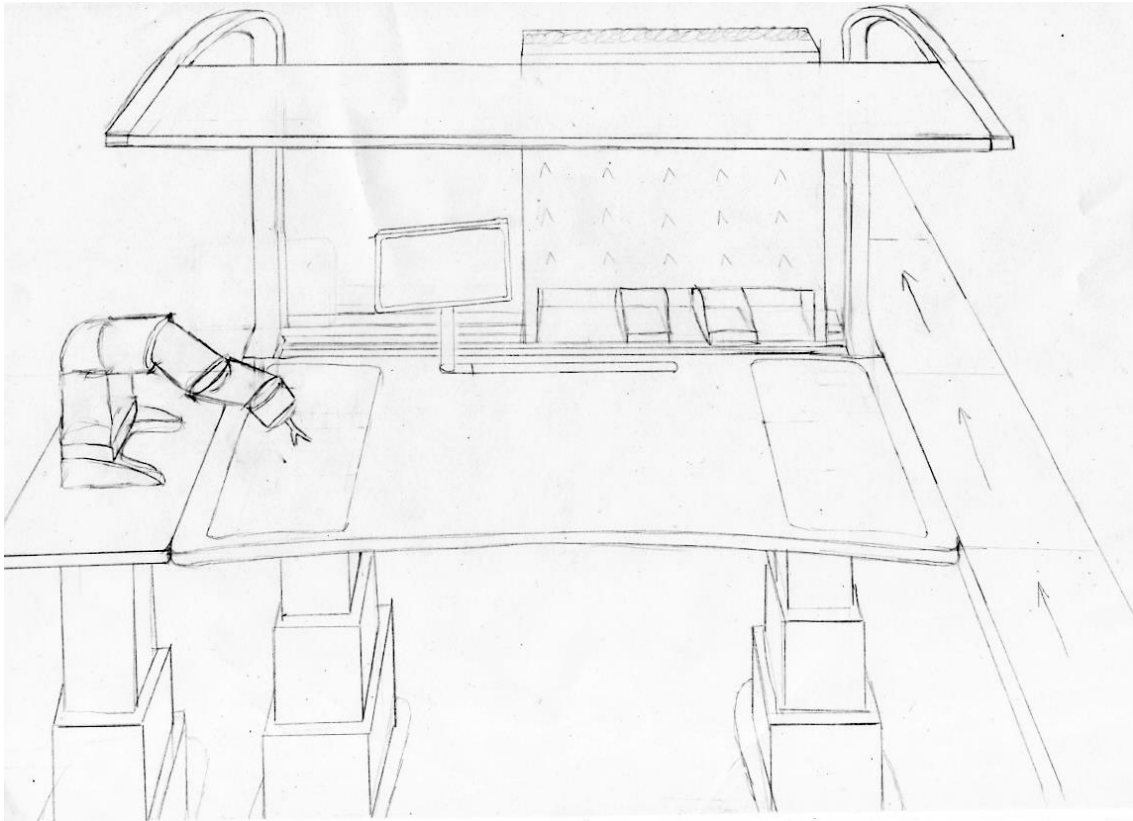
Nedan redovisas en tabell över vilka koncept som hade uppnått de olika kriterierna bäst samt motivering till varför, se figur 46. Här syns att det gröna konceptet endast hade fått högst poäng i fyra kriterier och att denna poäng delades med andra koncept i tre utav dessa. Å andra sidan hade det blå konceptet fått högst poäng i sex kriterier varav endast två delades med andra koncept. Vilket är ännu ett tecken på att det gröna konceptet behöver vidareutvecklas för att bli optimalt, detta genom kombinationer med de andras starka sidor.

Ytform	Grön	Innåtbuktad yta som gör det lätt att nå hela ytan.		
Ljus (ex. variation)	Blå	Ger jämt ljus uppifrån, utanför synfält, och tar ej upp yta eller är i vägen.		
Ljuddämpning	Blå	Lila	Har plats både under bordet samt på tavlan/ställning.	
Öppenhet	Blå	Täcker ej hela framsidan samt kan skjutas åt sidan. Helt öppet på sidorna.		
Smart förvaring	Grön	Blå	Rosa	Tillgång till upphängning och lådor framför montören.
Tillåta förflyttning	Lila	Har hjul på undersidan av stolparna, likt ett piano. Kan röra sig i alla riktningar.		
Samverkan med robot	Rosa	Extern robot som kan anpassas till om personen är höger- eller vänsterhänt, samt om momentet kräver robot eller ej.		
Samverkan med transportbanor	Blå	Skulle eventuellt kunna fungera med transportbana även framifrån.		
Tillåta belastning/stabilitet	Grön	Lila	Rosa	På den blå hänger roboten på ljusställningen vilket kan försäkra stabiliteten om roboten är tung.
Erbjuda säker användning	Lila	Låg klämrisk		
HMI	Grön	Rosa	Lättåtkomlig skärm, ej beroende av annat (tavla).	
Underhållning	Blå	Ljuddusch som ej skymmer sikten.		

Figur 46: Tabell över de koncept som fått högst poäng i kriterieviktstrisern i de olika kriterierna. Författarens egen bild.

4.5.5 Slutgiltigt konceptförslag

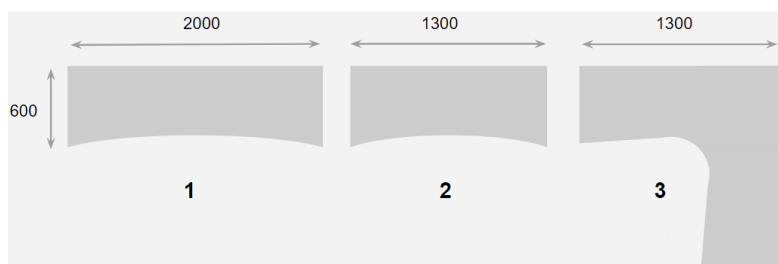
Med hjälp av kriterieviktstrisern nåddes till sist ett slutgiltigt koncept, se figur 47, som stod i enlighet med de tre värdeorden ergonomi, flexibilitet och robusthet. Konceptet är modulärt och kommer alltså bestå av olika lösningar som kan paras ihop efter kundens önskemål. Detta är också en korrekt approach med hänsyn till Kinnarps vision om *Next Office*. Projektgruppen förespråkar en arbetsplats som är aktivitetsbaserad där montörerna får växla mellan olika arbetsbord och olika moment för att erbjuda så stor variation som möjligt. Nedan redogörs för de olika delsystemen och funktionerna som konceptförslaget erbjuder.



Figur 47: Det slutgiltiga konceptet. Författarens egen bild.

4.5.5.1 Arbetsytan

Arbetsytan kommer finnas tillgänglig i tre olika storlekar/former, se figur 48. Alternativ 1 och 2 är rektangulära med en något inåtbuktad form vid sittändan. Den inåtbuktade formen bidrar till bättre räckvidd över hela ytan samt till verktygen. Ytans bredd är 600 mm som tjockast och 500 mm på det smalaste området i mitten, något som togs fram som det mest optimala vid test av mock-up. Alternativen varierar dock i längd för att kunna passa olika moment varav den kortaste ytan är 1300 mm och den längsta är 2000 mm. Dessa mått baserades på de arbetsbord som finns hos CEJN och CGM idag. Den längsta bordsskivan medger även samarbete mellan flera montörer då två enkelt får plats att arbeta vid sidan av varandra. Alternativ 1 och 2 är främst framtagna för arbete med endast ett, eller få, moment per bord. Alternativ 3 är anpassat för arbete med flera olika moment på samma bord och har istället en vinklad yta med rundad kant vid sittändan. Detta för att möjliggöra en god räckvidd över hela ytan, trots att ytan är stor, vilket bidrar till smidig växling från ett moment till ett annat. Ytan har en kvadratisk kant med 1300 mm åt varje håll samt en bredd på 600 mm som smalnar av till 500 mm mot mitten liksom de andra. Det tredje alternativet använder sig av tre ben istället för två för att ge extra stabilitet i hörnan.



Figur 48: De tre olika ytstorlekarna som finns att välja mellan. Författarens egen bild.

De tre bordsskivorna kommer ha en ljusgrå färg, detta för att man ska kunna urskilja eventuella papper som läggs på bordet, men även kromade komponenter. Den ljusgrå färgen är neutral vilket är viktigt då det förekommer mycket starka färger i dagens industrimiljö. Vidare motverkar en grå yta även bländningen som exempelvis kan ske med en helt vit yta.

4.5.5.2 Ljus, underhållning och ljuddämpning

Från bakre änden av bordsskivan löper två stolpar upp och över bordet. Mellan dessa sitter en lampa, ljuddusch och ljudabsorberande material precis som den lamppanel CGM använder idag, se figur 49. Att försöka applicera så många funktioner som möjligt på ställningen var ett medvetet val för att öka känslan av öppenhet och bidra till god sikt över lokalen. Till skillnad från CGM's kontrollbord, som har två lampor, har konceptförslaget endast en lampa och denna lampa lyser ner mot arbetsytan. Lampan löper längs med hela panelen och ger jämnt ljus uppifrån över hela arbetsytan. Eftersom ljuset kommer uppifrån finns ingen risk att montören bländas av ljuskällan samt minimeras skuggbildning. Lampan har också en något starkare ljusstyrka i mitten än mot kanterna för att ge upphov till koncentration och fokusering på arbetet.



Figur 49: Lamppanel med lampa, ljuddusch och ljudabsorberande material som CGM använder sig av i sina kontrollbord. Författarens egen bild.

Genom intervjuerna framkom det att det är ytterst viktigt att lampan kan varieras i både styrka och i temperatur, något som också styrks av teorin, och precis som hos CGM skall konceptförslaget även möjliggöra detta. Ljuskontrollen består av två vred, vilka bestämmer styrkan av kallt och varmt ljus, och kommer att sitta fast under bordsskivan. Eftersom fler människor är högerhänta än vänsterhänta valdes att placera kontrollen på höger sida. De vänsterhänta anses ändå ha möjlighet till likvärdig användning då handlingen varken kräver precision eller kraft och borde vara möjlig för alla att utföra.

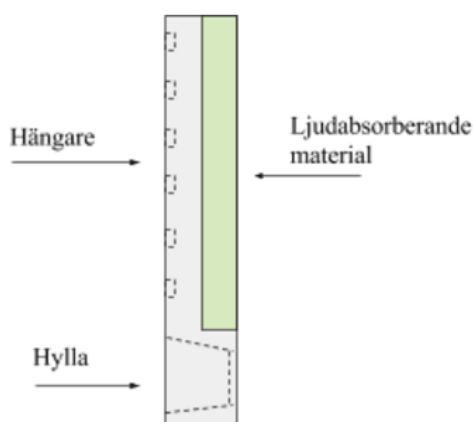
I kravspecifikationen uppdagades att det finns ett behov av punktbelysning samt ljus från flertalet riktningar. Detta var dock ett krav som gällde vissa specifika arbetsstationer. Eftersom det inte behövs på alla stationer och konceptförslaget skall vara flexibelt och passa så många monteringsindustrier som möjligt har dessa funktioner uteslutits ur arbetsbordet och är istället något som får köpas separat och fästas på bordsytan eller på lampstolparna.

Ljudduschen låter montörerna koppla in sina egna ljudkällor till högtalarna, vilken sedan ger riktat ljud mot montören. Man behöver alltså inte längre använda hörlurar som kan hindra och koppla bort önskvärda ljud från omgivningen. Det ljudabsorberande materialet i lamppanelen är poröst för att fånga upp de medelhöga till höga ljuden, från till exempel maskiner eller robotar, men inte de låga ljuden så som människor som kommunicerar med varandra.

4.5.5.3 Förvaring

Konceptet erbjuder två typer av förvaring varav båda fastsätts i bakre änden mellan de två pelarna. Mellan dessa sitter en förvaringstavla som har en tjocklek på 180 mm. På framsidan av denna sitter ett antal fyrkantiga hål, se figur 50, vilka är anpassade för de hänganordningar som ofta används i industrin, vilket uppdagades under observation hos CEJN. På hänganordningarna fästs de verktyg som kan hänga och under dessa finns en något vinklad öppning som fungerar som hylla för förvaringslådor. Hyllan har ett djup på 160 mm, vilket är anpassat för det mått som förvaringslådorna som CGM, CEJN med flera använder sig av. Hyllan har en liten vinkling för att möjliggöra bättre överblick för montören angående vad som finns i de olika lådorna. Innanför hyllorna sitter små spotlights på ovansidan som lyser på förvaringslådorna så att montören enkelt kan se vad som finns där inne. På baksidan av förvaringstavlan sitter ljudabsorberande material för att dämpa störande ljud från omgivningen. Precis som i lamppanelen som sitter i ställningen består det ljudabsorberande materialet även här av en porös absorbent. Det ljudabsorberande materialet har en ljusgrön färg, vilken ger upphov till harmoni, lugn säkerhet och produktivitet, se kapitel 4.5.5.10 *Material och färgval*.

Båda förvaringsmöjligheterna placeras på en räls och har möjlighet att röras i sidled längs med bordskanten, detta för att kunna variera beroende på moment, samt möjlighet till likvärdig användning för både höger- och vänsterhänta. Det som skiljer förvaringsalternativen är att den ena är längre än den andra, se figur 51, och erbjuder både fler hål och hyllor. Den längre förvaringstavlan har även funktionen av att kunna höjas upp och ned och passar främst vid moment som kräver en stor mängd verktyg och utrustning. Høj- och sänkfunktionen innebär också att man inte behöver sträcka sig långt efter ett verktyg, utan man kan sänka förvaringen till den nivå då man når verktyget bäst. För att undvika klämrisk finns en 30 mm tjock skåra mellan bordskivan och förvaringen. Detta mått, ihop med förvaringens tjocklek och bordskivans bredd, gör så att arbetsbordet får en total bredd på 810 mm.



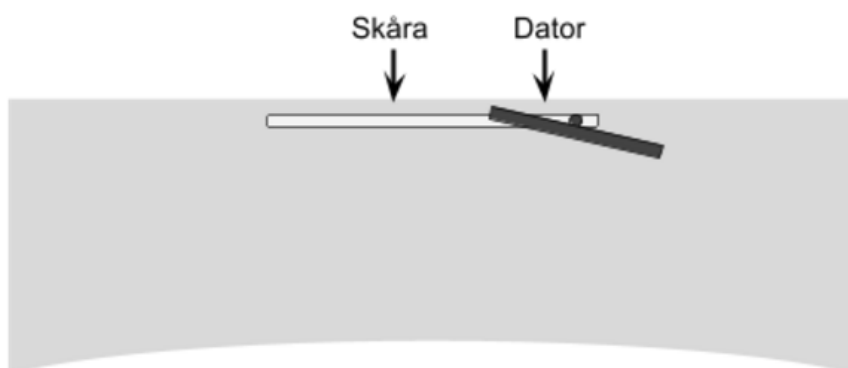
Figur 50: Förvaringstavlan, sedd från sidan, bestående av hylla och hängare på framsidan och ljudabsorberande material på baksidan. Författarens egen bild.



Figur 51: Den större varianten av förvaringstavlan, sedd från sidan, med fler hyllor och krokar. Författarens egen bild

4.5.5.4 Datorskärm/HMI

I mitten av bordsskivan sitter en skåra i vilken datorskärmen fästs, se figur 52. Denna skåra löper ungefär halvvägs från mitten till kanten eftersom det annars skulle kunna bli ett problem med hållfastheten. Datorskärmen kan föras längs med skåran till önskvärt läge, till exempel för att undvika att skymma förvaringstavlan. Den kan även vinklas samt höjas och sänkas efter behov. Skärmens gränssnitt styrs med hjälp av touch för att medge stor kontroll för montören.



Figur 52: Skåran i arbetsbordets bakre ände där datorn kan justeras till olika positioner. Författarens egen bild.

I datorsystemet skall montören kunna få upp notiser om uppdateringar av monteringsinstruktioner som skett sedan montören senast var inloggad på stationen. Det skall även visas instruktioner för det moment man arbetar med. Med hjälp av den visionkamera som CEJN idag använder sig av skulle man kunna möjliggöra att systemet själv byter instruktionsbild när ett delsteg är klart och man skall utföra nästa steg.

