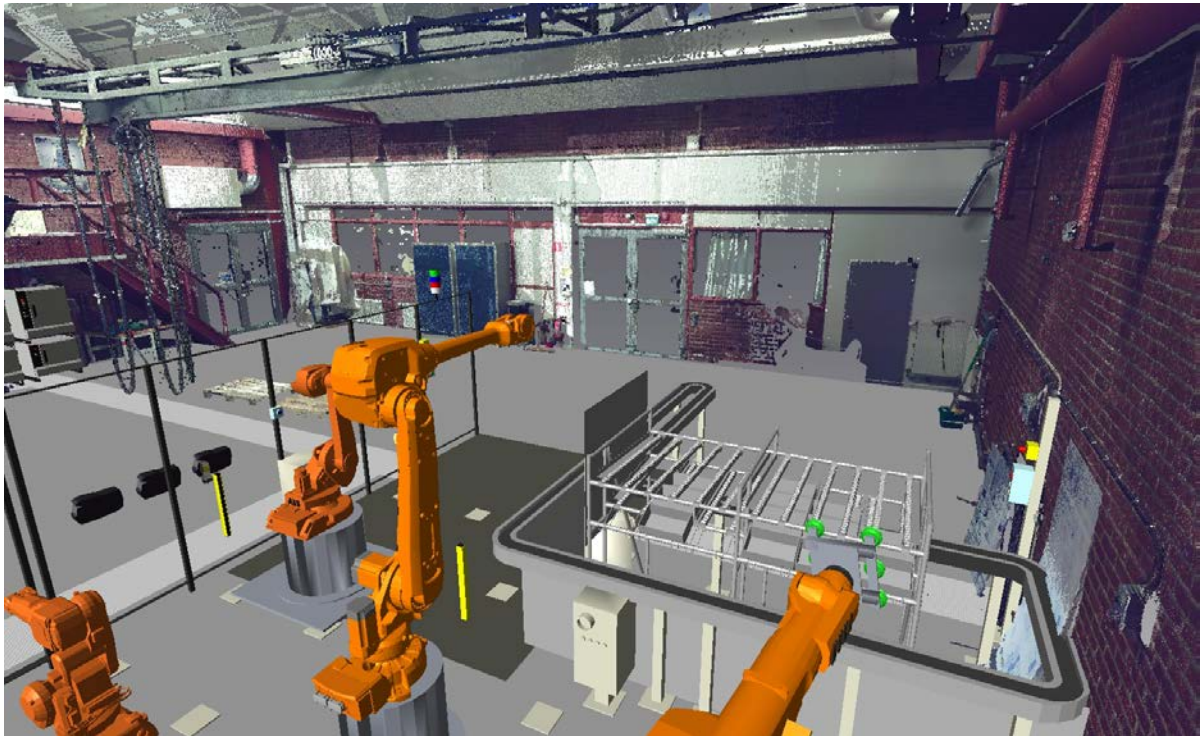




CHALMERS



Studie av olika planeringsmiljöer för produktionssystem

Kandidatarbete inom produkt- och produktionsutveckling

SANDRA ERIKSSON
ANGELICA KJELLGREN
NADIA NULDÉN
SANDRA SKOGUM
SOFIA WIKSTRAND
NATALIE ZANGANEH

Kandidatarbete PPUX03-14-08

Studie av olika planeringsmiljöer för produktionssystem

Kandidatarbete inom produkt- och produktionsutveckling

**SANDRA ERIKSSON, ANGELICA KJELLGREN, NADIA NULDÉN,
SANDRA SKOGUM, SOFIA WIKSTRAND, NATALIE ZANGANEH**

HANDLEDARE: JONATAN BERGLUND
EXAMINATOR: BJÖRN JOHANSSON

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2014

ABSTRACT

It is common for industrial companies to use planning environments in order to visualize a production system during the development process. The environments that are used are in 2D and/or 3D depending on the purpose of the planning environment. Lack of theoretical documentation may lead to a poor choice of environment due to wrongly prioritized resource distributions. As a result, the planning process of the production system becomes inefficient.

The aim of this bachelor thesis is to identify the advantages and disadvantages of planning environments in 2D, 3D and 3D-scanning.

The research is based on analyzing and compiling data from interviews, surveys and ranking lists. The analysis focuses on advantages and disadvantages according to the categories distribution, flexibility, teaching and usability.

The purpose of this bachelor thesis is to facilitate and support the employees at a company when choosing a planning environment to design a model of the production system virtually. The result of the bachelor thesis enables a theoretical documentation that can act as a guidance or basis for the choice of a planning environment to visualize the production system.

SAMMANFATTNING

Vid utveckling av produktionssystem är det vanligt att industriella företag tar hjälp av planeringsmiljöer för att visualisera systemet. Företag använder sig av planeringsmiljöer i 2D och/eller 3D beroende på vad som anses vara bäst lämpat i syfte att ta fram en modell av ett produktionssystem. I dagsläget saknas teoretisk dokumentation som kan stärka valet av miljö vilket exempelvis kan resultera i att företag felprioriterar sina resurser och planeringsprocessen av produktionssystemet kan således bli ineffektiv.

Syftet med kandidatarbetet är att kartlägga för- och nackdelar av planeringsmiljöer i 2D, 3D och 3D-scanning.

Resultatet av studien uppnåddes genom att utarbeta ett fungerande arbetssätt för att kunna analysera och sammanställa data från intervjuer med fokusgrupper, enkäter och rangordningslistor. Resultatet analyserades utefter kategorierna distribution, flexibilitet, utlärn timer och användarvänlighet där samtliga för- och nackdelar sammanställdes för respektive kategori.

Metodiken som utarbetats från kandidatprojektet skulle kunna tillämpas på ett företag vid karläggning av för- och nackdelar av planeringsmiljöer. För- och nackdelarna som tagits fram i projektet skulle kunna underlätta för företag vid val av planeringsmiljö när en produktionsprocess ska modelleras virtuellt. Resultatet av kandidatarbetet kan möjliggöra en teoretisk dokumentation som dagens företag kan utnyttja som vägledning alternativt beslutsunderlag vid val av planeringsmiljö för deras produktionssystem.

FÖRORD

Rapporten innefattar en studie av olika planeringsmiljöer, 2D, 3D samt 3D-scanning med syftet att kartlägga för- och nackdelar med respektive miljö. Kandidatprojektet genomfördes under våren 2014 på institutionen för produkt- och produktionsutveckling vid Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

Kandidatgruppen vill tacka handledare Jonatan Berglund, doktorand vid institutionen för produkt- och produktionsutveckling. Ett stort tack till Cecilia Berlin, forskarassistent vid institutionen för produkt- och produktionsutveckling, för samtliga handledningstillfällen gällande intervjuteknik. Gruppen vill även tacka samtliga anställda och studenter på Chalmers tekniska högskola som ställt upp på intervjuer och svarat på enkäter, och därmed bidragit till resultatet i studien.

Göteborg 2014-05-19

DEFINITONER OCH BEGREPP

2D-miljö: Visualisering av ett produktionssystem i två dimensioner.

3D-Create: Simuleringsprogram i 3D av Visual Components.

3D-miljö: Visualisering av ett produktionssystem i tre dimensioner. Denna miljö avser en visualisering av ett produktionssystem i CAD.

3D-scanning: En scannad miljö av ett produktionssystem.

Case: Problembaserade fall som en grupp tillsammans ska lösa.

Delmia: Digital Enterprise Lean Manufacturing Interactive Application. Programvara för modellering och planering av industriell produktion från Dassault Systèmes.

FARO Focus^{3D}: Tredimensionell laserscanning som används vid dokumentation av 3D-miljö.

Google Drive: Ett verktyg skapat av Google, där exempelvis enkäter kan skapas.

Nyckelord: Upprepande av ord som förekommer i intervjumaterialet.

Planeringsmiljöer: Visualisering av ett produktionssystem i 2D-miljö, 3D-miljö eller 3D-scanning.

Produktionslayout: Produktionssystemets komposition.

Produktionssystem: Hela systemet av människor, verktyg och maskiner som samverkar i utveckling och produktion av produkter.

PSL: Production Systems Laboratory, beläget på Chalmers tekniska högskola.

Respondent: Individ som deltagit under intervju eller svarat på enkät.

Survey Monkey: Webb sida med möjlighet att skapa gratis enkäter och frågeformulär.

Transkribering: Överför intervjumaterial till skriftlig dokumentation.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	2
1.1	Syfte	3
1.2	Problemformulering.....	3
1.3	Målformulering.....	3
1.4	Avgränsningar.....	3
2	TEORI.....	5
2.1	Produktionssystem	5
2.1.1	Steg vid utveckling av produktionssystem	5
2.1.2	Utvärderingsprocesser	6
2.2	Planeringsmiljöer	7
2.2.1	Fasjämförelse (Phase comparison method).....	8
2.3	Intervjuteknik	8
2.3.1	Inför intervjun	9
2.3.2	Under intervjun	9
2.3.3	Sammanställning av data	9
2.4	Fokusgrupper.....	10
2.4.1	Planering av en fokusgrupp.....	10
2.4.2	Under intervju med fokusgrupp.....	11
2.5	Enkätteknik.....	11
2.5.1	Uppbyggnad av enkät	11
2.5.2	Utformning av enkätfrågor	12
3	METOD	13
3.1	Pilotstudie 1.....	13
3.2	Pilotstudie 2.....	15
3.3	Huvudstudie	19
4	RESULTAT	22
4.1	Distribution.....	22
4.1.1	Sammanställning distribution	25
4.2	Flexibilitet.....	25
4.2.1	Sammanställning flexibilitet.....	28
4.3	Utlärning	28
4.3.1	Sammanställning utlärning	32
4.4	Användarvänlighet.....	32
4.4.1	Utvärdering av arbetshöjder	32
4.4.2	Föredra olika planeringsmiljöer	33
5	DISKUSSION.....	34
5.1	Metodik.....	34
5.2	Distribution.....	36
5.3	Flexibilitet.....	37
5.4	Utlärning	39
5.5	Användarvänlighet.....	40
5.6	Jämförelse med liknande studier	41
6	SLUTSATS.....	43
7	TILLFÖRLITLIGHET AV STUDIEN.....	44

8 REKOMMENDATIONER	45
REFERENSER	46
Bilaga A – Intervjufrågor till pilotstudie 1	i
Bilaga B – Enkätfrågor till pilotstudie 1.....	ii
Bilaga C – Case till pilotstudie 2.....	iii
Bilaga D – Rangordningsfrågor	iv
Bilaga E – Intervjufrågor till huvudstudie.....	vi
Bilaga F – Enkätfrågor till huvudstudie	vii
Bilaga G – Cirkeldiagram av enkätfrågor för huvudstudien.....	viii

1 INLEDNING

I dagsläget förändras den industriella produktionen kontinuerligt. Genom att vara en aktör på den globala marknaden finns idag många möjligheter, vilket resulterar i högre krav från kunderna. Nu förväntar sig kunden inte bara låga priser utan även produkter av hög kvalitet och leveransprecision. Med ökade krav är det nödvändigt att rätt kunskap finns för att kunna förverkliga produkter som upprätthåller kraven.