4.5.5.5 Bordspelare

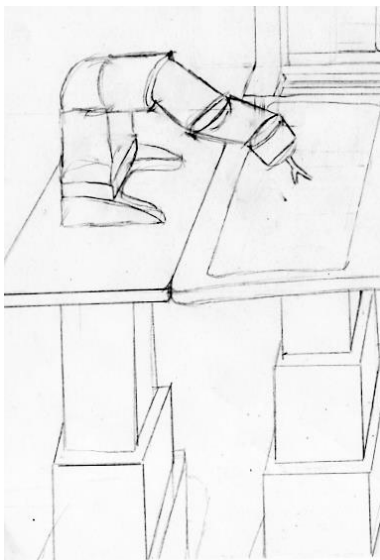
Höj- och sänkbarheten sker med hjälp av CGMs nuvarande bordspelare, vilket konstaterades redan i avgränsningen, och kommer medge ett höjdspann på 650-1300 mm. Längst ner på pelarna sitter en platta som ger stöd och stabilitet för bordet, plattan är något längre bakåt än framåt för att motverka vikten från förvaringstavlan (som kommer sticka ut 210 mm). Pelarna kommer inte ha medföljande hjul eftersom detta inte var ett högt prioriterat krav från målgrupp eller uppdragsgivare och skulle kunna bidra till en känsla av instabilitet. Rekommenderat är istället att använda sig av ett verktyg, antingen en truck eller ett rullbart bord/plint som förs in under bordet och som sedan får bära bordet då det ska flyttas.

4.5.5.6 Profilställning

När montören kommer till sitt arbetsbord skall hon eller han kunna använda sig av ett så kallat profilställningssystem. Detta innebär ett system som förenklar justering av höj- och sänkbarheten samt ljusjusteringen. Montören skall sedan tidigare, vid exempelvis nyanställning, ha sparat sina preferenser för arbetshöjd och ljusinställningar som inkluderar både styrka och ljusstemperatur. Med ett fingeravtryck från montören skall bordet justeras efter hon eller hans personliga inställningar. Detta sker via en fingeravtrycksläsare som skall sitta på kontrollpanelen för ljus- och höjdinställningar. Systemet kommer minimera den tid som behövs för att ställa in önskad arbetshöjd vid byte av arbetsstation, vilket i sin tur bidrar till en känsla av smidighet.

4.5.5.7 Robot

För att medge flexibel och likvärdig användning för både höger- och vänsterhänta står roboten på ett externt bord, se figur 53, detta möjliggör åtkomst från både vänster och höger sida. Alla potentiella kundföretag kanske inte kommer arbeta med robotar samt alla monteringsstationer på ett företag kommer kanske inte kommer använda robotar och därför var det också svårt att gå vidare med en lösning där roboten är en del av bordet. Roboten står istället på sitt eget, flyttbara bord som kan höjas och sänkas för att passa monteringsbordet. Höjdanpassningen sker med hjälp av sensorer som känner av varandras höjd och robotbordet anpassar sig efter monteringsbordet. Borden dockas ihop med hjälp av magnet när de har nått rätt höjd. För att göra det möjligt och enkelt för användaren att lossa robotsbordet från arbetsbordet används permanentmagnet vars magnetism släpper vid strömgenerering. Bordet kan även låsas då det inte är dockat, med hjälp av en spärr som trycks ner och låser hjulen.



Figur 53: Robotbordet dockas mot arbetsstationen. Författarens egen bild.

4.5.5.8 Interaktionszoner

Ett viktigt önskemål från CGM som uppdragsgivare var att man med zoner skulle markera ytan där roboten arbetar. Eftersom konceptförslaget använder sig av en extern robot som skall kunna anslutas både från höger och vänster sida skall båda sidor kunna markeras vid dockning av robot. Färgmarkeringar på arbetsytan skulle kunna ge upphov till förvirring och oförståelse i de fall då man inte använder sig av robot eller bara använder en robot på ena sidan av bordet. Markeringarna behöver alltså vara interaktiva dvs. de skall synas när en robot är dockad men annars vara osynliga. Denna funktion har valts att appliceras i lampan. Eftersom lampan har lite starkare ljus i mitten och lite svagare mot kanterna skulle ljuset tändas starkare på den sidan där en robot har dockats mot bordet vilket visar att detta nu är en interaktiv del av bordet. Med hjälp av ljuszonen kan montören enkelt se att roboten är igång att arbeta och har även god visuell överblick över dess rörelser.

4.5.5.9 Transportbana

Till sist så kan bordet användas tillsammans med transportbana genom att placera det så att det står bredvid en transportbana. Bordets yttersidor har en rak form vilket gör det enkelt att passa ihop med en transportbana. Transportbanan skulle även kunna utvecklas till att ha samma docknings- och sensorsfunktion som robotbordet, men det skulle fungera lika bra att endast ställa den intill.

4.5.5.10 Materialval och färgskala

Projektgruppen utgick från att använda sig av aluminium och stål för bordspelarna, vilka är samma som CGM använder sig av idag. Detta eftersom att båda metallerna matchar de höga kraven för hållbarhet och styrka. Dessutom går aluminium och stål att forma enkelt med hjälp av olika tillverkningsmetoder. Därmed används aluminium för bordspelarna, men även lampstolparna och stål för fötter, där extra styrka behövs.

Eftersom materialet som företaget idag använder sig av för kontrollbordsytorna, d.v.s. högtryckslaminat med kärna av MDF, är väldigt känsligt mot vassa föremål togs ett beslut att undersöka andra potentiella material. I och med detta utsågs de material som en av arbetsstationerna på Benchmarking hade (se kapitel 4.2.1.2 Reeco ESD Workstation). De material som kärnan på bordsskivan består av är en spånskiva och hartser, som är sammanställning av organiska ämnen, vilka tillsammans bidrar till robusthet (Reeco, 2015). Bordsskivan är även täckt med ledande laminat, som skyddar mot elektrostatiske urladdningar (Reeco, 2015) vilket innebär plötsliga flöden av elektricitet mellan två föremål (NE, 2017). Ledande laminat är dessutom reptåligt och skyddar mot vassa material (Reeco, 2015). I övrigt används filt för ljudabsorbering på bakre delen av förvaringstavlan samt på delar av lampan. Material på främre delen av förvaringstavlan bestämdes inte då projektgruppen ansåg att det krävs djupare undersökningar kring vilket material som är det mest optimala. Det som krävs är ett material som är både reptåligt, starkt men också lätt. Reptåligt eftersom verktyg kommer placeras där och det krävs att materialet inte skadas, men samtidigt starkt nog att klara av verktygens vikt samt inneha en låg vikt som möjliggör enkel förflyttning i sidled.

De färger som föreslås för konceptet, se figur 54, var en ljusgrön färg med NCS S 0530 G40Y för kontrollpanel och det ljudabsorberande materialet, en ljusgrå färg med NCS S 0500 för bordsskivan och förvaringstavlan, aluminium och stål för pelarbenen och lampstolparna samt en mörkgrå färg med NCS S 7000 för lamppanel, hjul och datorskärmshållaren.



Figur 54: Färgskalan som har använts i konceptförslaget. Författarens egen bild.

4.5.5.11 Semantiska uttryck

Ett viktigt uttryck som bordet skulle inneha var stabilitet. Detta uppfylldes genom en symmetrisk uppbyggnad samt de stabila bordspelarnas form. Dessa består av tre ihåliga "block" varav det bredaste är placerad närmast marken och det smalaste närmast bordsskivan för att ge upphov till stabilitet vid golvytan. Eftersom pelarna är samma som CGM använder sig av idag identifieras konceptet även med företagets varumärke.

Bordsskivan har en inåtbuktad form för att bland annat uppmuntra användaren till interaktion med bordet genom att se inbjudande ut samt öka förståelse för var brukaren skall arbeta. Att uppmuntra till interaktion av att använda kontrollpanelerna är något som skulle kunna få en central del vid vidare utveckling, och då framförallt utvecklandet av ett intuitivt gränssnitt. Med hjälp av interaktionsytorna

som markeras med ljus från lampan samt med mjuka former uttrycker arbetsbordet säkerhet. Dessa ytor leder även till större förståelse för var montören arbetar och var roboten arbetar.

Lampstolparna har en rektangulär blockform som ligger som en förlängning av ytan och mjukt löper upp mot lamppanelen. Denna form valdes för att ge en känsla av en enad produkt. Denna form är även inspirerad av moodboarden som uttryckte modernitet och smidighet genom att blanda mjuka former med hårda kantiga former.

Att implementera minimalism i konceptet var problematiskt eftersom arbetsbordet skulle innehålla många funktioner som alla tar plats. Uttrycket har ändå fångats genom att inte addera några extra detaljer som skulle kunna störa samt genom att förena så många delsystem som möjligt.

Arbetsstationen tilltalar även nuvarande arbetare samt lockar den yngre generationen genom de förbättrade och utvecklade funktionerna såsom möjligheten till justering av ljusstyrka, vilket kommer att uppskattas av nuvarande arbetare. Digitalisering är en stor utgångspunkt för morgondagens arbetsplats (Kairos Future, u.å.) och därför anses de implementerade funktionerna i HMI-systemet samt införandet av ljudduschen uppfylla funktionen att attrahera nuvarande montörer men framförallt även den yngre generationen.

4.5.6 Hållbarhetsanalys

Nedan redovisas resultatet utifrån ett ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbarhetsperspektiv som har inverkan på framtagningen av ett nytt koncept på ett arbetsbord.

4.5.6.1 Ekologisk hållbarhet

De allra vanligaste materialen som CGM idag använder för sina produkter är aluminium i både bordsben och ljusstolpar, stål för fötterna och ställen där mer styrka behövs, filt för ljudabsorbering, högtryckslaminerat MDF för arbetsbordet, dvs. bordsskivorna, och små mängder av olika plaster för exempelvis lamporna.

Allt material har på något sätt en negativ inverkan på miljön. Dock anses aluminium som ett hållbart material då det innehar låg vikt, är lätt att forma, har hög styrka och hållfasthet, är ogiftigt och är dessutom återvinningsbart (Svenskt Aluminium, u.å.). Även stål kan återvinnas och dessutom under obegränsat antal gånger utan att kvaliteten försämras (Miljönytta, u.å.). Miljönytta (u.å.) skriver även att det inom materialforskningen förekommer lösningar som effektiviserar energianvändningen och bidrar till minskad klimatpåverkan för stålindustrin. I och med att CGMs produkter idag har en livslängd på ca 10 år, vilket anses vara en lång tid så förblir avtrycket mindre då produkterna håller länge.

Konceptförslaget är modulärt och de olika komponenterna kan bytas ut om någon skulle gå sönder för att medge återanvändning. Varje del går att bytas ut om det skulle behövas och man behöver alltså inte slänga hela bordet bara för att en del går sönder. Företaget skulle kunna samla in de moduler som har gått sönder och återanvända det som går att återanvända, samt ta hand om det avfall som skapas och ser till att detta återvinns på rätt sätt. Konceptförslaget är även utformat för att minimera materialåtgång, dvs. inga onödiga detaljer som inte uppfyller någon funktion.

4.5.6.2 Ekonomisk hållbarhet

Ur ett ekonomiskt hållbarhetsperspektiv skulle det slutgiltiga konceptförslaget kunna påverka uppdragsgivaren CGM positivt. Detta förutsatt att konceptförslaget skulle vara uppskattat av kunden och det skulle då kunna bidra till stor lönsamhet för företaget. Om produkten visar sig vara lönsam skulle den även kunna bidra till ökad produktivitet hos kundernas montörer och därmed skulle alltså även monteringsföretagen kunna få en mer lönsam verksamhet.

Eftersom det utvecklade konceptet skall bidra till samarbete med robot skulle detta kunna leda till att färre personal behövs i framtida industrier. Detta eftersom robotar förmodligen kommer utföra många moment som idag utförs av människor. Det innebär att det kommer ge färre arbeten till montörer. Å andra sidan är dessa slitsamma och inte anpassade för människor och det kan därför ses som positivt att istället överlämna arbetet till en robot, förutsatt att montörerna kan få annan typ av anställning.

En viktig ekonomisk aspekt är att utveckla ett arbetsbord som håller länge (Hållbarhetsguiden, u.å.). Genom återvinning och återanvändning kan produkten medge en långsiktig hållbarhet. Om materialen återanvänds/återvinns behöver företaget inte köpa in lika mycket nytt material vilket skulle kunna minimera företagets kostnader. Kunder i allmänhet ställer allt högre krav på hållbara produkter vilket kan innebära att det till och med kan vara en fördel med en hållbar produkt (Verksamt, 2016), vilket skulle kunna bidra till ännu större lönsamhet för företaget.

4.5.6.3 Social hållbarhet

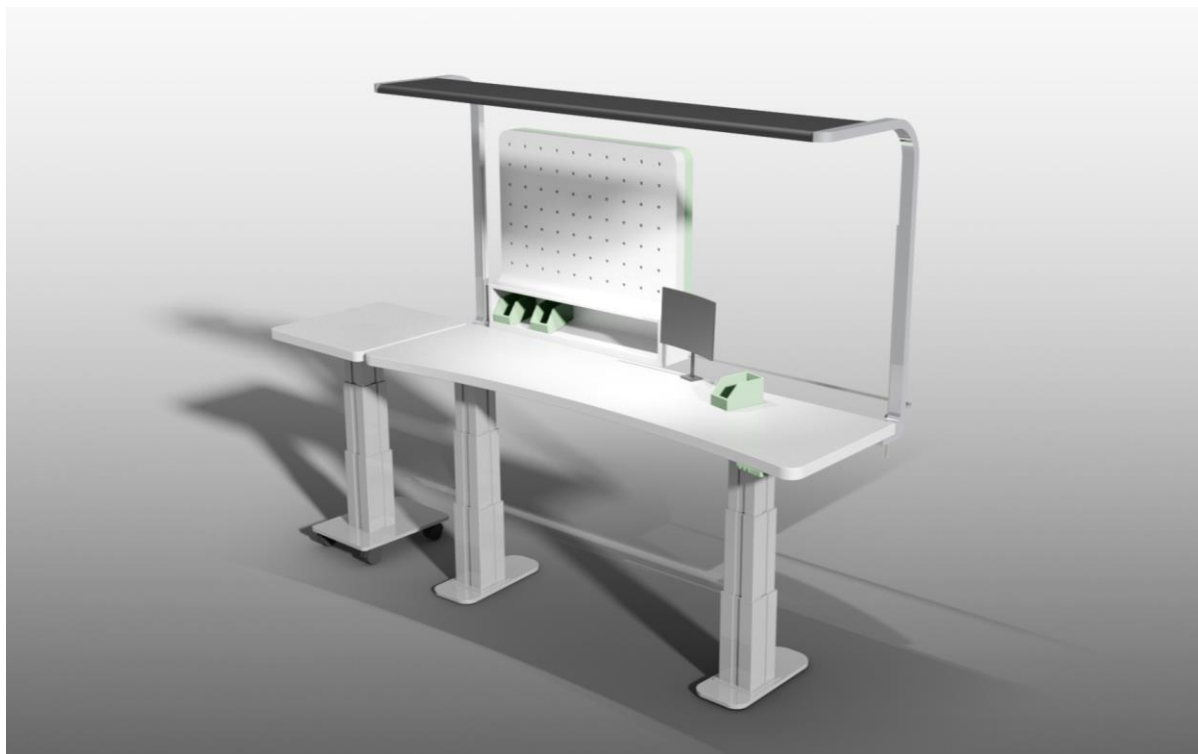
De sociala förhållanden som skulle kunna påverkas i situationen eller sammanhanget är jämställdhet och jämlikhet. Den sociala hållbarheten är viktig att tänka på när man skall utforma en produkt som är kroppsanpassad, detta eftersom alla kroppar ser olika ut. En produkt som är anpassad endast för män skulle kunna vara problematisk att använda för en kvinna och vice versa. Till exempel skulle ett handtag som är anpassat endast för kvinnor kunna vara ett för litet grepp för en man att använda. Situationen skulle även kunna påverka personer med en funktionsnedsättning, till exempel om bordet endast hade ett läge som dessutom är ett ståläge. Detta skulle vara problematiskt för den som sitter i rullstol. Eftersom slutprodukten skall vara teknisk med till exempel instruktioner på skärmen är det också viktigt att dessa är anpassade efter människors olika synförutsättningar och teknikvana. Exempelvis har den äldre generationen ofta lite sämre syn och kanske en något mindre vana med att hantera skärmar än den yngre generationen. Viktigt blir därför att göra instruktionssystemet intuitivt, enkelt och tydligt (vilket såklart även gynnar den yngre generationen).