Produktutveckling prioriteras ofta framför produktionsutveckling trots att det är känt att det finns både finansiella och administrativa fördelar med att planera ett produktionssystem i tid. Med en mer omfattande planering av produktionssystem fås ofta en god avkastning på investerat kapital och tid i form av mindre störningar och bättre slutlig prestanda.

Då produktutveckling ofta prioriteras framför utveckling av produktionssystem kan följande nackdelar genereras (Bellgran och Säfsten, 2010):

- o Risk för begränsad tid och resurser för planering och utveckling av produktionssystemet.
- o Problem under förverkligande och uppstart av produktionssystemet.
- o Produktionsstörningar under verksamheten.
- o Behovet av underhåll ökar.
- o Nödvändiga förändringar i det nya systemet krävs på grund av låg prioritet på det förberedande arbetet.

Genom att planera och utveckla produktionssystemet i god tid innan uppbyggnad kan ovan nämnda nackdelar undvikas.

Vid planering av produktionssystem finns det ett behov av att använda planeringsmiljöer för att kunna analysera och välja bland olika alternativ. Tidigare användes endast 2D-ritningar, som då bestod av en ritning på papper. Möjligheten att göra layouter i 3D uppkom från 2D-modellen då behov av en mer omfattande miljö att arbeta i krävdes. Det krävs mer avancerade programvaror och mer kunskap kring programmen för att göra en tydlig 3D-layout (Mårtensson och Nilsson, 2011).

En viktig aspekt vid val av planeringsmiljö är kostnadsfrågan, då det är betydligt dyrare att investera i en 3D-programvara relativt en 2D-programvara. I och med utveckling av tekniken för bland annat produktionssystem uppkom behovet av mer komplexa planeringsmodeller och under 1990-talet skapades de första 3D-programmen som möjliggjorde detta (Pärletunn, 2014). Idag finns ett stort antal mjukvaror i 2D, 3D och 3D-scanning som används för att planera och utveckla produktionssystem.

I dagsläget saknas tydlig teoretisk dokumentation över vilken eller vilka planeringsmiljöer, det vill säga miljöer i 2D eller 3D, som är bäst lämpade vid olika användningsområden och för olika aktörer. Vid utveckling av produktionssystem tar företag hjälp av planeringsmiljöer i 2D och 3D. Avsaknad av teoretisk dokumentation som kan stärka valet av miljö, kan resultera i att företag felprioriterar sina resurser och planeringsprocessen av produktionssystemet kan således bli ineffektiv. I dessa sammanhang hade det underlättat för företag om det fanns stödjande dokumentation vid valet av planeringsmiljö.

En jämförelse mellan 2D- och 3D-miljö har genomförts inom områden som berör dentalvård och produktpresentation i en webbshop. I avsnitt 5.1 Jämförelse med liknande studier, görs en jämförelse mellan kandidatarbetet och liknande studier inom andra områden än produktion.

1.1 Syfte

Kandidatarbetet innefattar en studie av olika planeringsmiljöer för produktionssystem i 2D respektive 3D. Studien ska kartlägga för- och nackdelar med användandet av olika planeringsmiljöer. Detta för att teoretisk dokumentation av planeringsmiljöer kan komma till nytta, eftersom val av planeringsmetod påverkar företagets kostnader, arbetsinsatser och kvaliteten på resultatet.

Syftet med projektet är att jämföra planeringsmiljöer i 2D, 3D samt 3D-scanning för produktionssystem och identifiera för- och nackdelar med respektive miljö.

1.2 Problemformulering

Denna rapport behandlar vilka för- och nackdelar det finns med att planera ett produktionssystem i en 2D-, 3D-miljö samt 3D-scannad miljö avseende kategorierna:

- o Distribution – möjligheten att dela miljöerna med andra
- o Flexibilitet – möjligheten att göra förändringar och felsökningar i layouten
- o Utlärning – möjligheten att presentera och instruera
- o Användarvänlighet – möjligheten att utvärdera arbetshöjder samt orsaker till val av planeringsmiljö

1.3 Målformulering

Gruppen har under våren 2014 genomfört en studie av olika valda planeringsmiljöer och kartlagt för- och nackdelar med respektive miljö. För- och nackdelarna ska utgöra en teoretisk grund vid val av planeringsmiljö för exempelvis företag.

1.4 Avgränsningar

Avgränsningar som har gjorts för projektet är följande:

- o Endast för- och nackdelar för planeringsmiljöer för ett visst produktionssystem, i Production Systems Laboratory på Chalmers tekniska högskola, har tagits fram.
- o Kostnadsaspekten har inte beaktats.
- o För- och nackdelarna som tagits fram har avgränsats till kategorierna flexibilitet, distribution, utlärning och användarvänlighet. För- och nackdelarna gäller inte nödvändigtvis generellt för produktionssystem.
- o De planeringsmiljöer som har använts är en 2D-ritning på papper, 3D-miljö skapad i programmet Delmia och en 3D-scannad miljö, scannad med FARO Focus^{3D} över PSL. Dessa miljöer fanns redan upprättade då gruppen startade projektet och är därmed inget som gruppen skapat själv.
- o Ett begränsat antal intervjuer och enkäter har genomförts.
- o Respondenter som har intervjuats och deltagit i enkätundersökningar är studenter och anställda vid Chalmers tekniska högskola.

- o Kandidatarbetet har pågått under våren mellan 2014-01-21 – 2014-06-02 på Chalmers tekniska högskola.

2 TEORI

En litteraturstudie har genomförts med syftet att få kunskap inom de områden som kandidatarbetet behandlar samt bakomliggande teori om de metoder som ska tillämpas för att kunna kartlägga för- och nackdelar med olika planeringsmiljöer. Studien har genomförts inom följande fem områden:

- o Produktionssystem
- o Planeringsmiljöer
- o Intervjuteknik
- o Fokusgrupper
- o Enkätteknik

2.1 Produktionssystem

Med ett produktionssystem avses hela systemet av människor, verktyg och maskiner som samverkar i utveckling och produktion av produkter. Förutom tillverkning ingår även produktutveckling, konstruktion, underhåll samt distribution och transporter i begreppet (Bellgran och Säfsten, 2010).

2.1.1 Steg vid utveckling av produktionssystem

Vid utveckling av ett produktionssystem kan arbetsgången sammanfattas i fem faser (Carlred och Ericsson, 2012). De fem faserna innefattar *management och kontroll*, *förberedande design*, *designspecificering*, *realisering* och *planering* samt *uppstartsfasen*.

Den första fasen, *management och kontroll*, innebär att en projektplan utvecklas som innehåller uppskattad tid för projektet samt vilka aktörer som bör innefattas.

Nästa fas, *förberedande design*, kan delas upp i två delar som kallas bakgrundsstudie samt förstudie. Bakgrundsstudien innehåller en grundlig analys av det existerande produktionssystemet. Den information som fås används sedan för att upprätta krav inför det produktionssystem som ska etableras. Förstudien syftar till att analysera potentialen på marknaden.

I den tredje fasen, *designspecificering*, bör ett antal potentiella produktionssystem designas som innehåller information om maskiner, utrustning, automationsnivå och arbetsmiljö. Utifrån dessa produktionssystem startar sedan en undersökningsprocess för att ta fram den bäst lämpade lösningen.

Nästa fas, *realisering och planering*, syftar till att bygga produktionssystemet och planera uppstarten av produktionen. Ändamålet för denna fas är att ta hänsyn till det planerade produktionssystemet och bygga upp det i verkligheten. Här tas också beslut gällande utrustningen som behövs och när denna ska finnas tillgänglig. När produktionssystemet är färdigt börjar planeringen inför uppstarten genom att tillsätta ansvarstagande personer och ge personalen utbildning.

I den sista fasen sker *uppstarten* av det byggda produktionssystemet samt en utvärdering av arbetssättet. Här borde produktionssystemet fungera som det planerades i den föregående fasen. När uppstarten har utförts är det dags att utvärdera både produktionsprocessen och

utvecklingsprocessen. Resultatet av utvärderingen bör sedan levereras till beställaren av produktionssystemet (Carlred och Ericsson, 2012).

2.1.2 Utvärderingsprocesser

När nya produktionssystem ska utvecklas, enligt de nämnda faserna ovan, är det viktigt att ta tillvara på tidigare kunskap och information och att kontinuerligt utvärdera varje steg (Bellgran och Säfsten, 2010). Både tid och pengar kan sparas om existerande produktionssystem utvärderas innan utveckling av nya system påbörjas. Det är även fördelaktigt att utvärdera alternativa lösningar innan ett beslut fattas om vilket system som praktiskt ska genomföras. Efter implementerandet av ett nytt system är det viktigt att utvärdera för att se om det valda konceptet uppfyllde de på förhand uppsatta målen och kraven för produktionssystemet.