Slutprodukten kommer förhoppningsvis ge en positiv beteendeeffekt på arbetsplatsen. Troligen kommer produkten öka välmåendet hos montörerna genom att erbjuda en lugn och flexibel arbetsplats. De stora möjligheterna för kroppsanpassning kommer att leda till ökad ergonomi och produktivitet för montörerna och förhoppningsvis kommer arbetsplatsen bli en inspirerande miljö som uppmuntrar till variation och rörelse.

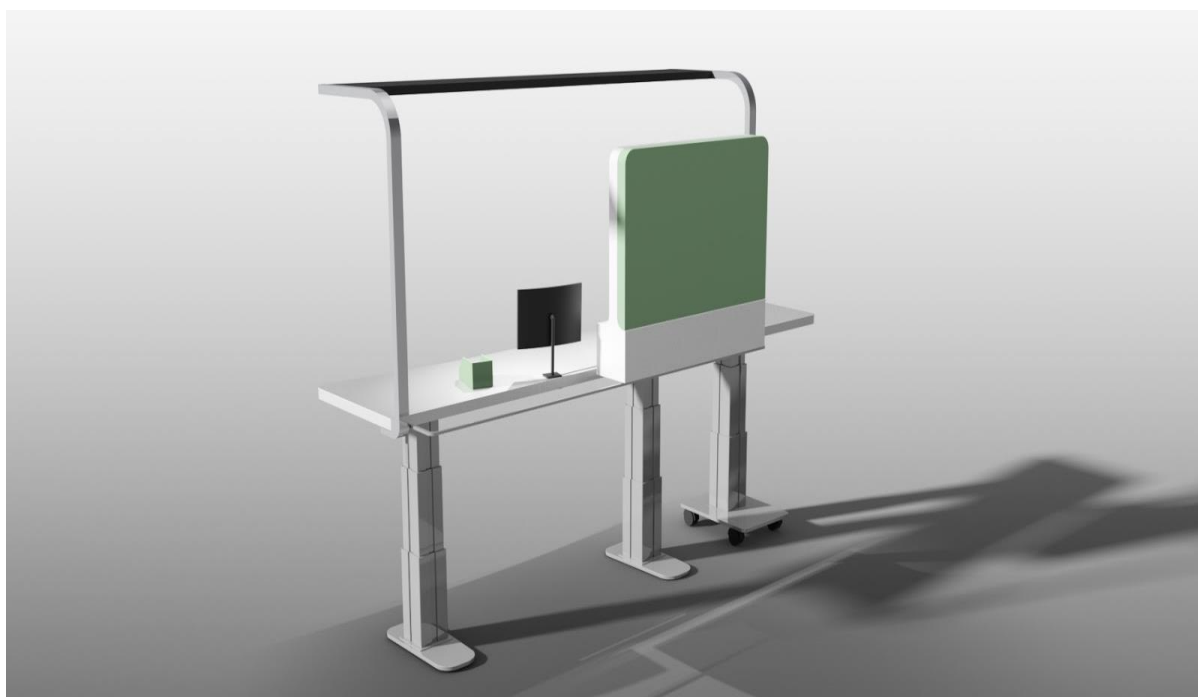
Det viktigaste sociala behovet som produkten måste tillfredsställa för att vara långsiktigt hållbar är att vara säker och förutsägbar. Om montören inte känner sig säker kommer bordet inte uppnå önskvärd effekt, dvs produktivitet och välmående.

4.5.7 CAD i Catia V5

Slutligen CAD-visualiserades alla delsystemen i det slutgiltiga konceptförslaget. Några små förändringar gjordes i jämförelse med skissen i kapitel 4.5.5 Valt koncept. Förändringarna gällde främst uttrycket, vilket blev lite mjukare och med rundare kanter för ett behagligare, modernare och smidigare uttryck. I figur 55 ses konceptförslaget framifrån ihop med robotbordet och i figur 56 syns konceptet bakifrån.

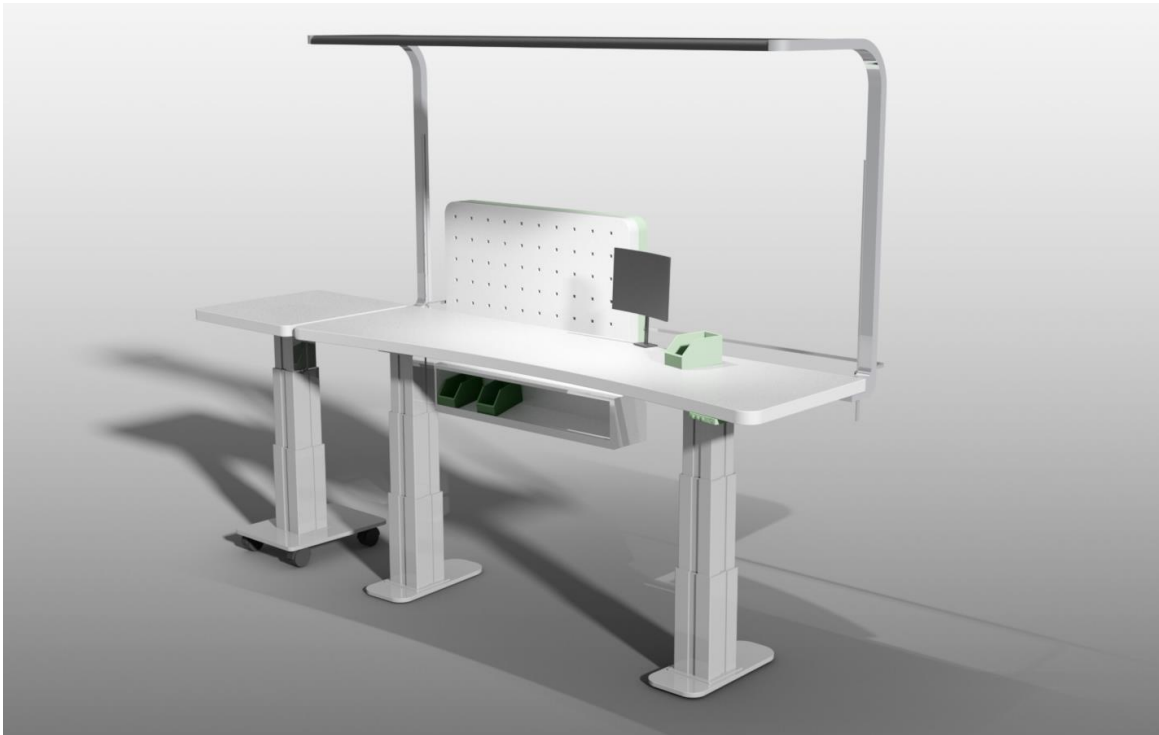


Figur 55: Konceptförslaget visualiserat i Catia V5. På bilden syns den lilla förvaringstavlan och den längsta arbetsytan ihop med robotbordet. Författarens egen bild.

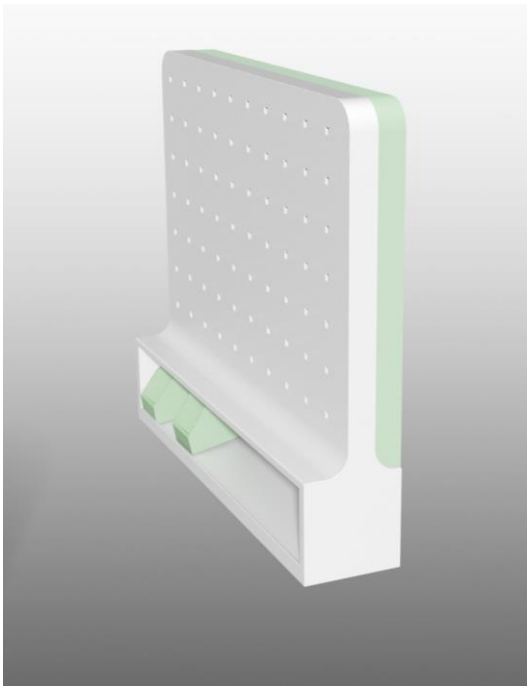


Figur 56: Konceptförslaget visualiserat i Catia V5, sett bakifrån. Författarens egen bild

I figur 57 ses konceptförslaget framifrån i kombination med den lilla förvaringstavlan, vilken är delvis nedsänkt för att visualisera höj- och sänkfunktionen. I figur 58 ses den lilla förvaringstavlan, vilken består av hål för hängare, en hylla för förvaringslådor samt ljuddämpande material på baksidan. I figur 59 visualiseras robotbordet vilket består av en höj- och sänkbar pelare från CGM, samt en fot för stabilitet och fyra hjul som medger förflyttning.



Figur 57: Konceptförslaget visualiserat i Catia V5, med förvaringstavlan nedsänkt. Författarens egen bild.

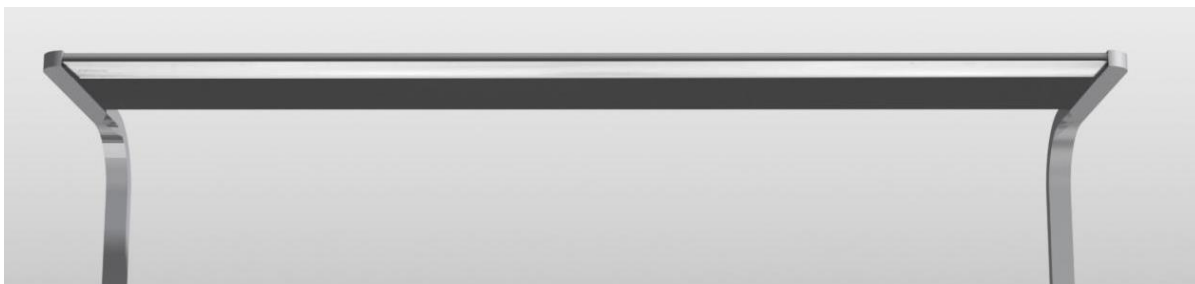


Figur 58: Förvaringstavlan visualiserat i Catia V5. Författarens egen bild.



Figur 59: Det externa robotbordet visualiserat i Catia V5. Författarens egen bild

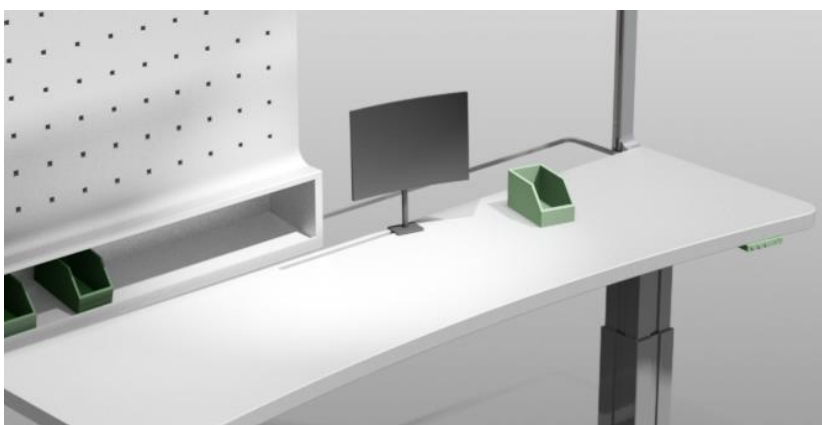
I figur 60 ses lamppanelen underifrån, varpå man kan se lamprampen som löper från ena sidan till den andra. Kontrollpanelen som styr ljusfunktionen, samt innehar knappar för höjdjustering och fingeravtrycksläsare är visualiserad i figur 61 och sitter på bordets högra undersida. I figur 62 visualiseras en närbild på datorskärmen och skåran vilken den kan justeras längs med.



Figur 60: Lamppanelen visualiserat i Catia V5, sett underifrån. Författarens egen bild.

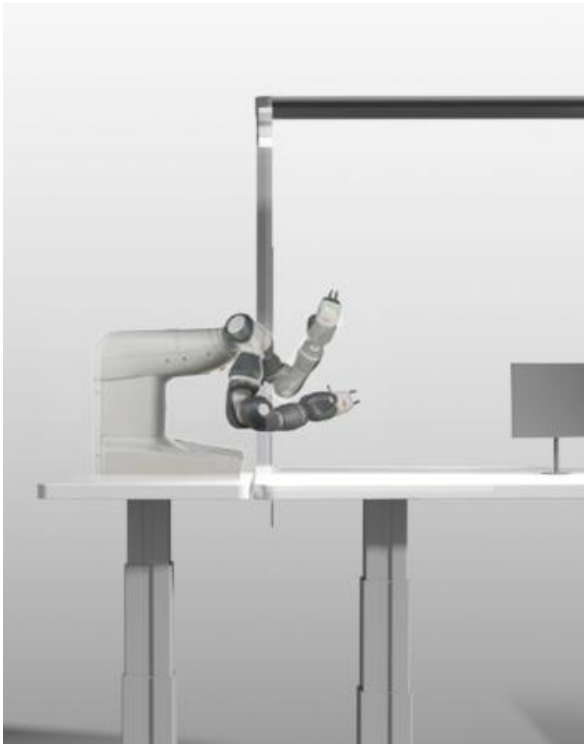


Figur 61: Kontrollpanel med ljusjustering samt fingeravtrycksläsare visualiserat i Catia V5. Författarens egen bild.

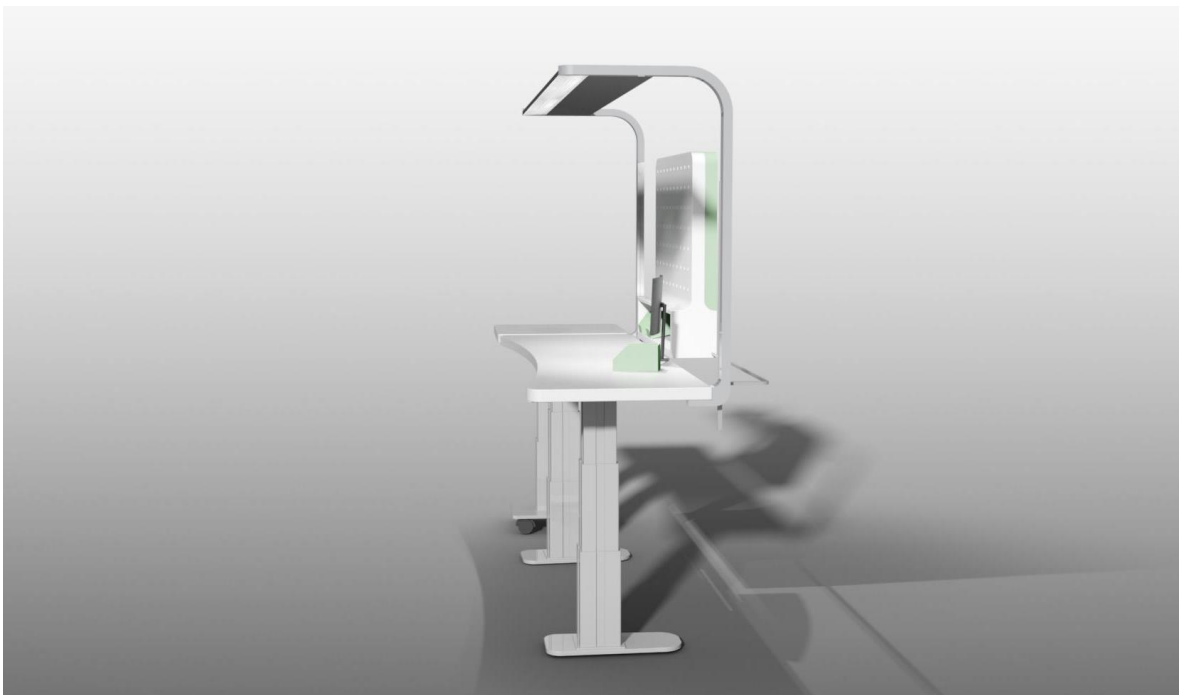


Figur 62: Skåra för Datorskärm visualiserat i Catia V5. Författarens egen bild.

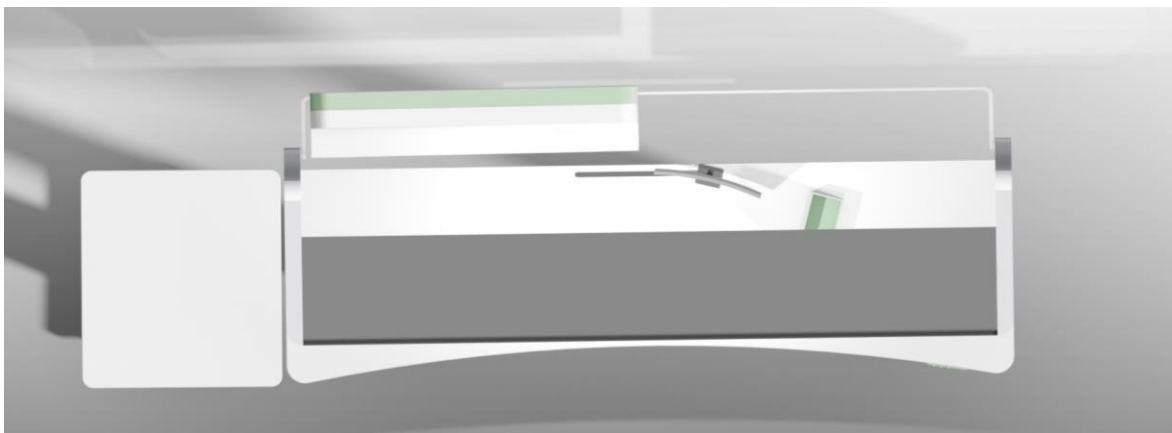
I figur 63 visas ljusfunktionen då robotbordet dockas mot arbetsbordet. Det tänds alltså en starkare lampa när dockningen sker som visar att den delen av arbetsbordet nu är aktivt. Figur 64-65 visar arbetsbordet från sidan samt uppifrån.



Figur 63: Robotbordet då det är dockat mot arbetsbordet och ljusstyrkan har ökats, visualiserat i Catia V5. Författarens egen bild.



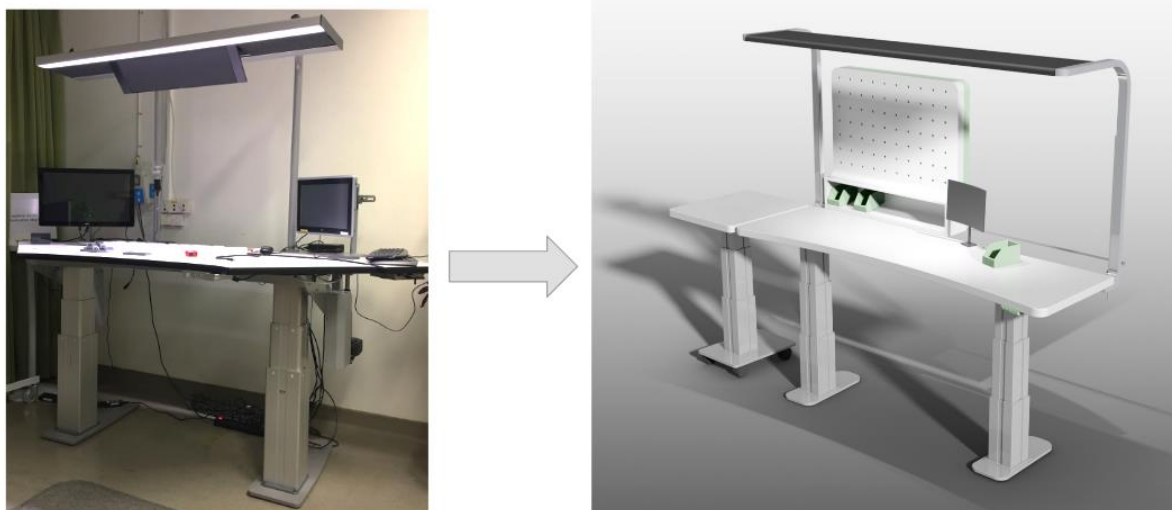
Figur 64: Konceptförslaget visualiserat i Catia V5, sett från sidan. Författarens egen bild.



Figur 65: Konceptförslaget visualiserat i Catia V5, sett ovanifrån. Författarens egen bild.

4.5.8 Måluppfyllnad

De delsystem som utifrån CGMs kontrollbord återanvändes i konceptförslaget var bordspelarna, profilinställningarna och ljudduschen, se figur 66. Liksom hos kontrollbordet sker justeringen av skärmen längs med en skåra i bordsytan men med skillnaden att konceptförslagets skåra sitter i mitten av arbetsbordet i jämförelse med kontrollbordet som har två skåror på kanterna. Stolparna som bär ljudpanelen har blivit mer enhetlig med resten av arbetsbordet och sitter nu som en förlängning av ytan i jämförelse med kontrollbordet där stolparna sticker upp rakt igenom bordsytan. Formen på arbetsytan har förändrats för att passa monteringsarbetet genom att montören får god räckvidd över hela ytan, samt att transportbanor enkelt kan ställas intill. En förvaringstavla har placerats längs med bordets baksida vilken möjliggör för montörerna att kunna förvara sin utrustning på arbetsstationen. Arbetsytans material har täckts av ledande laminat för att avleda el samt skydda mot repor och vassa föremål.



Figur 66: CGMs kontrollbord jämte konceptförslaget. Författarens egen bild.

Slutligen så anses konceptförslaget ha uppfyllt huvudfunktionen “underlätta monteringsarbete”. Detta genom att erbjuda modularitet samt ovan nämnda funktioner och uttryck. De tre värdeorden ergonomi, flexibilitet och robusthet har infriats genom att erbjuda många möjligheter till kroppsanpassning, modularitet som ger kunder stor flexibilitet och möjlighet till att skapa sina egna kombinationer samt genom robusta materialval och en stark konstruktion.

5. Diskussion

Den största utmaningen under hela projektets gång/vid idégenereringsprocessen var de många delsystemen som produkten innefattade. Detta innebar en svårighet och utmaning i att kunna fördjupa sig i alla funktioner. En optimal lösning för detta hade kunnat vara ytterligare avgränsningar där det väljs bort en eller flera funktioner för möjligheten att kunna studera färre antal delsystem på djupnivå. Nedan diskuteras de tankar och funderingar som uppkom under projektprocessen samt det slutgiltiga konceptförslaget. Tänkbara felkällor och förbättringsmöjligheter vad gäller genomförande tas även upp samt möjliga vidareutvecklingar av konceptförslaget.

5.1 Projektprocess

Den kanske mest angelägna felkällan i förstudieprocessen är det faktum att antalet intervjuobjekt och observerade företag var relativt få. Monteringen hos CGM och CEJN skilde sig mycket åt och att tro att dessa två företag skulle kunna representera alla monteringsindustrier som arbetar med små komponenter skulle därför kunna vara naivt. Ett lågt deltagarantal skulle kunna medge en risk för låg *reliabilitet* av studien, dock gav montörerna mycket liknande svar på frågorna, både hos CGM och CEJN, och det fanns inga motsägelser mellan intervjuerna och därför antas reliabiliteten trots allt vara relativt hög. Trots lågt intervjuobjektantal såg projektgruppen till så att alla åldrar och kön representerades vilket även ökade reliabiliteten.

Projektets *validitet* anses vara hög eftersom projektgruppen fick svar på de frågor man avsåg att mäta. Något som skulle ha kunnat öka validiteten ytterligare är om det hade valts fler intervjuobjekt som var av yngre ålder, då projektet var riktat för att utveckla en arbetsplats som skulle locka den yngre generationen.

Eftersom resultatet från RULA blev samma både hos CGM och CEJN kan analysen antas ha hög *reliabilitet*. Däremot antas analysen ha ganska låg *validitet* eftersom positionen som analyserades inte nödvändigtvis var den allra mest belastade positionen som montörerna utsattes för vid arbetsbordet. Det är möjligt att en värre ställning skulle dykt upp om observationen pågick längre. I efterhand skulle det till exempel kunnat vara intressant att även ha gjort en analys på en position då montören sträcker sig efter ett verktyg på förvaringstavlan eftersom detta moment antagligen hade gett höga poäng på åtgärdsskalan.

En möjlig felkälla vid KJ-analys av data skulle kunna vara att gruppmedlemmarna subjektivt måste tolka intervjuobjektens uttalanden. Det som intervjuobjekten säger är inte alltid det som de verkligen vill ha och behöver, och det krävs därför att man har en stor lyhördhet som analytiker av citaten. Dock gjordes en grundlig undersökning av citaten och varje nyckelord diskuterades ingående och därför anses analysen ändå ha trovärdighet.

En annan fundering gällande datainsamlingen är huruvida den är komplett. Det är möjligt att det finns något behov som har missats, dvs. att all information som behövts inte har blivit insamlad. För att vara säker på detta hade observationerna och intervjuerna kunnat kompletteras med ytterligare metoder såsom fokusgrupper eller generativa metoder.

5.2 Konceptförslaget

Utifrån de sju principerna av universal design har projektet främst behandlat *likvärdig* och *flexibel* användning samt *låg fysisk ansträngning* och *storlek och utrymme*. Den externa roboten, flyttbara skärmen och förvaringshyllan medger en likvärdig och flexibel användning genom att kunna växla sida efter montörens önskemål. Låg fysisk ansträngning behandlar främst ansträngning av att sträcka sig mot förvaringen vilket har lösts genom att sätta ett optimalt avstånd mellan montör och förvaring, att ha automatisk höj- och sänkbarhet samt anpassning av ljus minskar också den fysiska belastningen något. Vad gäller storlek och utrymme har designen utformats så att det är bra räckvidd över hela ytan, förvaringen är lätt att nå och funktionerna är enkla att hantera. Vid vidareutveckling av konceptet skulle utveckling av *intuitivt gränssnitt* och *förmedling av information* kunna få en större roll.

En funktion från kravspecifikationen som ej applicerats på slutkonceptet är “inneha taktindikator”. Det fanns nämligen ett önskemål från produktionsansvariga att arbetsbordet, med hjälp av visionkamera och lampor som kan lysa i grönt, gult och rött, skulle indikera vilket tempo som montören för närvarande arbetar i. Inom monteringsindustri är det viktigt att ett visst tempo hålls men denna funktion har ändå uteslutits ur slutkonceptet. Anledningen till detta är att det först skulle behövas undersökningar på hur detta skulle påverka montörerna och om det t.ex. skulle kunna vara motverkande mot andra funktioner såsom fokus och lugn genom att inbringa stress hos montören. En vidare studie skulle vara nödvändig att göra, och framförallt test i verkligheten innan en sådan lösning implementeras. Skulle det visa sig fungera bra skulle man t.ex. använda sig av en mindre lampa, eller att det visas på skärmen för att inte vara störande.

En funktion som skulle behöva vidareutvecklas är att underlätta förståelse för var roboten arbetar och var människan arbetar. Ett problem är att den flexibla arbetsplatsen skall kunna fungera ihop med robotar av olika slag och att dessa har olika radier samt olika räckvidd. Robotens rörelseområde varierar alltså med vilken robottyp som används samt dess inprogrammerade rörelsemönster. Det är därför svårt att ta fram en zon som skall passa alla. En lösning skulle kunna vara att man använder sig av interaktivt ljus som ändras efter behov. Ytterligare en vidareutveckling är kring huruvida robotsbordet kan på bästa sätt kan höjas och sänkas samt dockas vid arbetsbordet. Det har diskuterats kring fjädrar som kan stå i pelarna på robotsbordet vilket skulle utesluta elberoendet vid höjning och sänkning av bordet. Dessutom två små koner som sticker ut från ena kanten av robotsbordet och två lika stora konformade hål i arbetsbordets yta. Med hjälp av konerna skulle inpassningen kunna ske enkelt och dockningen skulle ske med magnetism som håller robotbordet på plats.

En diskussionspunkt som kommit upp senare under projektets gång, vid konceptutvecklingsfasen, är huruvida man optimalt hade kunnat lösa förflyttningsfunktionen. Det var inte förrän i konceptutvecklingen, efter workshopen med företaget, som det togs ett beslut att utesluta förflyttningsfunktionen. Som tidigare nämnt berodde det delvis på lågprioriteringen men främst eftersom det under idégenereringen var komplicerat att få till med de övriga funktionerna. Förslagen som togs fram ansågs ej optimala och svåra att realisera, samt att det fanns en risk i att det skulle ge upphov till instabilitet, både funktions- och uttrycksmässigt. Däremot har det diskuterats att det redan förekommer massiva produkter, såsom piano, som innehar små hjul. Då bordet skiljer sig i formen från ett piano och inte endast är rektangulärformad är det svårt att jämföra dessa två skilda produkter som dessutom skall uppfylla olika kriterier. Som vidareutveckling kan man fördjupa sig i förflyttningsfunktionen ytterligare och studera möjliga lösningar utan att sätta stabiliteten på spel.

Med avseende på den begränsade tiden gjordes ej en fysisk slutgiltig prototyp. Detta skulle ha kunnat vara betydelsefullt för kundutvärderingar av ergonomin och möjligtvis något avgörande för utveckling av konceptet. Eftersom det ansågs vitalt att utföra någon sorts prototypundersökning skapades mockup på bordsytor för test av former och olika räckviddar.

6. Slutsats

Projektets syfte var att genom undersökningar av dagens monteringsindustri identifiera krav från användarna vilka sedan skulle resultera i en kravspecifikation. Studien visade att det finns en stor anledning att förbättra dagens arbetsbord eftersom det uppstår flertal problem vid användning. De största problemen var kopplade till instruktioner, ljus och kroppsbelastning. Många montörer klagade på smärtor i bl.a. fötter, ben, rygg och händer på grund av oergonomiska arbetsställningar och repetitivt arbete. Vad gäller ljuset var ett problem att det ej var justerbart i ljusstyrka vilket resulterade i att många hellre är utan ljus och släcker lampan. Instruktioner kring de olika momentens utförande sitter i broschyrer på arbetsborden men fungerar ej så optimalt som önskas samt förmedlar ej på ett tydligt sätt när förändringar i dokumenten har skett. Vidare anses dåliga förvaringsmöjligheter även vara ett stort problem eftersom det ibland kan vara oorganiserat och att det tar onödigt tid att hitta rätt verktyg.

Utöver lösningar på problemen ovan finns även krav från produktionsansvariga och uppdragsgivare på att morgondagens arbetsplats för montering i industrin skall medge samverkan med robot och transportbanor, detta eftersom man fokuserar allt mer på montörernas ergonomi och vill förhindra att de utsätts för fysiskt krävande uppgifter. Vidare är det viktigt att ljus- och ljudomgivning ej distraherar montören utan att denna bidrar till lugn och fokus. Dessa egenskaper skall även kombineras med öppenhet och gemenskap.

Målet för hela projektet var att ta fram ett eller flera slutgiltiga konceptförslag för ett robust, flexibelt och ergonomiskt arbetsbord för monteringsindustrin där roboten är en del av lösningen. Projektet utgick från CGMs kontrollbord och sökte efter förbättringsmöjligheter av detta genom jämförelse med kravspecifikationen. Kontrollbordets största utvecklingsmöjligheter identifierades som: erbjuda intuitiva instruktioner för monteringsmomenten på skärm samt erbjuda smarta förvaringsmöjligheter där alla verktyg som montören har behov av är inom nära räckvidd och synfält. Dessutom att medge förflyttning av arbetsbord och samverkan med både transportbanor och robot. Dessa var också de funktioner som fick störst fokus i idégenereringen.

Avslutningsvis anses konceptförslaget uppfylla majoriteten av de krav som listades i kravspecifikationen, bortsett från de lägst rankade. Vid implementation av konceptförslaget beräknas montörernas nuvarande situation förbättras markant, både fysiskt och psykiskt samt bidra till ökad produktivitet. Montörerna har stora möjligheter till kroppsanpassning och justering av den fysiska miljön. Vid fortsatt utvecklingsarbete rekommenderas att fokus läggs på att utföra intervjuer och observationer på fler företag samt på att uppfylla de funktioner som inte infriats optimalt såsom förflyttning och taktindikator. Vidare borde även en fullskalig prototyp skapas där användarna får testa produkten och även utveckling av ett intuitivt gränssnitt på kontrollpanel och i datorsystemet. Sammanfattningsvis kan konstateras att projektets resultat tyder på att syftet och målet har uppnåtts.