Utvärdering utgör en viktig del av arbetet i ett produktionssystem utveckling, trots detta är det få som utför en upprepad utvärdering ofta på grund av tidsbrist. Ytterligare en anledning till att utvärderingen ofta försummas är brist på kunskap om hur den på bästa sätt kan genomföras. Utvärdering bör implementeras före, under och efter utvecklingen av en produktionsprocess. I det förberedande utvecklingsarbetet är det väsentligt att utvärdera det existerande produktionssystemet för att kunna dra fördelar från tidigare erfarenheter och överföra dem till den nya processen. När nya lösningar på hur systemet ska utvecklas är det nödvändigt att utvärdera varje koncept och även jämföra dem mot varandra och mot olika kriterier. Om utvärderingen genomförs väl kan en bra grund byggas för att välja ett lämpligt alternativ. Efter implementeringen av produktionsprocessen är det viktigt att göra en sista utvärdering för att följa upp om uppsatta krav och mål uppfyllts.

Om utvärderingen utförs väl från början kan den utgöra en bas för hur det framtida produktionssystemet ska se ut. Det är också viktigt att det finns tillräcklig kunskap, erfarenhet och data för att kunna utföra utvärderingen. Det är vanligt att diskussioner förs inom arbetsgruppen, som ett första steg, för att kunna identifiera för- och nackdelar i det nuvarande produktionssystemet. Personerna i förändringsarbetet kan på så vis identifiera områden där förbättring kan ske i produktionssystemet och även komma med nya idéer på lösningar.

Vanliga frågor som kan ställas när ett existerande monteringsystem utvärderas är (Bellgran och Säfsten, 2010):

- o Hur bra är det existerande systemet?
- o Vad kan förbättras och vad är bra nog?
- o Vilka är fördelarna och nackdelarna med det existerande systemet?
- o Vad görs på andra företag?
- o Vad är förväntningarna på det nya/förändrade systemet?

Om det existerande produktionssystemet inte är väl anpassat till sin uppgift är det viktigt att bristerna belyses. Det finns en risk att dåliga lösningar etablerar sig i företag om utvärderingarna inte understryker brister i systemet. Resultat från utvärderingar av existerande produktionssystem indikerar vad som ska finnas i åtanke vid nya lösningar av produktionssystemet.

Vid utvärdering av alternativa koncept finns flera krav och restriktioner bör tas hänsyn till vid utformning av ett nytt produktionssystem. De olika lösningsförslagen kan vara många och det

är därför viktigt med en utvärdering även i detta skede av utvecklingen. När flera lösningar finns som underlag kan en jämförelse dem emellan utgöras av ett antal olika nyckelfaktorer. Faktorerna kan exempelvis vara kvalitet, arbetsmiljö och materialhantering. Det andra steget i utvärderingsprocessen är att medlemmarna i förändringsarbetet gör en individuell utvärdering genom att varje person själv får framföra sin åsikt om vilket förslag som är mer eller mindre lämpligt. I det tredje steget summeras hur många som tycker att ett koncept är mest respektive minst lämpligt och utifrån det viktas lösningarna. Med viktningen kan sedan en sortering ske där vissa lösningar kan väljas bort och en översikt över de mest lämpliga lösningarna erhålls. Som det fjärde och sista steget i utvärderingen kan kontroller utföras på koncepten och en närmare undersökning kan ske av det valda konceptet för att säkerställa att de på förhand ställda kraven uppfylls (Bellgran och Säfsten, 2010).

När ett koncept valts och förändringen är utförd uppkommer ytterligare ett tillfälle för utvärdering. I denna utvärdering är det relevant att undersöka om lösningen faktiskt uppnådde förutbestämda mål och krav.

Mått som kan användas för att kontrollera hur väl det implementerade systemet fungerar kan vara (Bellgran och Säfsten, 2010):

- o Monteringstid
- o Kostnad
- o Kapacitet
- o Tillgänglighet
- o Stopptid i produktion
- o Produktivitet
- o Effektivitet
- o Kapitalbindning
- o Bemanningsfaktor

2.2 Planeringsmiljöer

En tvådimensionell miljö av ett produktionssystem representerar systemet i två dimensioner, vanligtvis x och y. Ett produktionssystem i 3D är en datorsimulerad miljö som beskrivs i tre dimensioner och möjliggör för användaren att uppleva systemet på ett naturligt sätt (Durning och Fällås, 2007).

Under senare år har efterfrågan på optisk 3D-avbildning ökat och i takt med dess kommersialisering har även tillgängligheten av olika tekniker ökat. Det har i sin tur medfört att det idag finns ett brett spektrum av olika anordningar att tillgå. Under 1970- och 1980-talen ägde utvecklingen och användandet av ljusstrålar mestadels rum i forskningslaboratorier med syftet att experimentera med olika typer av tekniker då kvalitetskontroller och mätningar i tillverkningsindustrin tidigare utförts med kontaktsonder (Docchio, Sansoni, Trebeschi, 2009). Det finns många olika tekniska principer för att mäta elementen som krävs för att beräkna 3D-koordinater, vilket gör att det inte finns någon generell definition om hur en 3D-scanner exakt fungerar. Istället har vissa tekniker avgränsat 3D-scannern från andra instrument. I slutändan är det dock resultatet 3D-scannern producerar som är relevant och det är därmed inte avgörande vilken metod som använts för att uppnå resultatet. För användaren

är en 3D-scanner en anordning som samlar 3D-koordinater av en given region på ett objekts yta. Den är automatisk, ger symmetriska mönster, arbetar i hög hastighet, tusentals punkter per sekund, och uppnår ofta resultat i realtid. En 3D scanner kan användas stationärt eller placeras på ett stativ (Boehler, Heinz, 2001).

Scanningen kan, trots sin höga hastighet, riskera att bli tidskrävande när användaren kräver hög upplösning av objektet då det i sin tur kräver hög punkttäthet. I vissa fall kan 100 punkter/sekund ses som en låg hastighet men en hastighet på 1000 punkter/sekund är tillfredsställande i många fall. Scannerns räckvidd beror mycket på hur reflektivt materialet är, om det är rent i atmosfären, om extra strålning reflekterat av solen påverkar eller om det finns andra störande källor kring objektet som scannas. Flera situationer kräver kunskap om strukturen på objektet i tillägg till de geometriska egenskaperna. Om strukturerna avbildas på modellen kan även ett fotorealistiskt resultat uppnås. Trots den utveckling som skett i området är många scannrar med medel- och lång räckvidd fortfarande otympliga (Boehler, Heinz, 2001).

Det är av stor vikt för användarvänligheten att mjukvaran som tillkommer scannern är snabb och erbjuder enkla gränssnitt för att definiera scannerns värden. Ett problem under utvecklingen av scanners var att manipulera och förvara mätdata. Detta har lösts genom att utveckla en kraftfull uppsättning av program som importerar och manipulerar datafiler och gör om dem till standardiserade format, vilket har gjort att användandet av 3D-avbildning har ökat (Docchio, Sansoni, Trebeschi, 2009).

2.2.1 Fasjämförelse (Phase comparison method)

Som nämnt ovan finns det ett brett utbud av olika tekniker för 3D-scanning. En metod, som kallas fasjämförelse, innebär att en stråle transmittas från scannern och moduleras av en övertonsvåg. Avståndet mellan scannern och där vågen träffar objektet beräknas genom att använda fasskillnaden mellan den transmitterade och den mottagna vågen. Scannrar som använder fasjämförelse kan ha reducerad räckvidd, i fallen då retursignalen inte är tillräckligt definierad. Scannern begränsas även av top-top avståndet hos den modulerade vågen.

Utrustningen är i dagsläget relativt dyr, vilket är ett hinder till en bredare användning av 3D-systemen. Kostnaderna tenderar dock att minska på grund av ökat antal tillverkare och därmed en ökad konkurrens. Kostnaderna tenderar även att minska tack vare den pågående tekniska utvecklingen som sker. Användningen i nutid begränsas även av att det är relativt komplext att använda metoden och kräver kunnig personal. I framtiden förväntas dock en förenkling av utrustningen, vilket förväntas bidra till att systemen blir mer prisvärda (Boehler, Heinz, 2001).

2.3 Intervjuteknik

Ordet intervju har betydelsen ”utväxling av synpunkter” mellan personer som pratar om ett gemensamt tema. Det generella syftet med en intervju är att ta fram beskrivande information om hur andra människor upplever olika sidor av en situation. En intervju kan däremot inneha olika syften beroende på intervjuens ändamål. Intervjuer är en effektiv och flexibel metod som genererar mycket information och detaljer som möjliggör en helhetsbild och förståelse för komplexa frågeställningar. Syftet med intervjun påverkar valet av intervjuteknik som delas in i kvalitativa respektive kvantitativa intervjuer (Trost, 2010).

I en kvalitativ intervju ställer moderatorn raka och enkla frågor i syfte att få komplexa svar som ger rikligt med information. Respondenten behöver på så vis diskutera kring frågeställningen och vikten ligger på respondentens åsikt snarare än ett förutbestämt svar. Denna typ av intervjuteknik ger mycket omfattande data som ger en mer komplex analys.

Kvantitativa intervjuer har som syfte att samla in mycket enkel information som kan översättas till frekvens, sifferstudier eller andra direkt mätbara svarsalternativ. Detta fås genom att moderatorn ställer komplexa frågor som genererar enkla svar (Trost, 2010).

Intervjuer kan ha olika slags karaktär som bestämmer hur strukturerad intervjun är. Vid en strukturerad intervju ställs samma frågor till samtliga respondenter och det är viktigt att moderatorn ställer frågorna på samma sätt utan någon mer utförlig förklaring. Intervjun kan liknas vid en enkät som moderatorn själv fyller i. Ostrukturerade intervjuer är mer öppna med ett känt frågeområde och respondenten får själv styra intervjun. Här är det viktigt med följdfrågor för att få den information som söks. En ostrukturerad intervju kräver en mer erfaren moderator (Sallnäs, 2007).