Källförteckning

- ABB. (2017). *YuMi® photo gallery*. [Elektronisk bild] Hämtad från <http://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/yumi>
- ABB. (2015) *ABB förvärvar hela CGM*. Hämtad från <http://www.abb.se/cawp/seitp202/d7836617a90cc164c1257eab004002bd.aspx>
- AFC Industries. (u.å.). *Height-Adjustable Dual Tier Computer Stand Up Desk*. Hämtad från <http://www.afcindustries.com/best-double-desk-with-monitor-mount-p137#moreinfo>
- Alpman, M. (2015) *Så här jobbar YuMi - ABB:s nya samarbetande robot*. Hämtad från <http://www.nyteknik.se/automation/sa-har-jobbar-yumi-abb-s-nya-samarbetande-robot-6393126>
- Back Designs. (2017a). *Desk size and shape*. Hämtad från <http://www.backdesigns.com/Desk-size-and-shape.aspx>
- Back Designs. (2017b). *Monitor Height & position*. Hämtad från <http://www.backdesigns.com/Monitor-height-and-position.aspx>
- Belysningsbranchen Sverige. (2017). *Bättre belysning på arbetsplatsen* [Videofil]. Hämtad från <https://www.youtube.com/watch?v=GK0b7Kwvavw>
- CEJN. (2017). *Snabbkopplingar i världsklass*. Hämtad från <http://www.cejn.se>
- CGM. (2017) Hämtad från <http://www.cgm.se>
- CGM. (2017). *EOW*. [Elektronisk bild] Hämtad från <http://www.cgm.se/products/>
- CGM. (u.å.). *Extended Operator Workplace EOW-x*. [Elektronisk bild]. Hämtad från <http://new.abb.com/control-rooms/operator-workplace-control-room-consoles/eow-x>
- Eriksson, M. (2016). *Robotar blir allt vanligare i arbetslivet*. Hämtad från <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=1637&artikel=6438085>
- Feelgood. (u.å.) *Den traditionella arbetsmiljön utmanas*. Hämtad från <http://www.feelgood.se/artikel/article/aktivitetsbaserad-arbetsmiljoe/>
- Fernström Winberg, K., och Hildingsson, L. (2005). *Anställningsintervjuns betydelse i rekryteringsprocessen: Att lyssna*. Hämtad från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:134891/FULLTEXT01.pdf>
- Hansson, C. (u.å.). *Fokusera på rätt frågor, så kommer då få korrekt information*. Hämtad från <http://www.biz4you.se/html/marknadsforing/marknadsforing/marknadsundersokning/oppna-och-slutna-fragor.pdf>

Hållbarhetsguiden. (u.å.). *Ekonomi*. Hämtad från <http://www.svid.se/Hallbarhetsguiden/Design-for-hallbar-utveckling/Vad-ar-hallbar-utveckling1/Ekonomi/>

Hållbarhetsguiden. (u.å.). *Materialval*. Hämtad från <http://www.svid.se/sv/Hallbarhetsguiden/Process/Materialval/>

IAC Industries. (2017). *Multi Task System I*. Hämtad från: <https://www.iacindustries.com/shelving-and-accessories/multi-task-system-i-31-17/>

Jernkontoret. (2014). *Stål- en del av vår vardag*. Hämtad från <http://www.jernkontoret.se/globalassets/publicerat/stal-stalind/stal---en-del-av-var-vardag---folder-2014.pdf>

Johannesson, H., Persson, J., Pettersson, D. (2013). *Produktutveckling: Effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber AB.

Johansson, P. (2013). *Horreds skötselanvisning för Bord med ytor i högtryckslaminat och med kärna av mdf- eller spånskiva*. Hämtad från <http://www.horreds.se/wp-content/uploads/2013/06/Skötselanvisningar-laminat-på-mdf-20130620.pdf>

Kairos Future. (u.å.). *Morgondagens arbetsplats: Hur kommer morgondagens digitala arbetsmiljöer se ut?*. Hämtad från <https://www.kairosfuture.com/se/forskning/projekt/morgondagens-arbetsplats/>

Karlsson, M. (2009). *Metod Appendix*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola

Kinnarps. (2017a). *Om kinnarps*. Hämtad från <http://www.kinnarps.se/om-kinnarps/>

Kinnarps. (2017b). *Kinnarps next office*. Hämtad från <http://www.kinnarps.com/en/corporate/InteriorSolutions/NextOffice/>

Kinnarps. (2017c). *Framtidens arbetsmiljöer är redan här*. Hämtad från <http://www.kinnarps.com/en/corporate/InteriorSolutions/NextOffice/NEXT-OFFICE/>

Kinnarps. (2017d). *Det finns många fördelar*. Hämtad från <http://www.kinnarps.com/en/corporate/InteriorSolutions/NextOffice/An-Agile-Workspace/>

Kinnarps. (2017e). *Färger påverkar*. Hämtad från <http://www.kinnarps.se/Kunskap/different-colours-affect-us-in-different-ways/>

KTH. (2009) *Design på jobbet gör dig mer kreativ*. Hämtad från <https://www.kth.se/alumni/nyheter/utdrag-ur-senaste-nyhetsbrevet/design-pa-jobbet-gor-dig-mer-kreativ-1.44156>

KTR. (2017). *3D-CAD-Library*. [Elektronisk bild] Hämtad från <https://www.ktr.com/en/tools-downloads/cad-library/3d-cad-library/>

LTH. (2016). *Universal design*. Hämtad från: <http://www.certec.lth.se/ud/>

McGraw-Hill. (2004). *Principles and practice of marketing, fourth edition*. London: McGraw-Hill Education.

Mälardalens högskola. (2014). *Validitet*. Hämtad från <http://www.mdh.se/student/minastudier/examensarbete/omraden/metoddoktorn/metod/validitet-1.29071>

Nationalencyklopedin. (2017). *Elektromagnet*. Hämtad från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/elektromagnet>

Nationalencyklopedin. (2017). *ESD*. Hämtad från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/esd>

Nationalencyklopedin. (2017). *Hartser*. Hämtad från <http://www.ne.se.proxy.lib.chalmers.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/hartser>

Partini, J. (2017) *Welcome to the future control room working environment*. Hämtad från <https://www.slideshare.net/JetonPartini/welcome-to-the-future-control-room-working-environment>

Physiopedia. (u.å.). *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*. [Elektronisk bild] Hämtad från [http://www.physio-pedia.com/Rapid_Upper_Limb_Assessment_\(RULA\)](http://www.physio-pedia.com/Rapid_Upper_Limb_Assessment_(RULA))

Pixel77.com. (2012). *Free Vector of the Day #114: Light Bulb*. [Elektronisk bild] Hämtad från <https://www.pixel77.com/free-vector-day-114-light-bulb/>

Prevent. (2015). *Arbete och teknik på människans villkor*. Stockholm: Prevent.

Reeco. (2017). *ESD Workstation*. Hämtad från <http://www.reeco.info/meble>

Reeco. (2017). *ESD Workstation*. [Elektronisk bild] Hämtad från <http://www.reeco.info/meble>

Reeco. (2015). *Reeco ESD Workstations: Ergonomic Table Top* [Produktblad]. Włocławek: Reeco. Hämtad från http://www.reeco.info/pdf/Katalog_mebli_ENG.pdf

Robot Worx. (u.å.) *Safety options for robotic systems*. Hämtat från <https://www.robots.com/articles/viewing/safety-options-for-robotic-systems>

Svensk verkstad. (2016). *Smartare robotar närmare människan*. Hämtad från <http://www.svenskverkstad.se/smartare-robotar-som-ar-narmare-manniskan>

Svenska kraftnät. (u.å.). *Kontrollrummet*. Hämtad från <http://www.svk.se/drift-av-stamnatet/kontrollrummet/>

Svenskt Aluminium: <http://www.svensktaluminium.se/hallbarhet/>

STF. (u.å.). *Materialval*. Hämtad från: <https://stf.se/kurser/kurs/Materialval/>

Total Materia. (2017). *Stålegenskaper*. Hämtad från <http://www.totalmateria.com/page.aspx?ID=Stalegenskaper&LN=SV>

TräGuiden. (2003). *Träfiberskivor*. Hämtad från <http://www.traguiden.se/om-tra/material-et-tra/trabaserade-produkter/skivmaterial1/trafiberskivor/>

Verksamt. (2016) *Hållbart företagande*. Hämtad från <https://www.verksamt.se/starta/hallbart-foretagande>

Westling, M. (2011) *Ytterlighetstänkande - brainstormingmetod*. Hämtad från <http://www.metodbanken.se/2011/01/31/ytterlighetstankande-brainstormingteknik/>

Wikberg Nilsson, Å., Ericsson, Å., Törlind, P. (2015). *Design: Process och metod*. Lund: Studentlitteratur AB.

Österlin, K. (2011). *Design i fokus för produktutveckling: Varför ser saker ut som de gör?* Malmö: Liber AB.

Bilagor

Bilaga 1: Observationsprotokoll

OBSERVATION	Företag:	Datum:
-------------	----------	--------

- Hur ser dagens produkt ut? [Ta kort/filma!](#) (Är den mobil? höj- och sänkbar?)
- Hur ser miljön ut? Hur är rummet?
- Vilka arbetsmoment jobbar de med?
- Är det olika moment på olika ställen eller utförs allt på ett och samma ställe?
- Vad har de för utrustning?
- Hur förvarar de utrustning och komponenter?
- Vad har de för arbetskläder?
- Vilken arbetsställning har de när de står/sitter? [Ta kort!](#)
- Hur får de instruktioner på vad de ska arbeta med?
- Finns det robotar, hur interagerar man isåfall med dessa?
- Finns det transportbanor? hur interagerar man isåfall med dessa?
- Klimat, påverkan av värme, kyla? (kan påverka materialval)
- Hur är ljudnivån? Har de hörselskydd?
- Ljus? Olika färger? Kallt eller varmt ljus? Möjlighet till variation?
- Finns det begränsningar i miljön? (Yta, dörröppningar mm)
- Hur många arbetar på samma ställe?
- Arbetar man ihop, nära varandra eller långt ifrån varandra?
- Hur är sikten? Kan man se varandra? Är det ett öppet landskap?

Bilaga 2: Intervjuprotokoll med produktionsansvarig

Intervjuprotokoll

Företag:

Datum:

Förvaring: max/min? Finns det regler om hur mycket man får ha?

Svar:

Hur stor yta behövs? (Antagligen olika vid olika stationer)

Svar:

Vad har ni för höjdspann på borden idag?

Svar:

Finns behovet hos er att ha mobila arbetsstationer och varför?

Svar:

Finns det behov hos er att i framtiden använda er av transportbanor?

Svar:

Vi pratade om att ha en skärm för instruktioner, finns det något annat man skulle kunna vilja ha tillgång till på skärmen?

Svar:

Hur högt ljud blir det i monteringsdelen av lokalen? (dB)

Svar:

Hur är ljudnivån? Har de hörselskydd?

Svar:

Hur många arbetar samtidigt? Arbetar man tillsammans (nära varandra)?

Svar:

Finns det några komponenter som väger mer än två kilo? Lyfter montörerna något tyngre än 2 kilo när de står vid arbetsstationen? (Till ergonomianalys)

Svar:

Vem är den typiska användaren? Ålder/kön?

Svar:

Hur många bord gör ni om dagen/i veckan/månaden?

Svar:

Bilaga 3: Intervjuprotokoll med montörer

Intervjuprotokoll

Test nr:

Datum:

Kön:

Ålder:

Hur länge har du jobbat med montering?

Hur ser en vanlig arbetsdag ut för dig?

Hur långt arbetspass har du?

- Hur ofta och hur länge har ni rast?

Vad använder du för utrustning? (I form av verktyg och maskiner)

- Var förvaras denna när den inte används?

Har ni möjlighet att förvara era personliga värdesaker vid arbetsstationen eller använder ni er skåp eller liknande?

- Skulle du vilja kunna förvara telefon med mera vid arbetsplatsen? Får ni detta?

Vad tycker du är bra samt dåligt med bordet som du arbetar vid?

Hur är ljudnivån tycker du?

- Brukar du använda hörselskydd?

Brukar du göra något annat under tiden som du arbetar? (Lyssna på musik med mera?)

- Om inte, är det något du skulle vilja göra? (Ljudbok, podd med mera) Får ni lov att göra detta?

Tycker du att ljuset är tillräckligt vid arbetsplatsen? Hur är ljusnivån?

Har du någon gång haft behov av en annan slags ljus när du arbetar? Från sidan, underifrån eller någon annan färg?

Är det viktigt för dig att ha fri sikt över lokalen?

- Skulle du vilja ha möjligheten att kunna variera mellan fri sikt och avskildhet?

Idag så har ni instruktioner i broschyrerna som finns på varje arbetsstation, brukar du titta i dem ofta?

- Händer det att de förändras och isåfall hur ofta?

Brukar du växla mellan att stå och sitta?

- och isåfall hur ofta?

Har du fått någon värk av ditt arbete?

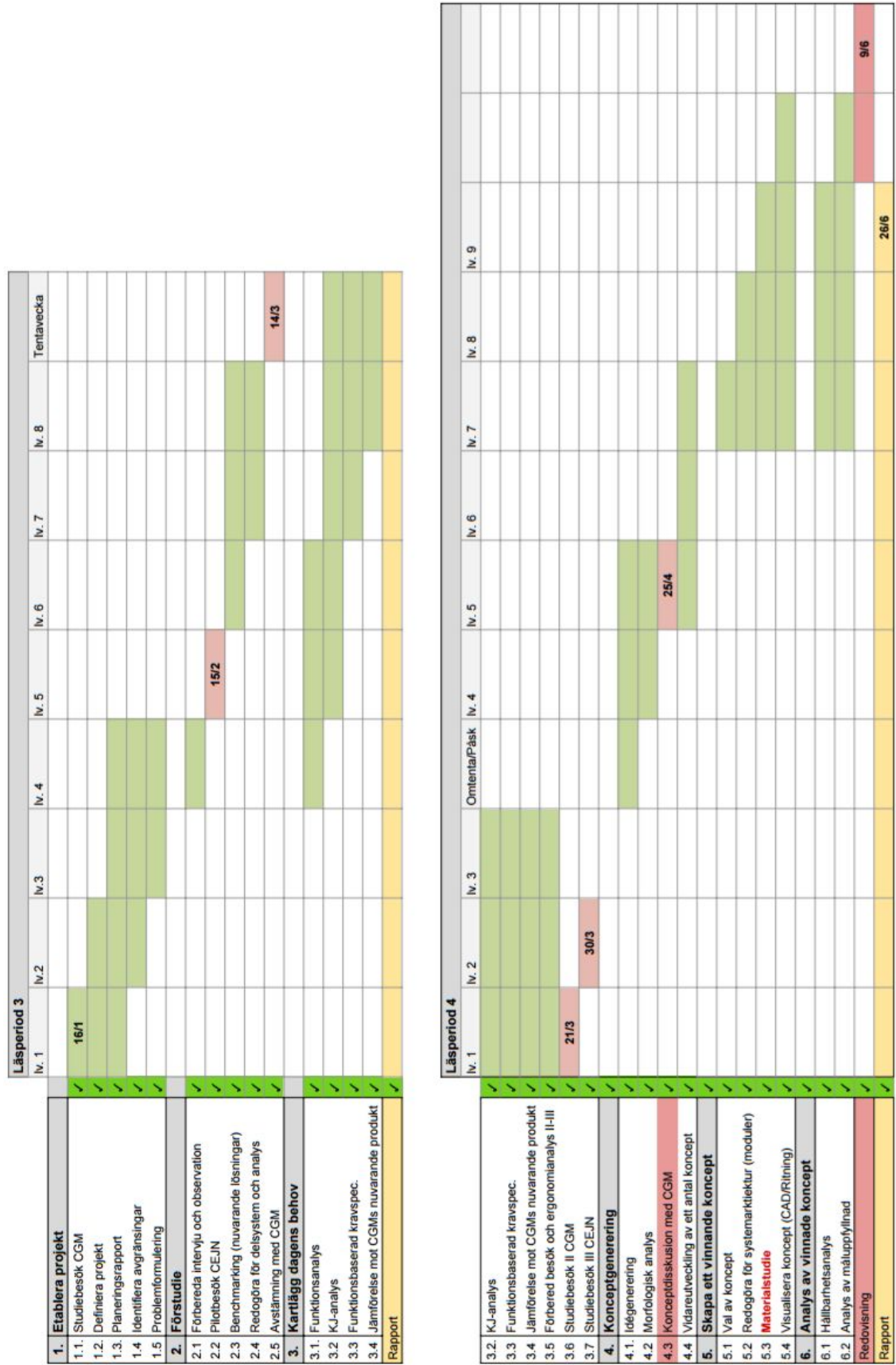
- I vilket sammanhang? Är det ihållande eller försvinner det i slutet av dagen?
- Finns det något moment som är extra problematiskt (fysiskt, psykiskt?)
- Hur känns det att stå på golvytan? Märker du skillnad mellan parkett, gumminatta och betonggolvet? Vilket föredrar du?

Har någon/Är det många av dina kollegor fått värk?

Saknar du något på din arbetsstation?

- Har du något/några övriga önskemål på arbetsstationen? (funktion mm)

Bilaga 4: Gantt-schema



Bilaga 5: Intervju med montör 1

Intervjuprotokoll

Test nr: 1 (CGM)

Datum: 27/3- 2017

Kön: Man

Ålder: 47 (spann, väldigt olika runt 30 är de flesta, yngre sommarjobbare)

Hur länge har du jobbat med montering? 1 år på cgm, i 20 år totalt i små komponenter

Hur ser en vanlig arbetsdag ut för dig? (Från att du kommer till jobbet till att du avslutar jobbet)

Svar: Tar en kaffe och sätter i gång. Jobbar då efter ordrar. Man tittar på dem och så ser man vilka material man ska ha och så går man och plockar det man behöver och så monterar man ihop det. Sedan testar man och märker upp.

Hur långt arbetspass har du?

Svar: 8 h

- **Hur ofta och hur länge har ni rast?**

Svar: 1 h lunch och sedan 15 minuter frukost samt fika.

Vad använder du för utrustning? (I form av verktyg och maskiner)

Svar: Tänger, skruvmejslar. Tumstock och skruvstäd för att mäta längd på kablarna.

- **Var förvaras denna när den inte används?**

Svar: Förvarar utrustningen på väggen, hänger upp alla verktyg och ställer tillbaka allt material som inte används. Man plockar undan allt emellan varje uppgift, både verktyg och överblivet material. Nästa uppgift kan vara helt andra verktyg och material så man kan inte ha kvar något på bänken. Vore dock enklare att ha allt på samma ställe.

Hade varit bättre om varje moment hade sin egen plats, idag måste man ju plocka undan.

Ibland kan det vara 4 personer samtidigt. [På elavdelningen]

Har ni möjlighet att förvara era personliga värdesaker vid arbetsstationen eller använder ni er skåp eller liknande?

Svar: Vi har omklädningsrum.

- **Skulle du vilja kunna förvara telefon med mera vid arbetsplatsen? Får ni detta?**

Svar: Ja vi får ha sakerna på bordet om vi vill. Nej det känner inte att jag saknar [förvaringsskåp vid arbetsplats].

Vad tycker du är bra samt dåligt med bordet som du arbetar vid?

Svar: Bra att det är hög och sänkbart.

Dåligt: skulle vilja ha ESD mattor på bordsytan som avleder elektriciteten. Man får dock inga stötar av strömmen eller känner av.

Den svarta mattan som ligger på bordet är en skyddsmatta så att komponenterna inte förstörs, ex skärmar.

Lampan står som den är, går ej att vända och vrida på.

Belysningen kan vara olika bra, skulle behöva en punktbelysning samt förstöringslampa. Ibland är det väldigt små komponenter så man behöver det för att kunna se.

Hur är ljudnivån tycker du?

Svar: Ganska tyst.

- Brukar du använda hörselskydd?

Svar: Inte ofta, men det finns tillgängligt. Om man ska borra kan det behövas.

Brukar du göra något annat under tiden som du arbetar? (Lyssna på musik med mera?)

Svar: Lyssna på radion.

Har du någon gång haft behov av en annan slags ljus när du arbetar? Från sidan, underifrån eller någon annan färg?

Svar: Punktbelysning.

Är det viktigt för dig att ha fri sikt över lokalen?

Svar: Det går bra som nu, vet inte om det skulle vara trevligare att jobba öppet.

Idag så har ni instruktioner i -- pappersform --, brukar du titta i dem ofta?

Svar: En gång per dag. Hade varit bra att ha på skärmen på plats, istället för att gå och plocka fram.

- Händer det att de förändras och isåfall hur ofta?

Svar: Det kommer nya anställda ibland och då är det bra att ha på papper.

Datorerna används för testning, ex med styrprogram , programmering. vi kopplar upp systemet och kollar så att den fungerar som den ska.

Brukar du växla mellan att stå och sitta?

Svar: Lite. Om man jobbar med små grejer är det lättare och sitta, vid stora komponenter är det lättare att stå, de flesta brukar sitta. Nej brukar inte variera, det händer alltid andra grejer så att man inte sitter mycket ändå, saker tar slut så man ändå måste gå.

Har du fått någon värk av ditt arbete?

Svar: Nej, ingenting.

- Finns det något moment som är extra problematiskt (fysiskt, psykiskt?)

Svar: Nej jag vet inte riktigt. Det är inte anpassat för att jobba med så små grejer. T.ex. kretskort och sånt, så det gör vi inte så mycket.

- **Hur känns det att stå på golvytan? *Märker du skillnad mellan parkett, gummimatta och betonggolvet? Vilket föredrar du?***

Svar: ESD-matta under, som ska avleda ström. Parkettgolven laddar upp sig mycket.

Har någon/Är det många av dina kollegor fått värk?

Svar: Nej det är isåfall de som jobbar med de tyngre komponenterna.

Saknar du något på din arbetsstation?

Svar: Framförallt ljuset

Angående flyttbarhet: Det är bra att den inte är flyttbar, vi använder vissa bord som är flyttbara men de är inte höj och sänkbara, det ska vara stabilt.

Bilaga 6: Intervju med montör 2

Intervjuprotokoll

Test nr: 2 (CGM)

Datum: 27/3- 2017

Kön: Man

Ålder: 62

Hur länge har du jobbat med montering? 39 år, snart 8 år på cgm

Hur ser en vanlig arbetsdag ut för dig? (Från att du kommer till jobbet till att du avslutar jobbet)

Svar: Alla här är montörer och installatörer, jag gör dock sällan installationer, nu är jag här på montering. Man får ut en order på vad som ska byggas och så göra man det som man hinner, ibland blir det störningar och då får man byta order. Det kan vara antingen på el, delmontering eller montera färdigt enheter. Så kör man på så bra man kan tills det är klart!

Man kollar först så att allt material finns. Vi kollar alltid på logistik så att alla prylar finns och så att det går att göra färdigt, och det kan ta allt mellan timmar till några dagar att bli klar om det är ett helt bord. Man tar också fram så mycket pappersmaterial som möjligt i början, ex. manualer, märkningar till borden, vilken kunden är och ordernummer så att man kan märka olika lådor som hör till samma order, med serienummer.

Sen plockar man fram monteringspallar och ställer upp det som finns färdigt ex ben och så. Ingen höj och sänkbarhet på dessa pallar. Man plockar ut allt material på en gång på en vagn som man märker upp med samma serienummer, väldigt viktigt att man inte blandar ihop, alla ordrar behöver nämligen inte vara exakt likadana. Monterar på all utrustning och testkör det. Det brukar bli stopp på nånting, ex att någon komponent inte är klar ex skärmarna och då får den stå, och då kanske jag börjar på något annat. När allt är klart plockas den så småningom ut och det brukar de som fakturerar göra.

Man hoppar hela tiden mellan att bygga enheter, plocka i lager med mera. Vi är överallt, både på små och stora komponenter i och med att vi är så pass få så får vi göra allt och hjälpas åt.

Hur långt arbetspass har du?

Svar: 8 h

- **Hur ofta och hur länge har ni rast?**

Svar: 1 h lunch och 2x15 minuter rast

Vad använder du för utrustning? (I form av verktyg och maskiner)

Svar: Vi har byggstationer. Vid bordsmonteringen har vi aldrig fixat någon gemensam monteringsvagn utan alla har sina egna verktyg. Man använder oftast sin egen skruvdragare, helst ska man ha allt framför sig. Alla verktyg är blandade så man måste välja sina verktyg varje gång. Man borde ha specialförvaringar för olika moment. Man ska gärna ha dubbeluppsättning av alla verktyg.

Har ni möjlighet att förvara era personliga värdesaker vid arbetsstationen eller använder ni er skåp eller liknande?

Svar: I skåp.

- **Skulle du vilja kunna förvara telefon med mera vid arbetsplatsen? Får ni detta?**

Svar: Vi använder arbetstelefoner och dem har vi framme, privattelefonerna är i fickorna. Datorerna som vi programmerar med får vi ha någonstans dit man kan gå eller ta med där man arbetar.

Vad tycker du är bra samt dåligt med bordet som du arbetar vid?

Svar: Vi använder inte höj och sänkbarheten så mycket som man vill.

Vi har vagnar där man lägger upp så mycket material som man kan, montagevagnar med gummimatta. Dessa är ju dock inte höj och sänkbara.

I början hade vi ingenting och mycket av det vi skapade i början finns ännu kvar, som inte är up to date, det är ju inte uppdaterat. Det hade varit bra med en vagn där man hade allt man behöver, verktyg, personliga värdesaker med mera.

Hur är ljudnivån tycker du?

Svar: Det är ingen fara, bara sågen är jobbig.

- **Brukar du använda hörselskydd?**

Svar: Ja om man gör någonting t.ex. när man slår med hammaren.

Ljudabsorberande?

Vi har gjort lite vid sågen, [man har satt upp en trävägg som ska avgränsa] men det är inte som det skulle vara tänkt. En såg ska vara helt inglasat för nu stör den andra.

Brukar du göra något annat under tiden som du arbetar? (Lyssna på musik med mera?)

Svar: Lyssna på musik, på radio.

- **Om inte, är det något du skulle vilja göra? (Ljudbok, podd med mera) Får ni lov att göra detta?**

Svar: Nej, vi har det ganska bra.

Har ni några kvinnliga medarbetare?

En inköpstjej, och några på kontoret.

Tycker du att ljuset är tillräckligt vid arbetsplatsen? Hur är ljusnivån?

Svar: Några ställen skulle kunna ha bättre ljus: om man ska pillra på riktigt små delar så vill man ha ljus från rätt vinkel.

Har du någon gång haft behov av en annan slags ljus när du arbetar? Från sidan, underifrån eller någon annan färg?

Svar: De lamporna vi bygger åt cgm har ju ställbar ljusvärme/kyla, men just för det vi håller på med har vi ingen nytta av det, då hade vi tagit fram det redan. Man vill ha dagsljus och det får vi från fönstren.

Är det viktigt för dig att ha fri sikt över lokalen?

Svar: Tycker inte det är så kul att man på elen sitter i ett hörn. Jag tycker att man så mycket som möjligt ska få egna arbetsbänkar där man kan ha sina datorer mm. Vill ha den mot ett fönster så att man får dagsljus.

Man vill ha sin egen yta, sitt eget kryp in. Om man inte är sån som vill sitta i ett öppet kontorslandskap.

Idag så har ni instruktioner i -- på papper --, brukar du titta i dem ofta?

Svar: Det är bra att ha på papper så att man kan bocka av för hand. Man kan inte bara slänga allt och ha i datorn, allt ska ändå sparas i pärmar. Det finns skärmar på några av stationerna där det också finns, men det är svårt att hålla dem uppdaterade.

Tavlan med vilket projekt man arbetar är lite gammaldags, det märks inte upp någon annanstans, det märks inte i datorn. Skulle vara bra med en elektronisk tavla där allt uppdateras och visas online på en skärm och sedan sparas.

Brukar du växla mellan att stå och sitta?

Svar: Det blir ofta att man sitter, man mår inte bra av det så jag försöker vara på benen så mycket jag kan. Man mår mycket bättre av att vara på benen hela dagen.

Har du fått någon värk av ditt arbete?

Svar: Vi har inte så monotona jobb, bara om man jobbar underifrån av borden. Bättre om man skulle kunna avlasta ryggen genom att sitta på knä, det är inte superergonomiskt men vi hjälps åt med tunga jobb.

Saknar du något på din arbetsstation?

Svar: Börjar om från scratch, bestämmer vilka verktyg man ska använda, alla får samma ur samma serier, och att man märker upp dem med ex färg för att veta vems som är vems.

Arbetsstationerna idag är främst en vagn med tavla där verktygen hänger. Skulle vilja ha mycket mer standardiserat, man har ordning på vilka verktyg som ska användas till vad. Kanske ha sin egen verktygsvagn där man har sina egna saker.

Bilaga 7: Intervju med montör 3

Intervjuprotokoll

Test nr: 1 (CEJN)

Datum: 30/3-17

Kön: Kvinna

Ålder: 50+

Hur länge har du jobbat med montering? sen 1989

Hur ser en vanlig arbetsdag ut för dig? (Från att du kommer till jobbet till att du avslutar jobbet)

Svar: Menar ni liksom alla olika moment? Ja okej, vi har ju många olika moment här på våran avdelning för vi är ju olika avdelningar, men det kanske ni redan har koll på eller? Vi är olika produktverkstäder och så, så att vi har ju högtryckshydraulik hos oss. Så att ja det kan vara alltifrån att man börjar att ställa upp en frampart.. och så vi byter, vi börjar väl vid 7, och sen så byter vi när klockan är kvart i 10, då. Då har vi inget schema, byter till något annat jobb så vi liksom roterar och byter arbetsuppgifter, och då är det väldigt viktigt att vi liksom byter från något som liksom, ja, väldigt monotont till något annat som är mer rörligt då, så att vi inte blir sittande i samma.

Orsaken till att vi roterar är att vi rör på oss och får något annat, rent ergonomiskt och arbetsmässigt, det är mycket roligare att göra olika saker en hel dag än att sitta och göra samma sak en hel dag, det blir väldigt monotont. Vi har byten tre, vi byter tre gånger. Så att det funkar jättebra. Dagen går jättefort. Det är roligt, absolut!

Vad använder du för utrustning? (I form av verktyg och maskiner)

Svar: Alltså vi gör så många olika saker, så att vad ska vi ta som exempel? [När ni monterar små delkomponenter?] Okej! Vi kan ju ta till exempel här! Här gör vi en liten del som går till en koppling som heter "Quax" [Osäker stavning] - räddningshydraulik. Då har vi bland annat bakom dig där, en visionkamera, den säkerställer att vi får med alla detaljer för det är väldigt många detaljer i just den delmonteringen, så där har vi en hjälp då som säkerställer att vi har fått i alla delar, så den blir liksom - vi får en grön lampa.. när vi vet att nu så - är vi rätt ute. Och inte innan då kan vi dra rätt moment då för ni ser att det är en dragare där, och den drar vi då med rätt moment. Så att eh, det är ett bra redskap - en bra utrustning. Och sen även en limutrustning då, bakom ytterligare där. Också jättebra - man sätter den lilla detaljen på mässings - och så limmar den då. Den står i huvudsak där, så att den är - det här är fast här.

Huvudkomponenten till våra kopplingar, det är en frampart med låshylsa och låskulor. Där sitter vi med en doppskål kallar vi det. Det är en skål med magnet. Och så sätter man framparten på den och så doppar man! Och då magneten suger tag i alla kulorna och så sätter vi på en låshylsa. Och med en ventil. Så där är det ingen speciell utrustning.

Det är olika utrustningar beroende på vad man arbetar med.

- **Var förvaras denna när den inte används?**

Svar: Den förvarar vi där den står idag. Den står på bordet där. Så vi flyttar inte på den utan vi har alla verktyg och alltihopa vi behöver framför oss oftast. En del gånger kan vi gå till skåpet här. Men det är sällan, vi har oftast på arbetsplatsen där vi jobbar.

Det är oftast så [att de inte är under bordet, utan att man ser dem]. Sen har vi där uppe vid kuldopplings - som vi pratade om. Där sitter det en låda under bordet och där har vi kulor. Vi förvarar dem, så där är det liksom bara att dra ut den och fylla på när man behöver då, så slipper man gå till rullfacken och hämta material då. Man har det nära sig.