2.3.1 Inför intervjun

Det är viktigt att förbereda intervjun väl och för att veta hur planeringen ska gå till måste syftet vara uppenbart. Vid planeringen bestäms intervjuens karaktär och syfte för att på så vis underlätta vid formulering av frågor. För att formulera frågeställningarna är det även väsentligt att få kunskap om den aktör som ska bli intervjuad samt vara påläst om det ämne som ska behandlas (Häger, 2007).

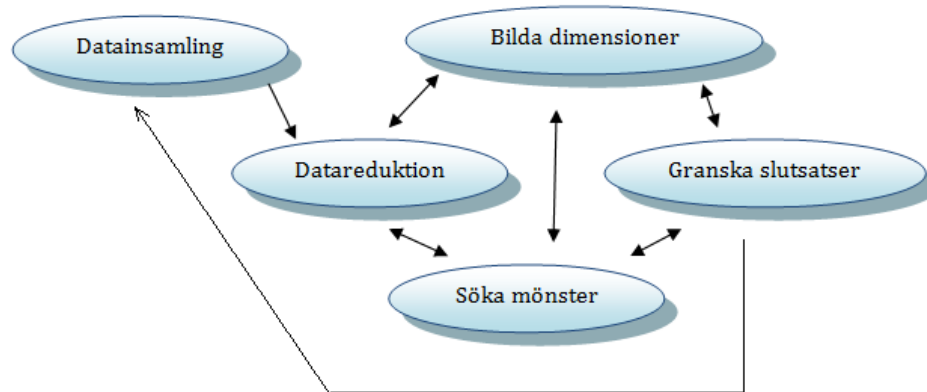
Dubbelfrågor ska undvikas då det bidrar till förvirring hos respondenten, vilket kan leda till att alla frågor inte får något svar. Moderatoren får gärna ställa frågor som skapar möjlighet att ställa följdfrågor för att få ut maximal information av respondenten. Följdfrågor möjliggör också att moderatoren kan kontrollera informationen, vilket leder till hög trovärdighet.

2.3.2 Under intervjun

Under intervjun är det viktigt att moderatoren tar en objektiv roll för att bortse från egna värderingar och åsikter i ämnet. Det krävs även att moderatoren har en förståelse för när följdfrågor ska vara möjliga att ställas och då är ett subjektivt förhållningssätt ett måste (Sallnäs, 2007).

2.3.3 Sammanställning av data

När all insamling av data är gjord är det tid för analysering av materialet, se tillvägagångssätt i Figur 1. Vid kvantitativa intervjuer kan data översättas till diagram och tabeller för att lättare få en överblick av resultatet. Analysen blir betydligt mer komplex med data från kvalitativa intervjuer. Kodning samt att hitta teman och mönster bra hjälpmedel. Kodning kan göras med hjälp av att finna nyckelord i intervjun och hittas genom att sammanfatta texten och att sedan analysera vad den handlar om. Nyckelorden kan delas in i teman för att se vilka som hänger samman och ger på så vis ännu mer tydlighet av intervjun. För att dra slutsatser om resultatet gäller det att göra en tolkning och undersöka om variabler påverkar varandra i någon riktning (Hedin, 1996).



Figur 1. Visualisering av intervjuarbete baseras på Hedin (1996).

2.4 Fokusgrupper

Fokusgrupper är en typ av intervjumetod som innebär att en grupp människor har ett bestämt syfte, storlek och sammansättning (Casey och Krueger, 2009). Intervjun leds av en moderator där fokusgruppen samlas och argumenterar kring frågeställningar för en viss studie. Syftet är att skapa en diskussion för att kartlägga hur respondenterna känner och tänker kring en fråga gentemot varandra (Andersson och Kjellgren, 2013). Intervjun ska hållas i en lugn miljö med en avslappnande diskussion som tillåter respondenterna att dela med sig av sina uppfattningar. Detta ger en möjlighet att samla åsikter och att upptäcka nya aspekter kring studien. Varje fokusgrupp består av ett antal respondenter som valts ut med avseende på gemensamma kännetecken relaterat till studien (Casey och Krueger, 2009).

2.4.1 Planering av en fokusgrupp

Vid utformning av frågor inför en fokusgruppsintervju ska ett syfte ha klarlagts samt målet med studien. Detta för att frågorna ska ge de svar som moderatorn förväntar sig att få ut från studien samt att det ska leda till en diskussion. Några viktiga aspekter att ta hänsyn till innan frågorna utformas är (Casey och Krueger, 2009):

- o Vad är syftet med studien?
- o Vilken information ska studien generera?
- o Vem är informationen riktad till?

En typ av frågor som används i en intervju med en fokusgrupp är öppna frågor som leder till att svaren kräver en beskrivning, förklaring och diskussion. En annan variant av frågor är när gruppen ska lista svaren och rangordna dem. När frågorna är klara ska de kontrolleras och sedan sorteras i en viss sekvens. De första intervjufrågorna hjälper gruppen att förstå innehållet i studien och mot slutet av intervjun ställs de frågor med mest användbar information (Casey och Krueger, 2009).

Val av fokusgrupp baseras på att samtliga respondenter har en gemensam grund som kan relateras till syftet med studien. Grunden kan exempelvis bestå av att respondenterna har samma utbildning, vilket ger en effektivare diskussion då gruppen har en bra samhörighet (Andersson och Kjellgren, 2013). Gruppstorleken ska omfatta tre till tolv personer och minst tre grupper behövs för att intervjuerna ska ge relevant information som kan användas i

studien. Gruppen måste vara liten nog för att alla ska kunna uttrycka sig men samtidigt stor nog för att få ut tillräckligt med information (Casey och Krueger, 2009).

2.4.2 Under intervju med fokusgrupp

I början av intervjun ska syftet med studien introduceras och anledningen till att respondenterna valts ut samt vad de har gemensamt. Inledningen bör även innefatta ett tydligt klarläggande att det inte finns några svar som är rätt eller fel. Under intervjun är det bra att spela in samtalet samtidigt som en person antecknar vad respondenterna säger (Casey och Krueger, 2009).

Moderatorn är väsentlig för en fungerande fokusgrupp och bör se till att alla respondenter får uttrycka sig utan att själv styra intervjun för mycket (Andersson och Kjellgren, 2013). Moderatorns huvudsakliga uppgift är att ställa frågor, lyssna och hålla diskussionen på rätt spår. Om en fråga besvaras snabbt och inte leder till en diskussion ska moderatorn ställa följdfrågor för att utveckla svaren. Intervjun handlar inte om att få gruppen enig om svaren utan snarare lägga fokus på känslor, kommentarer och tankeprocesser från respondenterna när de diskuterar ämnet.

En nackdel med fokusgrupper är att en individ kan ta över hela diskussionen och att de andra deltagarna knappt får komma till tals eller att de bara håller med (Casey och Krueger, 2009). Ett annat problem kan vara att moderatorn styr för mycket, vilket hämmar diskussionen, eller får för lite kontroll vilket leder till att respondenterna överröstar varandra (Andersson och Kjellgren, 2013).

2.5 Enkätteknik

Enkäter är ett verktyg som används för att mäta människors beteenden, åsikter och känslor där aktörerna dokumenterar sina svar (Trost, 2001). Innan en enkätundersökning påbörjas bör tydliga avgränsningar fastställas om vad enkäten ska innehålla samt storleken på potentiella aktörer. Det är även viktigt att ha ett syfte och ett tydligt mål med undersökningen.

Vid enkätundersökningar skiljs det på gruppenkäter och postenkäter. Gruppenkäter genomförs i en grupp där flera aktörer är samlade vid ett tillfälle. Postenkäter kan däremot utföras på andra sätt så som att sändas på posten, skickas via mejl eller finnas tillgängliga via internet för att besvaras i elektronisk form där den svarande fyller i sina svar.

2.5.1 Uppbyggnad av enkät

Uppbyggnaden av en enkät är oftast av kvantitativ struktur med vissa kvalitativa element. Vid en kvantitativ struktur har enkäterna standardiserats och strukturerats. Vid standardisering är frågorna och situationen densamma för alla aktörer vilket underlättar möjligheten att jämföra och att kunna uttala sig om hur stor andel som har svarat på ett visst sätt. Med strukturering menas att frågorna är slutna med fasta svarsalternativ och vid icke strukturerat är det bara öppna frågor utan fasta svarsalternativ. Ofta används inte öppna frågor i enkäter då det är tidsödande att handskas med skrivna svar. En del väljer att inte svara på de öppna frågorna samtidigt som andra skriver väldigt utförliga svar. En annan anledning är att många svarande kan anse det besvärligt att formulera sig skriftligt och att det tar väldigt lång tid (Trost, 2001).

I slutet av varje enkätformulär rekommenderas det att ställa en öppen fråga om den svarande har några ytterligare synpunkter på undersökningen som inte framkommit i enkätfrågorna.

Respondentera uppskattar ibland att själv kunna kommentera i enkäten vilket kan ge värdefulla synpunkter. Av kommentarerna kan det sedan fås ytterligare information när det insamlade materialet ska tolkas och analyseras.

2.5.2 Utformning av enkätfrågor

Olika typer av frågor kan förekomma i en enkät. En typ är attitydfrågor som kan delas upp på två olika sätt. Det ena är då respondenten ombeds ta ställning till ett antal påståenden med svarsalternativ som exempelvis: *instämmer helt*, *instämmer delvis* och *instämmer inte alls*. Respondenten anger då i vilken grad som han eller hon håller med. I den andra typen av attitydfrågor är svarsalternativen i form av ja och nej.

Om enkäten är uppbyggd på ett strukturerat och tydligt sätt underlättar det när respondenten ska svara på enkätfrågorna. En bra layout är när avståndet mellan alla frågor är lika stort och när svarsboxarna är placerade på ett konsekvent sätt. Frågorna ska även komma i en naturlig ordningsföljd, där frågor som hör samman innehållsmässigt ska hamna i anslutning till varandra, detta för att respondentens svar kan påverkas av ordningsföljden på frågorna.

3 METOD

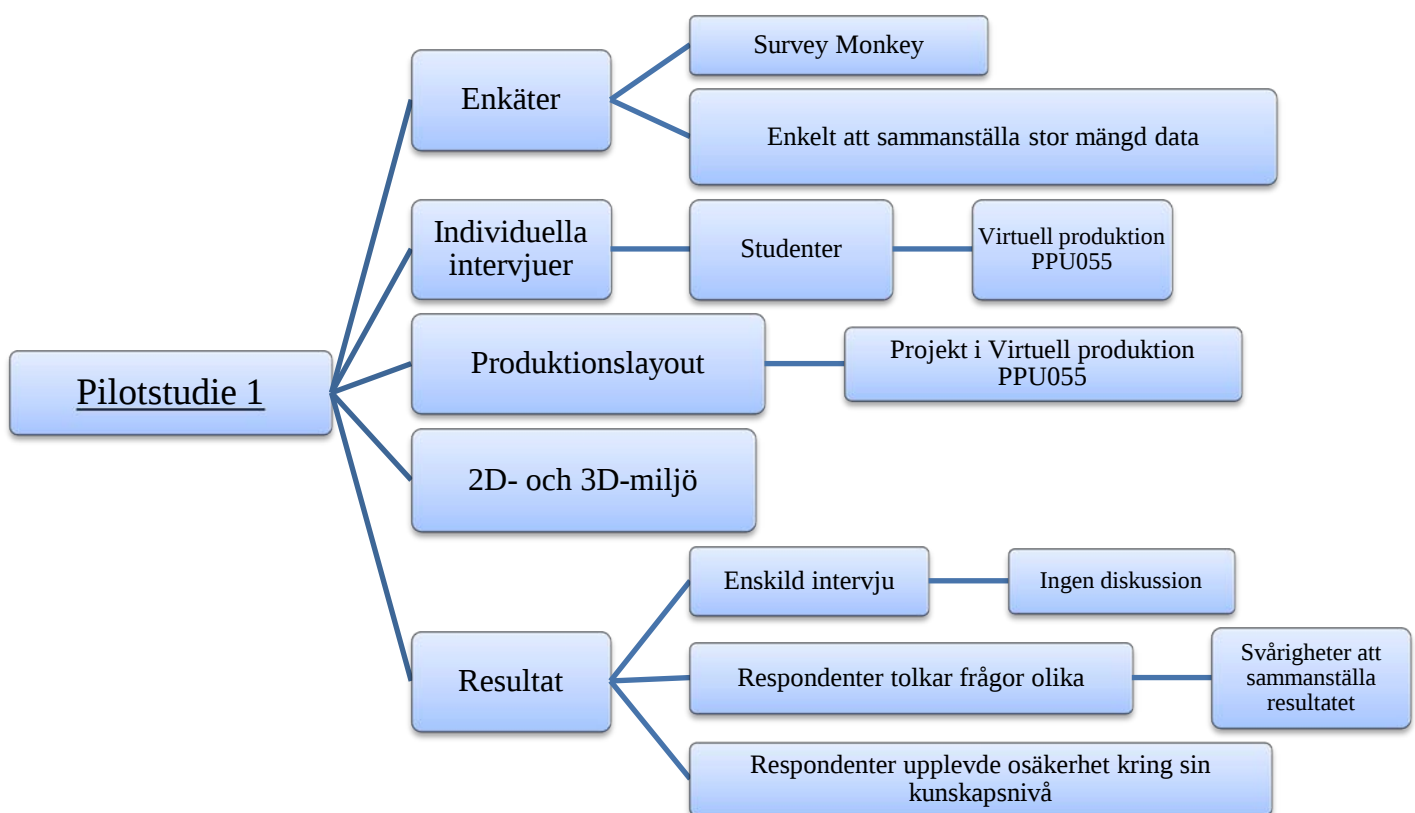
För att besvara frågeställningarna som berör distribution, flexibilitet, utlärn timer och användarvänlighet, se avsnitt 1.2 Problemformulering, har projektet utformat och använt en metod baserad på intervjuer, enkäter och rangordningslistor.

Metodiken för projektet har tagits fram med hjälp av två pilotstudier, som genomfördes i syfte att utveckla ett väl fungerande arbetssätt till huvudstudien. Pilotstudierna inkluderade olika typer av enkäter och intervjutekniker, såsom individuella intervjuer och intervjuer med fokusgrupper. Detta genomfördes för att kunna utvärdera vilken kombination av enkäter och intervjuer som var bäst lämpad för projektets ändamål. Med avseende på projektets tidsplan och möjligheten att kunna iterera och utvärdera metodiken krävdes två pilotstudier. Layouter av produktionssystemet visualiserades med planeringsmiljöer i 2D, 3D samt 3D-scanning.

Resultatet från intervjuerna sammanställdes och analyserades för att konkretisera förbättringsaspekter av arbetssättet samt för att fastställa planeringsmiljöernas för- och nackdelar.

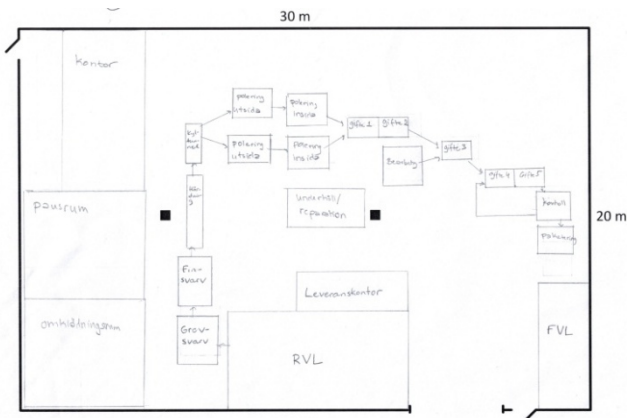
3.1 Pilotstudie 1

Den första pilotstudien genomfördes i syfte att undersöka och utvärdera individuella intervjuer samt uppbyggnaden av en enkät. Ett blockschema över tillvägagångssättet för pilotstudie 1 ses i Figur 2.

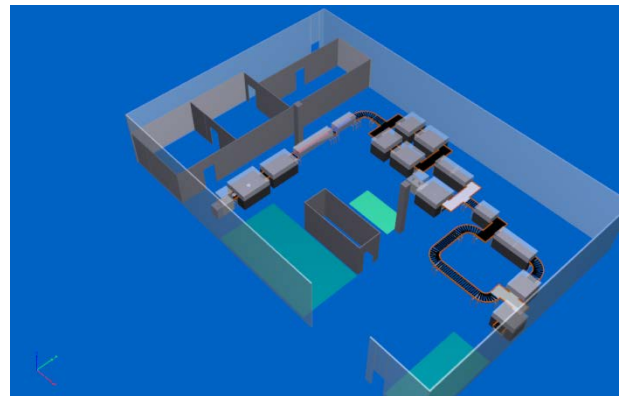


Figur 2. Blockschema pilotstudie 1

Pilotstudien innefattade en 2D- och 3D-miljö av ett produktionssystem. Layouten som studerades i de två olika miljöerna var ett produktionssystem som konstruerades i ett projekt i kursen Virtuellt produktion PPU055 (Gustafsson, 2013) på Chalmers tekniska högskola. Den tvådimensionella miljön motsvaras av en 2D-ritning som tagits fram på traditionellt sätt med papper och penna, se Figur 3. Ritningen av produktionssystemet var i skala 1:125 och sammanställdes på ett A4-papper. För 3D-miljön användes visualiseringsprogrammet 3D-Create för konstruktion av samma produktionssystem, se Figur 4. Den tredimensionella miljön sparades i PDF-format där möjligheter att studera simuleringen av flödet fanns.



Figur 3. 2D-miljö avseende pilotstudie 1 Skala 1:125



Figur 4. 3D-miljö avseende pilotstudie 1

Utförandet av studien baserades på individuella intervjuer samt enkäter. Målgruppen för undersökningen var studenter som läst kursen Virtuellt produktion PPU055 och som därmed redan hade kunskap om produktionssystemet samt erfarenhet att arbeta i 2D- och 3D-miljön. Totalt genomfördes sex individuella intervjuer och enkäten skickades till 45 studenter. Med hänsyn till pilotstudiens tidsplan och syfte ansågs antalet intervjuer och enkäter rimliga.