Har ni möjlighet att förvara era personliga värdesaker vid arbetsstationen eller använder ni er skåp eller liknande?

Svar: Nej. Jag kan lägga min telefon nångång på bänken så, men nä vi har ju våra skåp ute i omklädningsrummet, och det är lås på dem så att. Nä vi saknar inte det. Sen har vi en personlig låda, där vi kanske har frukt och handskar och lite sånna där grejer, men inga värdesaker.

- **Skulle du vilja kunna förvara telefon med mera vid arbetsplatsen? Får ni detta?**

Svar: Nej, vi har inget behov av att ha en massa personliga saker när vi jobbar så att nä, det kan jag inte tänka mig. Men nu pratar jag ju bara för mig då.

Vad tycker du är bra samt dåligt med bordet som du arbetar vid?

Svar: Jag tycker dem är superbra! Det är hög och sänkbart! Det har en väldigt bra yta. Lätt att göra rent. Sen så har ju vi jobbat mycket med just de här tavlorna, med förbättringar överlag. Så det har blivit väldigt annorlunda. Jag hade velat visa för och efterbilder! För att det är, man tror inte att det är sant liksom. Det stod en sån där, pokioki (?) -låda som vi har och så låg alltihopa där i bara, och så var det massa kolapapper och så var det lite annat och så var det nått som ingen visste vad det var. Man hade inte det visuella, absolut inte. Man fick leta sig fram. Och nu behöver man inte leta så jättemycket, utan nu ser man. Alla nummer och alltihopa är uppmärkt.

Jag kan ibland sakna att jag behöver ha utrymmet under. Ibland så skulle det vara bra att liksom kunna, typ när man står och jobbar på den bänken så skulle man kunna ha ett litet extra bord, så det kan vara en negativ grej. **[För vad?]** För att äntra saker. Det är en flexibel sak som vi jobbar med där, och där jobbar vi ofta väldigt många personer. En står vid lasern och två står vid dragare och en täthetsprovar och en monterar. Och där skulle det kunna vara bra att bara ha ett litet utdragsbord.

Hur är ljudnivån tycker du?

Svar: Jag tycker inte att det är farligt idag. Tycker inte att det är farligt idag. Nu märker vi våra varor med laser nu som inte ger högt ljud.

- **Brukar du använda hörselskydd?**

Svar: Det gör vi när vi känner att vi behöver, men vi är väldigt förskonade. Det är inte mycket hårda ljud.

Brukar du göra något annat under tiden som du arbetar? (Lyssna på musik med mera?)

Svar: Lyssna på musik beroende på vad jag gör för något. Men jag är ändå så jag hör vad som händer.

- **Om inte, är det något du skulle vilja göra? (Ljudbok, podd med mera) Får ni lov att göra detta?**

Svar: Nej tack ingen skärm och kolla på serie, måste ha fokus på det jag gör. Jag har ganska fullt upp med arbetet. Jag behöver ha lugnt omkring mig och bra ljus.

Tycker du att ljuset är tillräckligt vid arbetsplatsen? Hur är ljusnivån?

Svar: Nu har det blivit ett helt nytt liv, mycket bättre ljus. Vi har specialljus vid vissa stationer, som den här lilla ventilen. Där har vi ett förstoringsglas med lampen, man ska se att det inte har spruckit där det behövs. Tycker att ljuset är bra. Vi kan inte variera mellan kallt och varmt ljus. Ibland kan jag tro att det skulle kunna vara bra. Jag menar, vi har ju olika ljus ute med, vinter, sommar, vår så det tror jag ibland att det. Jag märker inte det så mycket när jag var yngre men nu när man blir äldre. Absolut.

Ljuset är inte höj och sänkbart, mer än att det åker med bordet när det höjs och sänks.

Har du någon gång haft behov av en annan slags ljus när du arbetar? Från sidan, underifrån eller någon annan färg?

Svar: Ja men det har det nog varit. Våra detaljer är kromade, och den texten som kommer från lasern är väldigt vit, så ibland när detaljerna är väldigt såhär kromade och behandlade så ser man knappt inte texten. Då har vi en lampa som får gå från sidan. Så att vi ser. Den sitter som en vanlig läslampa, så kan man vinkla den som en snake-light - så den kan man vinkla då så att man ser texten. Där skulle det kunna vara en bättre lösning för dem som skulle vilja det. En del behöver det och en del behöver det inte.

Den här kameran ni har bakom er här, där har ni ju ett ganska starkt ljus från den för att det är ju det man ser, det är ju ljuset som gör att man ser att detaljerna är där, så den lampan är ganska stark, den måste vi ju ha för att det ska fungera. Men annars kan inte jag komma på något mer.

Är det viktigt för dig att ha fri sikt över lokalen?

Svar: Jag tycker det känns viktigt, vi är vana vid det. Det har blivit väldigt mycket olika lösningar här för vi är lite trångbudda. Så att det är lite skåp här och lite skåp där. Jag tänker även på rent olycksmässigt att det kan ju hända nånting.

- **Skulle du vilja ha möjligheten att kunna variera mellan fri sikt och avskildhet?**

Svar: Nä det tror jag inte. Har inte så stort behov av det.

Idag så har ni instruktioner i broschyrerna som finns på varje arbetsstation, brukar du titta i dem ofta?

Svar: Jajamen, det gör vi, och framförallt nyanställda. Det är jätteviktigt. Det finns i datorn också. På varje kort har vi en monteringsinstruktion och vi har en sammanställningsritning. Det framgår då vilken du ska ha. Det är standard på att vi plockar fram. Är vi helt säkra kanske vi inte plockar fram dem. Speciellt nyanställda och såna som har bytts.

- **Händer det att de förändras och isåfall hur ofta?**

Svar: Jajamen, en ny detalj, ny koppling, då kan det liksom vara att den körs och att det förändras under tidens gång. Kanske nångång varannan månad. Absolut. Det hade varit

smidigare på en skärm istället. En Ipad? Jag så att man bara kan klicka sig fram och se liksom att här är ditt jobb och det här ska du göra och där är det jättelätt att ändra. Så visst.

Brukar du växla mellan att stå och sitta?

Svar: Vi varierar väldigt, vissa stationer går bara att stå. Vissa stationer går väl kanske att stå men vi varierar väldigt. Börjar man att sitta då står man sen vid nästa byte.

- och isåfall hur ofta?

Svar: På tre byten kanske man står två och sitter ett.

Har du fått någon värk av ditt arbete?

Svar: Jag känner ju av problem med en armbåge.

- I vilket sammanhang? Är det ihållande eller försvinner det i slutet av dagen?

Svar: Finliret fast jag ändå ska ta i. Då känner jag det lite grann, men det är ju inte konstigt. Man använder vänster istället för höger.

- Finns det något moment som är extra problematiskt (fysiskt, psykiskt?)

Svar: Nej jag tycker inte det, nä det tycker jag inte. Det är ju jätte individuellt.

- Hur känns det att stå på golvytan? Märker du skillnad mellan parkett, gummimatta och betonggolvet? Vilket föredrar du?

Svar: Det känns bra, men det är bättre att gå på parketten. Sen är det väl tänkt att bli på fler ställen.

Saknar du något på din arbetsstation?

Svar: Vi jobbar jättemycket med förbättringar.

Flyttbarhet: Det hade inte varit behov att flytta på borden. Flexibla flödet, där har vi både flyttbara limstationer och små fäststationer och dem har vi hjul på och dom flyttar vi med oss. Dem är ju jättesmidiga. Dom kan ju vi behöva ha varsom. Jag kan inte känna något behov av att kunna ta med mig bordet. Materialet vi använder här, det är oftast centrerat här. Och likadant där borta, materialet vi behöver där, är nära där. Så att nej att flytta med mig något bord så.

Dockning: Så hade vi det förr, vi hade dem mitt över varandra så vi hade en stor arbetsplats.

Transportband: Här använder vi oss inte av transportband, eller jo, eller nej, jag vet inte hur vi ska tala om den för det är ingen transportbana. Här monterar vi ju och så skickar vi iväg det på band. Ett litet slags transportband kanske man kan kalla det.

Bilaga 8: Intervju med montör 4

Intervjuprotokoll

Test nr: **2 (CEJN)**

Datum: 30/3-17

Kön: Kvinna

Ålder:

Hur länge har du jobbat med montering? 28 år

Hur ser en vanlig arbetsdag ut för dig? (Från att du kommer till jobbet till att du avslutar jobbet)

Svar: Vi börjar med att gå bort till tavlan och kollar vart vi ska vara. Så går man dit och arbetar tills arbetsdagen är slut. Vi byter kvart i 11.

- **Hur ofta och hur länge har ni rast?**

Svar: 2 x 12 min och 30 minuter lunch

Vad använder du för utrustning? (I form av verktyg och maskiner)

Svar: Använder det som står i pappret, i ordern alltså där alla verktyg uppmärkta.

- **Var förvaras denna när den inte används?**

Svar: Det är lite olika. Antingen hänger det på en tavla eller ligger lådor och hänger på.. ja framför en. Kan hänga vid där man arbetar.

- **Hur fungerar det?**

Förutsatt att alla lägger tillbaka det, det händer att det inte ligger där.

- **Vad beror det på tror du?**

Slarv! Eller aa glömska.. tror jag. Men den här avdelningen har väldigt ordning på sina grejer, mycket bättre än där jag är i. Det börjar ju bli bättre faktiskt men en lång väg till det här iaf. Det är ett önskemål att det blir såhär.

Har ni möjlighet att förvara era personliga värdesaker vid arbetsstationen eller använder ni er skåp eller liknande?

Svar: Jag har alltid en radio, en liten radio, men sedan har man oftast kaffekoppen med sig. Den stör inte, det finns utrymme. Förr ställde man kaffekoppen på en hållare på tavlan, vilket var bra så att man inte välter kaffekoppen.

Vad tycker du är bra samt dåligt med bordet som du arbetar vid?

Svar: Bra - det som är bra är att det går att höja och sänka, det var det inte i början på min tid. Då fick vi bara några stolar och hade inte höj och sänkbara stolar heller. Så det har blivit bra. En del bänkar är kanske lite små.

Ja.. Det kan vara lite trångt ibland med lådor och att man ställer upp dem. Vissa ställer vi upp i på ställen där borta som kan bli lite trångt. Vissa stationer är såhär. Så har vi vagnar, sådana här vagnar [mobila] men man vill ju vara så nära som möjligt.

Jag tycker att det skulle vara ganska bra att ha något som man kunde dra ut underifrån och stoppa in grejer i, men det får inte vara jättestora grejer men mindre saker och grejer får det vara men sedan får det inte vara på sin sittplats där man sitter.

Hur är ljudnivån tycker du?

Svar: Ganska tyst. Det har blivit bättre, där ute så är det stora maskiner. Men här inne är det lugnare.

- Brukar du använda hörselskydd vid hög ljudnivån?

Svar: Nej det har vi inte eller jo vi har ju de sånna här gula som jag stoppar in i örat men jag är ju inte där ute.

Tycker du att ljuset är tillräckligt vid arbetsplatsen? Hur är ljusnivån?

Svar: Det duger till mig, det är bra - jag brukar oftast släcka och jag tycker många gånger att det är starkt.

Har du någon gång haft behov av en annan slags ljus när du arbetar? Från sidan, underifrån eller någon annan färg?

Svar: Vi har sådana här som man sätter på bänken med förstoring i, det är oftast när man sätter i små trådringar och sånt som man vill se lite bättre. Och den kan vi flytta med, fast vi har en sådan som vi kan skifta från två bord och det brukar vi göra. Egentligen vore det bra att ha en på varje bord och då har man en lampa som kan vara under ögonhöjden. Det tycker jag är bättre, om det är småsaker då.

Är det viktigt för dig att ha fri sikt över lokalen?

Svar: Det är dåligt, man ser inget. Man ser bara där man är och jobbar. Det är så ihoptrångt alltihopa. Ibland kan man bli väldigt instängt. Jag tycker det är roligt att se folk men det gör man inte, vi är ju så trångbodda här inne.

Idag så har ni instruktioner i broschyrerna som finns på varje arbetsstation, brukar du titta i dem ofta?

Svar: Ja, jag skulle gärna vilja ha dit mer. Det är lite olika arbetsställningar. De har ju tagit bort och plockat bort prov från broschyrerna och då får vi springa till datorn hela tiden och det tycker jag tar tid. Jag vill ha en sån [broschyrer], jag tycker de här är bra. Vi har ju faktiskt fått en platta där borta men jag tittar faktiskt inte på dem. Det går väldigt fort med broschyrerna. Datorn tycker jag är mindre bra.

- Vad är det som inte funkar med dem?

Svar: Ibland ska man logga in sig på datorn vilket tar längre tid.

Brukar du växla mellan att stå och sitta?

Svar: Jag sitter helst. Jag står också. Vissa arbetsplatser kan vi bara stå på. Där man kan sitta så brukar jag sitta.

Har du fått någon värk av ditt arbete?

Svar: Nej, jag kan säga att jag är skonad ganska bra. Men jag känner i mina fingertoppar att de domnar.

- **Finns det något moment som är extra problematiskt (fysiskt, psykiskt?)**

Svar: Det här med domningarna så är det ju små saker att pillar i och då känner man utav det och sen har vi allt äntring på grejer som också sliter på handleder.

- **Hur känns det att stå på golvytan? Märker du skillnad mellan parkett, gummimatta och betonggolvet? Vilket föredrar du?**

Svar: Det går bra när man har bra skor. Vi har parketter på vissa ställen vilket är rätt bra.

Har du något/några övriga önskemål på arbetsstationen? (funktion mm)

Svar: nä, jag vet faktiskt inte. vi har ju olika bord, en del bättre en del sämre. Bra med höj och sänkbar
- vill att grejer na ska vara i närheten.

Bilaga 9: Intervju med montör 5

Intervjuprotokoll

Test nr: **3 (CEJN)**

Datum: 30/3-17

Kön: Man

Ålder: <30 år

Hur länge har du jobbat med montering? 4 år

Presentera oss själva och kort om projekt & varför vi vill prata med hen.

Hur ser en vanlig arbetsdag ut för dig? (Från att du kommer till jobbet till att du avslutar jobbet)

Svar: Hur den ser ut? Man kommer hit, får sina arbetsuppgifter, så kör man bara. Vi får vår uppgift från taylor, man vet direkt var man ska vara någonstans, förr var det först till kvarn. Nu är det ju via en tavla sen bara kör man.

Hur ofta och hur länge har ni rast?

Svar: 2 x 12 min och 1 x 30 min lunch

Vad använder du för utrustning? (I form av verktyg och maskiner)

Svar: Mest dragare, alla stationer har sina egna dragare.

- **Var förvaras denna när den inte används?**

Svar: Vi har allt vid borden. Det är smidigt att dom finns där dom är, slippa springa och leta efter saker. Kan sakna utrymme på vissa ställen.

Har ni möjlighet att förvara era personliga värdesaker vid arbetsstationen eller använder ni er skåp eller liknande?

Svar: Vi har skåp i omklädningsrummet. Inget alternativ att förvara på arbetsplatsen. Jag tycker inte det.

Vad tycker du är bra samt dåligt med bordet som du arbetar vid?

Svar: Höj och sänkbart bra. Vissa bord är inte det men de håller på att byta ut alla, så det blir nog bra tror jag. Jag hade velat mer utrymme[plats] på vissa, det är väl på gång tror jag. Ibland får man hämta en extra vagn för att få mer yta om man har en väldigt stor order.

Brukar du göra något annat under tiden som du arbetar? (Lyssna på musik med mera?)

Svar: Ja, lyssna på musik.

- **Om inte, är det något du skulle vilja göra?** (Ljudbok, podd med mera) **Får ni lov att göra detta?**

Svar: Nä, har du några exempel? [Ljudbok eller kolla på serier] Nääee! Man måste vara fokuserad på det man gör tycker jag.

Tycker du att ljuset är tillräckligt vid arbetsplatsen? Hur är ljusnivån?

Svar: Jag tycker belysningen är bra, det är väldigt många som släcker lamporna. Vissa tycker det att det är för ljust. Har inga problem med ljuset. Det hade varit bra om de var justerbara. Bra om man kan dämpa ljuset.