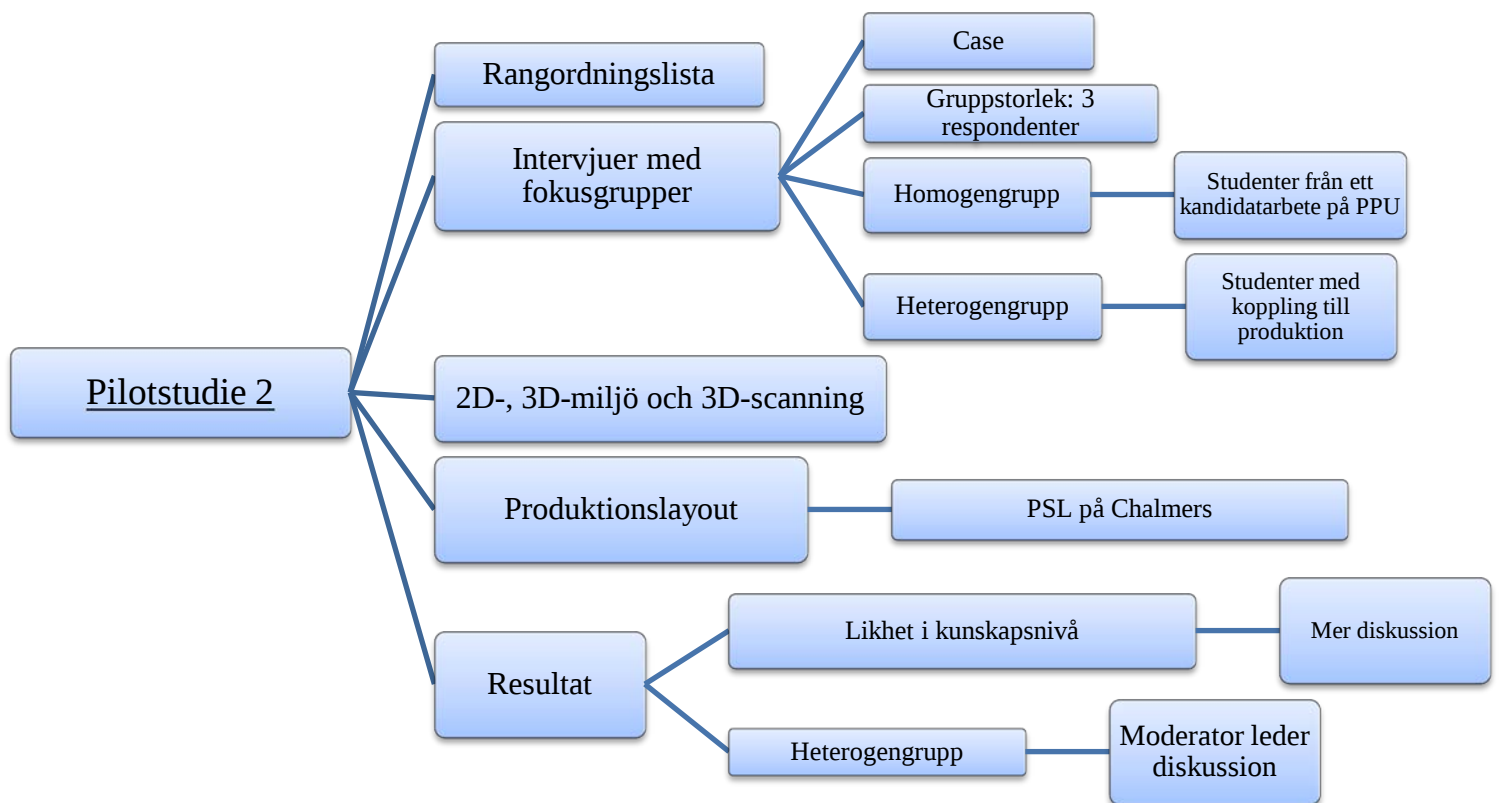
Under intervjuerna ställdes en blandning av öppna och slutna frågor. Anledningen till detta var att gruppen ville testa båda typer av frågor under pilotstudien för att sedan kunna utvärdera vilken typ av frågor som gav mest information. Sex likadana frågor ställdes först för respektive planeringsmiljö, se Bilaga A. Respondenten fick därefter se båda planeringsmiljöerna samtidigt och tre gemensamma frågor ställdes som behandlade deras likheter respektive olikheter. Två personer från kandidatgruppen ledde intervjun där en intog rollen som moderator medan den andra antecknade samt reflekterade över respondentens agerande. Intervjun spelades in och transkriberades för att kunna komplettera anteckningarna från intervjun.

Enkäten, som upprättades via Survey Monkey innehöll tre frågeställningar för respektive miljö samt två gemensamma frågor för miljöerna, se Bilaga B. Frågorna för varje miljö var slutna med fasta svarsalternativ och de två gemensamma frågorna var öppna, se avsnitt 2.5.1 Uppbyggnad av enkät. De gemensamma frågorna ställdes i syfte att respondenterna skulle få möjlighet att kunna jämföra de två planeringsmiljöerna. I enkäten kunde respondenten se båda miljöerna samtidigt, vilka presenterades som stillbilder. Svarsalternativen för de slutna frågeställningarna utgjordes av påståenden i form av *instämmer helt*, *instämmer i hög grad*, *instämmer delvis*, *instämmer i låg grad* samt *instämmer inte alls*, se avsnitt 2.5.2 Utformning av enkätfrågor. För de två gemensamma frågorna som ställdes för miljöerna hade respondenten möjlighet att formulera ett fritt svar i en textruta.

Data från intervjuerna och enkäterna sammanställdes och analyserades separat. Det inspelade materialet från intervjuerna transkriberades och studerades gemensamt av samtliga medlemmar i kandidatgruppen för att minimera risken för feltolkning av resultatet. Frågeställningarna analyserades separat och nyckelord användes för att kunna dra gemensamma slutsatser för respektive frågeställning och om eventuellt parallella slutsatser mellan miljöerna kunde dras. Nyckelorden som identifierades var ord som återkom många gånger under flertalet av intervjuerna, se avsnitt 2.3.3 Sammanställning av data. En liknande metod användes för att sammanställa och analysera resultatet från de öppna frågorna i enkäten. Resultatet från de slutna frågorna i enkäten sammanställdes i diagram och analyserades utefter dem. Resultatet av pilotstudien analyserades endast i övnings syfte och användes inte för att dra några slutsatser om planeringsmiljöernas för- och nackdelar. Pilotstudien användes enbart i syfte att utforma ett väl fungerande arbetssätt till huvudstudien.

3.2 Pilotstudie 2

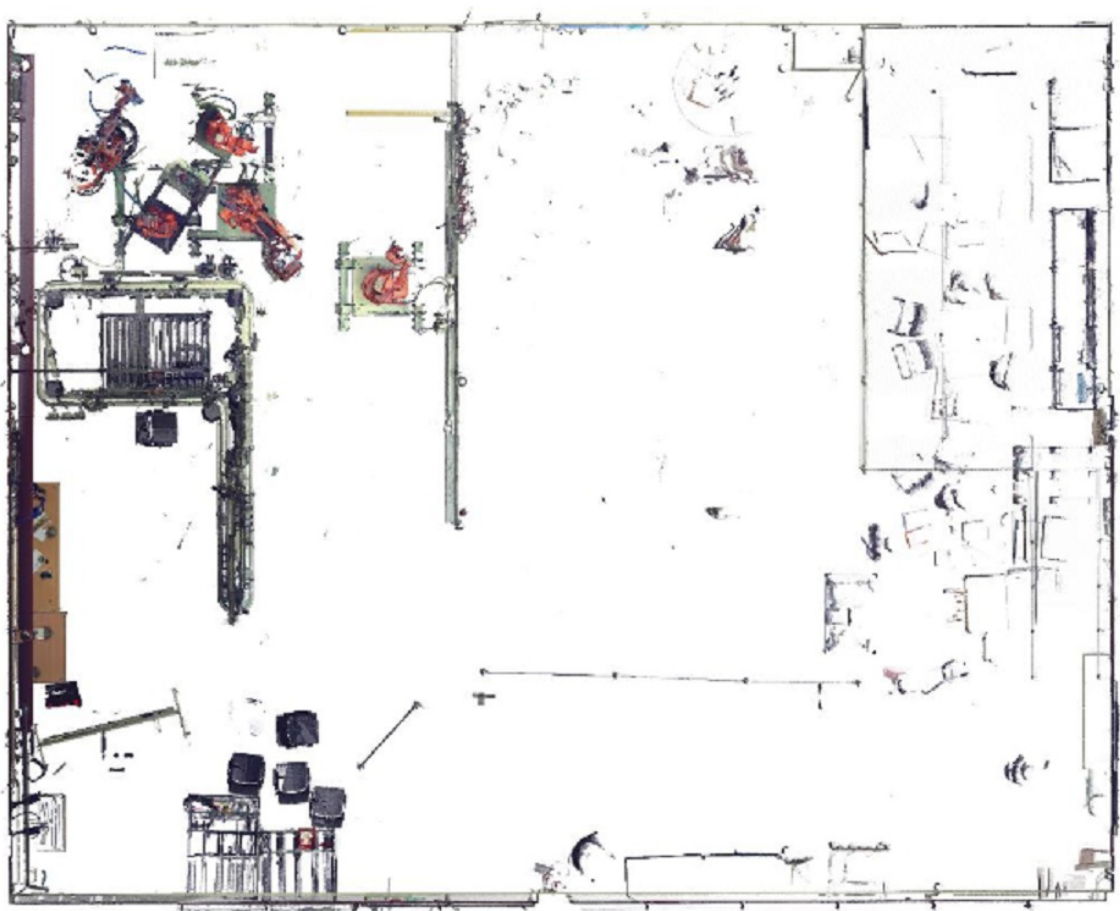
Metoden för pilotstudie 2 är en vidareutveckling av pilotstudie 1. Studien genomfördes med avseende att fortsätta utveckla arbetssättet till huvudstudien och huvudsyftet med studien var att förbättra frågeställningarna. Ett blockschema illustrerar arbetsgången i pilotstudie 2, se Figur 5.



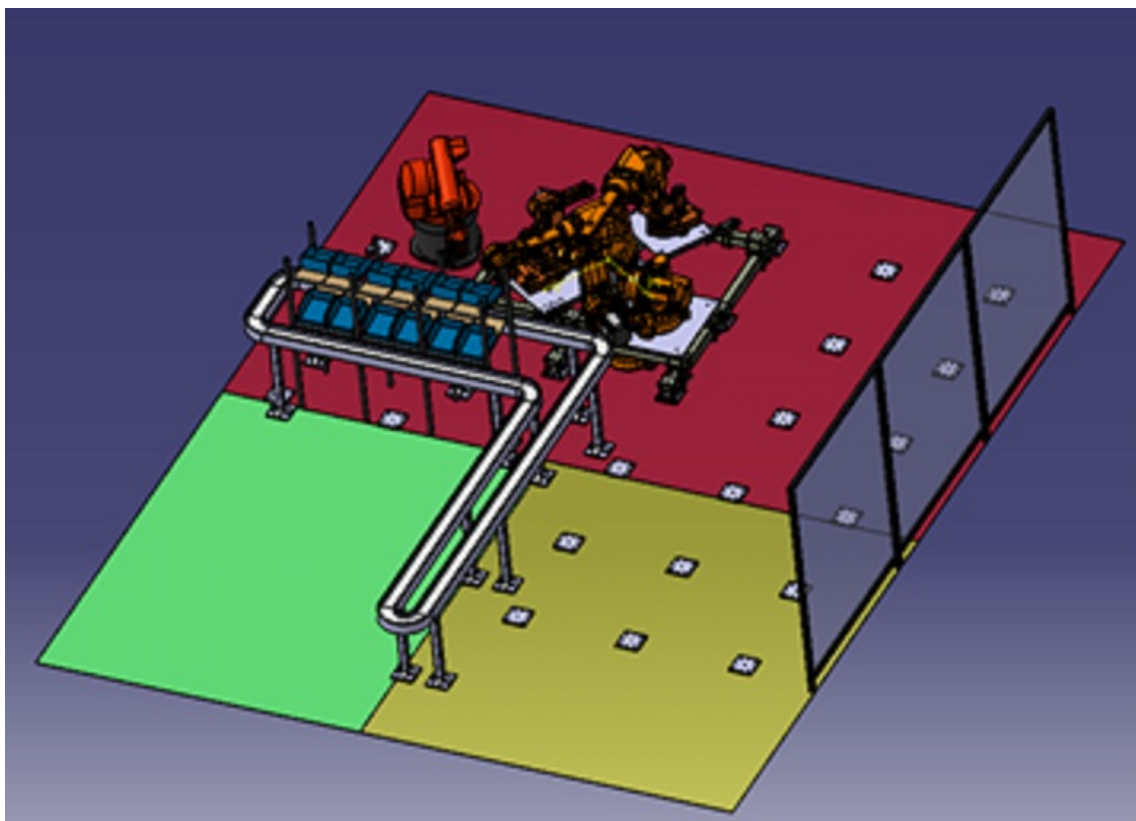
Figur 5. Blockschema pilotstudie 2

Pilotstudie 2 innefattade planeringsmiljöer i 2D-, 3D-miljö och 3D-scanning, se Figur 6-8. I detta fall representerade produktionslayouten PSL på Chalmers tekniska högskola. Med hjälp av 3D-scanningen kunde användaren fritt röra sig i labbet och orientera sig genom olika referenspunkter. Scanningen genomfördes med hjälp av instrumentet FARO Focus^{3D}, som är en typ av laserscanning se avsnitt 2.2 Planeringsmiljöer. I pilotstudie 2 representerades 3D-miljön av programmet Delmia. Planeringsmiljön i 2D har sitt ursprung från 3D-scanningen

där layouten endast visades i en toppvy. 2D-miljön presenterades under intervjun som en utskrift i A3-format.



Figur 6. 2D-miljö avseende pilotstudie 2



Figur 7. 3D-miljö avseende pilotstudie 2



Figur 8. 3D-scanning avseende pilotstudie 2

Pilotstudien baserades på två intervjuer med fokusgrupper samt en individuell enkät där samtliga respondenter efter respektive intervju fick möjlighet att rangordna planeringsmiljöerna. Varje grupp bestod av tre personer och individerna i grupperna valdes med kravet att samtliga skulle ha erfarenhet inom produktion. Intervjuerna genomfördes på Chalmers tekniska högskola, där graden av homogenitet i grupperna varierade. En av

grupperna var en homogen grupp där medlemmarna tillsammans utförde ett kandidatarbete på institutionen för produkt- och produktionsutveckling och alla studerade maskinteknik vid Chalmers tekniska högskola. Den andra gruppen utgjordes av en heterogen grupp där respondenterna inte kände varandra personligen men samtliga hade på ett eller annat sätt koppling till ämnet produktion. Syftet med valet av olika typer av grupper var att studera vilken grad av homogenitet som var mest effektiv och utvärdera det inför kommande studie.

Intervjuerna bestod av fyra öppet ställda case där gruppen tillsammans analyserade casen och på så vis skapades en diskussion kring det aktuella ämnet, se Bilaga C. Respondenterna ombads att resonera utifrån ett bestämt aktörsperspektiv utifrån varje case. Varje case utformades enligt områden inom distribution, feedback, utlärnning och förändringsarbete. Kategoriseringen av frågeställningarna gjordes för att avgränsa studien och på så sätt kunna analysera resultatet kring områden istället för att dra generella slutsatser kring planeringsmiljöerna. De ovan nämnda områdena valdes eftersom gruppen ansåg att de är relevanta vid bedömningen av miljöers för- och nackdelar. Distribution valdes för att miljöer ofta skickas med olika avseenden och att det därmed är intressant att kartlägga vid vilka avstånd miljöerna är bäst lämpade att distribuera. Då en person överlåter en miljö till en annan är det intressant att klarlägga vilken miljö som ger goda förutsättningar till återkoppling och därmed valdes området feedback. Utlärning valdes för att kunna urskilja vilken miljö som är fördelaktig när en person utan kunskap om en fabrik ska se dess layout för första gången. Förändringsarbete valdes då gruppen ville få information om vilken miljö som var bäst lämpad att göra förändringar i.

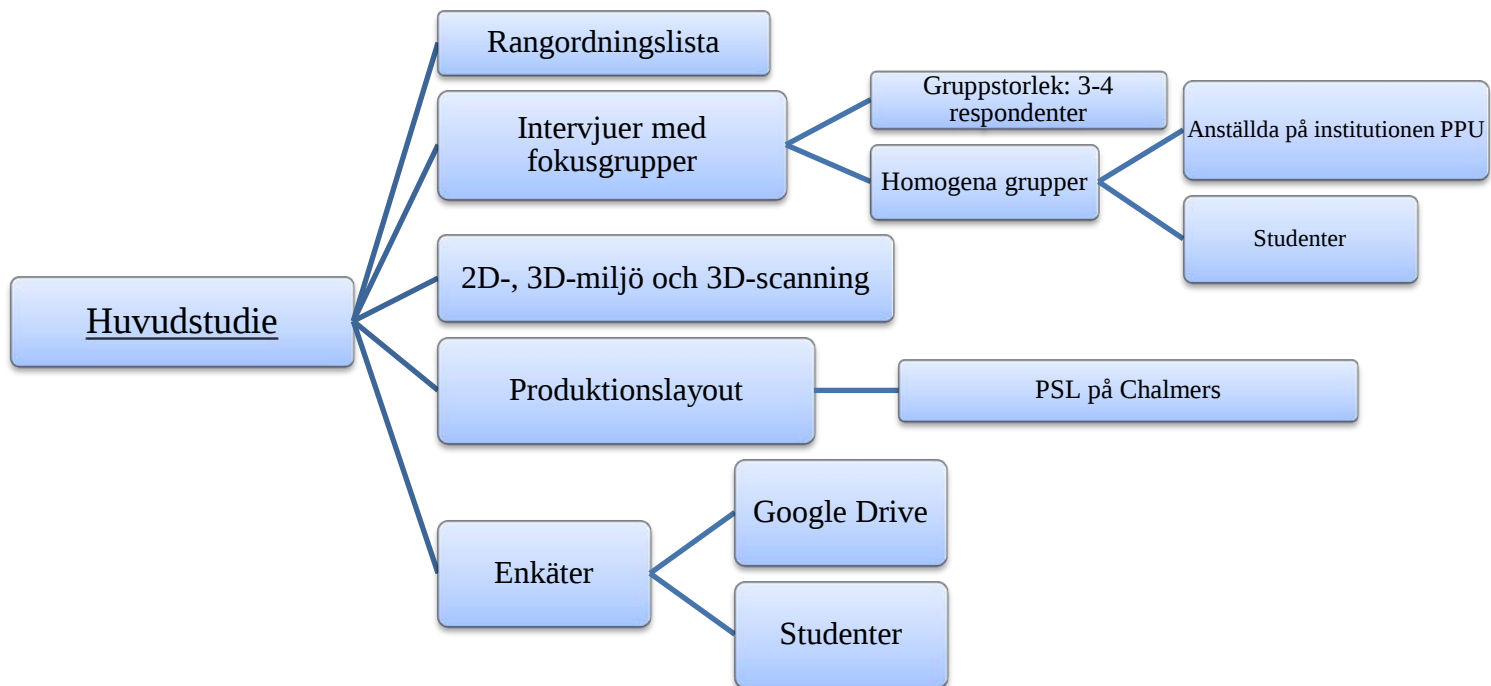
Det första caset handlade om hur lätt det var att förstå miljöerna följt av den andra frågeställningen som behandlade hur lätt det var att distribuera de olika miljöerna. Det tredje caset behandlade miljöernas egenskaper att visa runt en person som aldrig vistats i layouten tidigare och den sista behandlade hur lätt det var att göra förändringar i miljöerna. Under intervjun hade fokusgruppen tillgång till samtliga miljöer och de kunde själva orientera sig i dem. Casen återgavs av en moderator och ytterligare två personer medverkade för att anteckna och reflektera över respondenternas agerande. Sekreterarna noterade hur gruppen resonerade och vilka för- och nackdelar som diskuterades för respektive miljö. Intervjun spelades in för att transkriberas och komplettera anteckningarna.

I slutet av intervjuerna fick samtliga deltagare i gruppen besvara en individuell enkät med syfte att rangordna de olika miljöerna, se Bilaga D. Rangordningslistan är ett hjälpmedel för att få samtliga respondenter att kunna framföra sin åsikt, se avsnitt 2.4.3 Under intervju med fokusgrupp. Syftet med rangordningslistan var att ge möjlighet för samtliga respondenter att dela med sig av sina åsikter. Listan bestod av fem frågor med respektive område i fokus. Den första frågan behandlade möjligheten att felsöka i en miljö, det vill säga att identifiera exempelvis flaskhalsar i produktionen. I den andra frågan fick respondenterna rangordna vilken miljö de ansåg vara bäst utifrån distributionssyfte. Rangordning av miljöerna avseende presentationssyfte besvarades i fråga tre och fem. Möjligheten att få feedback då ett produktionssystem konstruerats i en planeringsmiljö rangordnades i fråga fyra.