För mig spelar det ingen roll om man kan vinkla/flytta ljuset.

Är det viktigt för dig att ha fri sikt över lokalen?

Svar: Det är rätt trångt hos oss just nu. Det var bättre förut. Man vill inte vara instängd - man vill kunna se.

Idag så har ni instruktioner i broschyrerna som finns på varje arbetsstation, brukar du titta i dem ofta?

Svar: Jag använder personligen inte dem, jag använder datorn. Jag vet inte ens vad som finns där - jag tycker det är lättare att söka efter numret [i datorn] så hittar man det direkt.

Brukar du växla mellan att stå och sitta?

Svar: Stå för det mesta. [Varför?] det beror på, om man får vara still vill jag sitta men om det är mycket rörelse vill jag stå.

Har du fått någon värk av ditt arbete?

Svar: Ja, jag har problem med mina ben eftersom jag står för länge, det blir tungt. Vi har ju våra rotationer, vi roterar ju varje halvtimme. Man ska ju då rotera till sittjobb efter att man har stått, men ibland blir det att man bara står.

- **Finns det något moment som är extra problematiskt (fysiskt, psykiskt?)**

Svar: Nej, inte direkt.

- **Hur känns det att stå på golvytan? Märker du skillnad mellan parkett, gummimatta och betonggolvet? Vilket föredrar du?**

Svar: Bra med parkett och vi har gummimattor.

Har någon/Är det många av dina kollegor fått värk?

Svar: Det finns många som går runt och har ont lite överallt, vissa har ont i armar, rygg, rygg, armar, ben.

Har du något/några övriga önskemål på arbetsstationen? (funktion mm)

Svar: Nej jag har inget direkt. För mig personligen, jag tycker om att vara i flöden, jag gillar inte att bra sitta still, jag vill ha mer roterings.. man ska kunna sitta också när jag vill, det hade varit najs.

Flyttbar - Det hade inte behövs, de ska vara där de är så man ska slippa justera borden hela tiden.

Bilaga 10: intervju med produktionsansvarig på CGM

Intervjuprotokoll:

Produktionsansvarig

CGM

Förvaring: max/min? Finns det regler om hur mycket man får ha?

Svar: Inga sådana regler, när du är färdigt mer arbetet så ska bordet vara tomt, ofta går det fortare att massproducera så att man bygger många på samma gång. Ingen begränsning så länge det går att arbeta.

Hur stor yta behövs? (Antagligen olika vid olika stationer)

Svar: Det beror lite på vad man ska göra, ju mindre bord desto bättre för annars finns det mer plats för skit, men bygger man många åt gången så behöver man större yta. Vår lokal är egentligen för liten.

I elen så är det bordet i mitten en avlastningsyta.

Vad har ni för höjdspann på borden idag?

Svar: På de som är höj och sänkbara är det samma som på kontrollborden [65-130 cm]

Finns behovet hos er att ha mobila arbetsstationer och varför?

Svar: Vi har några mobila och några fasta, vi har vissa grejer som vi förproducerar som vi tar från ett ställe till ett annat. Man tar då hela bordet och rullar bort, vi vill ha en avlastningsyta som vi kan ha mobila. De som är fasta har ingen anledning till att vara förflyttningsbara.

Finns det behov hos er att i framtiden använda er av transportbanor?

Svar: Nej jag tror inte det i våran verksamhet, för vi har så pass stora grejer, vi använder vagnar.

Vi pratade om att ha en skärm för instruktioner, finns det något annat man skulle kunna vilja ha tillgång till på skärmen?

Svar: Det är det vi siktar på, att ha det digitalt. De som vi har nu är relativt nya. Konstruktion kan printa ut en 3d ritning, en sån pdf på varje station. I framtiden en ipad där man kan se ordrar och allting.

Hur högt ljud blir det i monteringsdelen av lokalen? (dB)

Svar: Inte så högt ljud i monteringen, det höga ljudet blir i packen vid sågen.

Hur många arbetar samtidigt? Arbetar man tillsammans (nära varandra)?

Svar: 6 ½ st som arbetar här. De arbetar på varsin station, nån gång ibland kan man vara två på ett ställe, eller om man inte har något att göra.

Man samarbetar med tunga lyft

dockning: längre arbetsstation, vi har gjort det lite bland. som produktionen ser ut nu så behöver vi inte mer yta.

Vem är den typiska användaren? Ålder/kön?

Svar: Män, 25-30 mestadels. Vissa är äldre, mellan 25 och 40 [eg. minst 47 enligt intervju]

Hur många bord gör ni om dagen/i veckan/månaden?

Svar: 70 om året (det ökar lite år efter år)

Bilaga 11: Referenslösning vs. kravspecifikation

	Produkt	Funktion	Rank	Betyg	Kommentarer	Summa
1.	Arbetsstationen	underlättar monteringsarbete	5	-	-	-
2.	Arbetsstationen	erbjuder arbetsyta	5	3	Mycket onödig plats som inte nås, bra form där man står, dåligt med tvådelat? komponenter kan trilla ner	15
2.1		erbjuder justerbar arbetsyta	2	4	Kan höjas och sänkas i förhållande till varandra, den andra är dock inte spec. användbar. Ingen "extra" yta	8
2.2		tillåter belastning	5	1	Mer än tillräckligt.	5
3.	Arbetsstationen	medger flexibilitet	4	4	Median av de nedan.	16
3.1		tillåter stabil förflyttning	4	4	Går att knuffa på lite, men inte optimalt	16
3.2		underlättar manövrering	2	5	Går knappt att flytta på, och inget som underlättar manövreringen.	10
3.3		medger samverkan med robot	5	3	Man kan borra hål i ytan och fästa, man kan inte sätta den i ställningen dock	15
3.4		medger fästning av maskiner och verktyg	3	2	man kan borra hål i ytan och fästa (som i vilket bord som helst)	6
3.5		erbjuder dockning	3	4	Två bord kan ställas jämte varandra men ej fästas.	12
3.6		medger samverkan med transportbanor	4	4	Den börja formen tillåter ej till samverkan.	16
3.7		tillåter samarbete	3	3	Man kan inte stå flera på ett, (svårt att stå bakom eller från sidan) Samt kan vara svårt att ställa ihop och få plats.	9
4	Arbetsstationen	medger kroppsanpassning	5	3	Median av de nedan.	15
4.1		erbjuder höj- och sänkbarhet	5	1	Fungerar perfekt: steglös, tyst, stabilt, relativt snabbt	5
4.2		erbjuder justering av skärm	3	4	Kan justeras upp och ner, men ej olika riktning.	12
4.3		erbjuder profilinställning	4	2	Idag med tag men kanske bättre med fingeravtryck?	8
5.	Arbetsstationen	främjar koncentration	4	3	Median av de nedan.	12
5.1		dämpar ljud	2	3	Dämpning i "taket" och under bordet, tyst mekanism	6
5.2		erbjuder lugn	4	3	Inga onödiga detaljer, men inte så jättebehaglig, lite för öppen för att stå i ett öppet landskap	12
5.3		erbjuder ljusvariation	4	1	Erbjuder kallt/varmt ljus samt olika ljusstyrkor.	4
5.4		erbjuder flera ljuskällor	3	4	Erbjuder takljus och arbetsyta-ljus. Inga övriga special lampor, ingen höj och sänkbarhet, vinkelbarhet.	12
6.	Arbetsstationen	erbjuder öppenhet	4	2	Lite för öppet för att passa i ett öppet landskap. Man ändå kunna fokusera utan att bli distraherad av omgivningen	8
7.	Arbetsstationen	innehär intuitiv HMI	5	3	Tangentbord och mus har ingen egen plats, man skulle kunna ha touchplatta.	15
7.1		erbjuder instruktioner	5	4	Skärm skulle kunna ge instruktion, men är inte en del av bordet. Och i dagens system finns det inte.	20
7.2		erbjuder automatiskt byte av instruktion	2	5	Finns ej denna funktion.	10
7.3		innehär taktindikator	2	5	Finns ej denna funktion.	10
8.	Arbetsstationen	erbjuder smarta förvaringsmöjligheter	5	4	Just nu endast på ytan men ej optimalt.	20
9.	Arbetsstationen	minimerar fot- och benbelastning	1	5	Finns ej denna funktion.	5
10.	Arbetsstationen	avleder elektricitet	2	5	Finns ej behov av denna hos CGM och finns därför ej.	10
11.	Arbetsstationen	erbjuder underhållning	2	2	Bra ljudsystem, men ej plats för kaffekopp	4
12.	Arbetsstationen	innehär låg miljöpåverkan	3	-	-	-
12.1		motstår slitage	4	-	-	-
12.2		innehär lång livslängd	2	2	Har en livslängd på 10 år vilket är ganska bra.	4
12.3		medger reparation	3	2	Modulärt till viss del, man kan få ny stolpe, ny yta mm.	6
12.4	Arbetsbordet	innehär lite material	3	-	-	-
13.	Arbetsstationen	innehär låg vikt	3	1	Vikten utgår ifrån dagens bord	3
14.	Arbetsstationen	erbjuder säker användning	4	2	Kan inte klämma sig & går ej att välla. Kan dock klämma arm (men orimligt). Kort sladd som kan dras ner när bordet höjs/sänks.	8
Semantik						
15.	Arbetsstationen	uttrycker stabilitet	5	2	Stabila ben	10
16.	Arbetsstationen	uttrycker smidighet	4	3	Ser ej flyttbar ut, i och med storlek och avsaknad av hjul, dock relativt liten i vikt	12
17.	Arbetsstationen	uttrycker modernitet	5	1	Färgval och form, delvis kopplad till minimalism	5
18.	Arbetsstationen	uttrycker minimalism	4	1	Inget plotter och onödiga detaljer	4
19.	Arbetsstationen	uttrycker behaglighet	5	2	Det finns tillräckligt med utrymme -känns ej trångt.	10
20.	Arbetsstationen	uttrycker säkerhet	4	1	Rundade hörn, stabil, ingen klämrisk.	4
21.	Arbetsstationen	uppmuntrar interaktion	4	-	Berör robot, och funktioner.	-
22.	Arbetsstationen	underlättar förståelse	4	4	Berör dels robot, men underlättar inte heller förståelse för funktionerna. Man förstår att den kan höjas och sänkas, men hittar inte var kontrollen är.	16
23.	Arbetsstationen	tilltalar nuvarande arbetare	4	1	Både funktioner och utseende, stor yta, bra höj- och sänkbar-funktion	4
24.	Arbetsstationen	identifierar varumärke	5	1	Det är ju CGMs bord.	5
25.	Arbetsstationen	lockar yngre generationen	4	1	Ljuddusch, ljud, tag, upplevs fräsch.	4

Bilaga 12: PNI

Koncept	Positivt	Negativt	Intressant/frågetecken
Rosa	+ Ej synliga "hjul" som skulle bidra till osäkerhets känsla + Man kan rikta/vinkla lampor som man vill. + Stor yta med mycket plats. + Ger möjlighet till extra arbetsyta men även förvaring under bordet om man behöver. + Bra översikt över all förvaring, plats för mycket och hög och sänkbar. + Upplevs som öppen och luftig. + HMI styrs med laser vilket blir hygieniskt + Tillräckligt med plats för ljuddämpning. + Identifieras starkt med CGM + Extern robot tar ej upp ytplats. + Transportbana från sidorna	- Risk att lampor bidrar till ojämnt ljus och känsla av känsla av stökighet. - Känns inte helt industriell. - Angående förflyttning: var ska man putta? hur ska man styra den? Nästan lite för robust och osmidig. - Är hela ytan lättillgänglig? Är det för stor yta? - Omöjligt att använda transportbana framifrån. - Ingen ljuddusch - Eventuell klämrisk (framförallt på extraytan) - Det bildas hål då man sänker förvaringen.	- Hur låses hjulen? samt hur fungerar svängfunktionen? - Är formen på ytan passande för arbetet? - Hur fungerar extraytan? Behövs den verkligen för detta bord? - Varför vill man höja och sänka förvaringen? Skulle man använda funktionen? Isåfall om man fick en extra arbetsyta när man sänkte. - Är skärmen för långt ifrån för att kunna styras med laser? Hur funkar funktionen för att justera skärm? - Hur ska roboten dockas till rätt plats?
Grön	+ Största delen av ytan är inom räckhåll. + Erbjuder extra arbetsyta. + Förvaring tar ej ytplats samt stor variation (hänga, låda och fack) + Skärm inom räckhåll. + Belysning från olika vinklar. + Plats för ljudabsorberande yta längs med förvaringstavlan.	- Förvaring skymmer sikt, behövs hela "längden" för förvaring? - Skärm tar upp yta. - Risk att lampor bidrar till ojämnt ljus och känsla av känsla av stökighet. - Osäker förflyttning, funkar det verkligen..? - Robot tar upp yta	- Är formen på ytan passande för arbetet? - Hur fungerar extraytan? - Hur ska de inbakade facken fungera? Hur ser det ut på baksidan? - Hur sitter skärmen fast och hur fungerar justeringen?

	+ Osynlig förflyttningsmekanism. + Roboten är inom synfält.	- Ingen ljuddusch	
Blå	+ Uttrycker robusthet + Passar miljö + Tilltalande & passande formspråk + Upplevs luftig (harmonisk)/fri sikt + Robot tar ej upp ytplats (en del av arbetsbordet) + Transportbana från sidorna + Erbjuder extra arbetsyta + Reuse: CGMs nuvarande ljuspanel + Ej synliga "hjul" som skulle bidra till osäkerhets känsla + Lätt att hitta & se utrustning + Ljuddusch i taket. + Identifierar varumärket relativt bra pga mjuka former.	- Eventuell klämrisk (tavlan) - Endast en ljuskälla (uppifrån) - Svårt med transportbana från framsida - HMI tar en del plats av förvaringsplatsen, blir eventuellt för lite plats för förvaring, men beror på vilken storlek bordet har. - Finns en risk att HMI är för långt ifrån användaren. Samt går bara att justera i höjd- och sidled. - Ytformen skapar avstånd från förvaring - Eventuellt otillräcklig ljuddämpning.	- Hur kommer justeringen av tavlan fungera rent tekniskt sätt? - Vad bidrar höj- & sänkbarhet av tavla? Behövs det? - Hur samverkar roboten med användaren? Lätt att se? Hur ska robotzonen markeras & fästas? Möjligt att placera horisontellt på "stolparna"? - Hur funkar den extra ytans konstruktion? - Hur låses hjulen? samt hur fungerar svängfunktionen? - Det finns möjlighet till 6 justeringar, tyder detta på bra variation eller att det är alldeles för mycket att justera? - Är formen på ytan passande för arbetet? - Hur ska styrning av HMI ske? Hur fungerar styrplattan?
Lila	+ Passar industrimiljö. + Mycket plats för förvaring, både utrustning och material samt både hängade och lådor. + HMI justerbar i alla riktningar. Enkel att styra och komma åt. + Bra med ljus från olika vinklar samt under ögonhöjd som inte	- Om man vill docka ihop två bord skulle kantljuset vara problematiskt. Inte heller möjlighet till extra arbetsyta. - Begränsad sikt framåt pga. tavlan. - HMI blir smutsig pga touch-funktion.	- Plats för ljus under "boxen"? Är ljuset tillräckligt? Hur ska ljuset styras? - Är formen på ytan passande för arbetet? - Bättre styrsystem för HMI? Lasertangentbord?

	stör ögonen. + Hjulen kan medge enkel manövrering. + Roboten har bra samverkan med användare då den är inom bra synfält. + Transportbana från sidorna + Ljuddusch i tavlan, möjlighet att vinkla. + Upplevs stabil och robust.	- Ljuset tar upp arbetsyta samt kan vara ivägen. - Hjulen skulle eventuellt kunna bidra till ostabilitet. - Roboten tar upp ytplats. - Omöjligt att använda transportbana framifrån. - Upplevs ej modern eller minimalistisk. - Identifieras inte med CGM, lite för kantig och boxig.	- Är det tillräcklig yta för ljuddämpning? Kan man sätta även på baksidan. - Hur stora hjul behövs för att klara av belastningen? Fungerar spärren? - Hur ska robotzonen markeras & fästas? - Det finns möjlighet till 3 justeringar, är det för begränsat?
--	--	---	---