Precis som i pilotstudie 1 studerades det inspelade materialet av kandidatgruppens medlemmar för att transkriberas och ge en gemensam tolkning av svaren. Svaren analyserades utifrån de områden som casen var utformade efter och med hjälp av nyckelord kunde materialet sorteras. Analysen genomfördes i syfte att utvärdera studiemetodiken och utveckla metodiken inför kommande huvudstudie. Inget resultat från pilotstudie 2 har använts för att kunna identifiera för- och nackdelar för planeringsmiljöerna.

3.3 Huvudstudie

Under huvudstudien utfördes intervjuer med homogena fokusgrupper, rangordningslistor samt en enkätundersökning. Huvudstudien var en utveckling av arbetssättet från båda pilotstudierna, där samma layout och planeringsmiljöer användes som i pilotstudie 2, se Figur 6-8. Arbetsgången av huvudstudien visas med hjälp av ett tydligt blockschema i Figur 9.



Figur 9. Blockschema huvudstudie

Huvudstudien omfattade fem intervjuer med fokusgrupper, där totalt 16 personer deltog och besvarade en rangordningslista. En enkät skickades till 96 studenter som läst kursen Virtuell produktion PPU055 och studenter på masterprogrammet Production Engineering vid Chalmers tekniska högskola. Antalet intervjuer valdes med hänsyn till projektets tidsplan och kravet på respondenternas tidigare kunskaper om planeringsmiljöerna. Varje intervju varade i 30-45 minuter.

Från pilotstudierna visade det sig att det var mer fördelaktigt att genomföra intervjuerna med fokusgrupper jämfört med att genomföra individuella intervjuer. Anledningen var att det i fokusgrupperna skapades diskussion och på så sätt kunde intervjuerna resultera i mer kvalitativ information som sedan kunde analyseras. Frågorna som ställdes under intervjun med fokusgrupper var öppna, se Bilaga E. I frågeställning nio, se Bilaga E, skulle fokusgruppen svara på vad de största för- och nackdelarna var med miljöerna. Syftet med denna öppna frågeställning var att få med samtliga respondenters åsikter angående för- och nackdelar som inte tagits upp under tidigare intervjufrågor. Frågorna kategoriserades i fyra områden: flexibilitet, utlärnin, distribution och användarvänlighet. Dessa kategorier valdes då de representerar olika syften som finns med användandet av planeringsmiljöer och ansågs vara mest intressanta att fokusera studien kring. Kandidatgruppen begränsade kategorin flexibilitet till förändrings- och förädlingsprocesser, då dessa är två grundläggande processer

inom produktionsteknik. Att få kunskap om vilken miljö som är bäst lämpad vid genomförandet av de nämnda processerna är av stor vikt för att förenkla vid val av miljöer för exempelvis ett företag. Kategorin utlärn timer valdes för att kunna urskilja vilken planeringsmiljö som är fördelaktig att visa för en person som saknar kunskap om en viss fabrikslayout. Kategorin distribution valdes för att miljöer ofta skickas med olika avseenden och att det därmed är intressant att kartlägga vid vilka avstånd respektive planeringsmiljö är bäst lämpad att distribuera. Kategorin användarvänlighet valdes då den omfattar möjligheten att kunna utvärdera arbetshöjder samt kunna kartlägga anledningar till att personer föredrar olika planeringsmiljöer.

Syftet med de öppna frågorna var att skapa diskussion kring respektive kategori och inte medvetet leda in respondenterna på ett bestämt spår. En moderator valdes vars uppgift var att ställa frågorna, se till att alla respondenter kom till tals och att tiden hölls. Motfrågor ställdes för att förtydliga respondenternas åsikter i olika frågor, vilket ses som fördelaktigt att göra enligt avsnitt 2.4.3 Under intervju med fokusgrupp. Med på intervjuerna satt en sekreterare som antecknade det som sades, studerade respondenternas agerande samt såg till att tekniken fungerade under intervjuerna. Samtliga intervjuer spelades in för att möjliggöra kommande transkribering.

Fokusgrupperna bestod av en homogen sammansättning av respondenter med liknande kunskapsnivå kring planeringsmiljöer och produktionssystem, se avsnitt 2.4.2 Planering av en fokusgrupp. En grupp representerades av anställda vid institutionen för produkt- och produktionsutveckling, två grupper bestod av studenter som läst kursen Virtuellt produktion PPU055, en grupp med maskinteknologstudenter samt en grupp som utgjordes av studenter från masterprogrammet Production Engineering.

Respondenterna som valdes ut förutsattes ha grundlig kunskap om produktionssystem och planeringsmiljöer. Studenterna uppfyllde kraven då dessa moment tas upp i kurser under utbildningen. De anställda har en mycket hög kunskapsnivå kring planeringsmiljöerna då deras arbetsplats är den undersökta produktionslayouten. Individerna kontaktades och informerades via mail.

Efter intervjuerna fick samtliga respondenter möjlighet att fylla i ett individuellt frågeformulär där de skulle rangordna alla planeringsmiljöer utifrån fem olika kategorier, se Bilaga D. Rangordningslistan berörde kategorierna distribution, flexibilitet och utlärn timer. Samma rangordningslista som utvecklades till pilotstudie 2 användes för att jämföra och bekräfta resultatet från intervjuer och enkäter.

Enkäter skickades ut via mail och innehöll frågeställningar som motsvarade de frågor som ställdes under intervjuerna, se Bilaga F. Enkäten berörde kategorierna distribution, flexibilitet och utlärn timer. Frågeställningarna anpassades till enkätens layout och bestod av enbart slutna frågor med svarsalternativen *instämmer helt*, *instämmer i hög grad*, *instämmer delvis*, *instämmer i låg grad* samt *instämmer inte alls*, se avsnitt 2.5.2 Utformning av enkätfrågor. Enkäterna utformades i programvaran Google Drive där möjligheten till fler frågor fanns jämfört med programvaran Survey Monkey. Miljön i 3D-scanning kunde visas med en film och resultatet av enkäten sammanställdes automatiskt av programvaran.

Materialet som samlats in från intervjuerna med fokusgrupper var både i form av inspelade intervjuer och anteckningar. Intervjuerna transkriberades för att komplettera anteckningarna från intervjuerna. Varje fråga sammanställdes var för sig och analyserades med hjälp av materialet, se avsnitt 2.3.3 Sammanställning av data. Nyckelord identifierades och sex olika

Sammanställningar av intervjuerna togs fram av samtliga medlemmar i kandidatgruppen. Dessa sammanställningar jämfördes sedan med varandra, för att gruppen skulle kunna dra en trovärdig och säker slutsats. Dessa sex analyser sammanställdes till en slutlig analys för respektive fråga och kopplades till en av de fyra kategorierna. För respektive kategori togs statistik fram som grundades i svaren från intervjuerna.

Rangordningslistan har sammanställts genom att rangordna varje frågeformulärs svarsalternativ med en motsvarande poäng där en poäng getts till den som rankats sist, två poäng till den som rankats som nummer två och tre poäng till den som rankats som nummer ett vid varje fråga. Den totala poängsumman har räknats ihop och omvandlats till procentsatser för att förtydliga hur miljöerna förhåller sig till varandra. Resultatet av rangordningslistan jämförs med resultatet från intervjuer och enkäter för att undersöka möjligheten att kunna bekräfta de resultaten.

Resultatet från enkäterna har sammanställts för varje fråga i respektive miljö i cirkeldiagram. Utifrån cirkeldiagrammen har ett stapeldiagram konstruerats för varje fråga där svaren från samtliga tre miljöer har angivits. Stapeldiagrammen gjorde det möjligt att jämföra de tre planeringsmiljöerna i samma figur för respektive frågeställning. Enkätsvaren analyserades efter samma kategorier som intervjuerna och jämfördes med analysen av intervjuerna, samt undersöktes möjligheten att kunna bekräfta intervjuresultatet. Vid bedömningen av svarsfrekvensen studerades hur frekvent miljöerna förekom i alternativen *instämmer helt*, *instämmer i hög grad*, *instämmer delvis*, *instämmer i låg grad* samt *instämmer inte alls* för respektive fråga. Förekommande trender identifierades för att se om miljön var lämplig eller inte i olika aspekter. En trend skulle kunna vara att en miljö endast förekommer i svarsalternativen *instämmer helt* samt *instämmer i hög grad*.

4 RESULTAT

Resultatet beaktar enbart huvudstudien av kandidatprojektet. Utifrån intervjuer med fokusgrupper, enkäter och rangordningslistor har resultatet från varje moment kategoriserats som distribution, flexibilitet, utlärn timer och användarvänlighet. Resultatet redovisas nedan med hjälp av tabeller samt stapel- och cirkeldiagram i syfte att kartlägga för- och nackdelar för de olika planeringsmiljöerna utifrån varje kategori.

Det insamlade materialet från intervjuer med fokusgrupper har sammanställts för varje fråga inom en av de fyra kategorierna. Under varje kategori redovisas resultatet med utgångspunkt i hur många grupper som varit eniga om de olika för- och nackdelarna som nämnts under intervjuerna. För att tydliggöra resultatet finns det en tabell inom varje kategori där för- och nackdelarna har sammanställts för respektive miljö.

Totalt besvarade nio personer enkäten. Resultatet för enkäterna har sammanställts i cirkeldiagram för varje fråga i respektive miljö enligt Bilaga G Figur G.1-G.18. Utifrån cirkeldiagrammen redovisas ett stapeldiagram för varje fråga inom kategorierna distribution, flexibilitet och utlärn timer. Stapeldiagrammen anger svaren för alla tre miljöerna och från cirkeldiagrammen kan exakta procentsatser ses.

Rangordningslistan besvarades av de 16 respondenter som deltog under intervjuerna. Resultatet för rangordningslistan redovisas i cirkeldiagram för respektive fråga. Varje miljö har angivits med en procentsats där det tydligt kan ses vilken miljö som har fått bäst rangordning och även i vilken ordning de har rankats. Frågorna har sammanställts inom kategorierna distribution, flexibilitet och utlärn timer.

4.1 Distribution

Vilken miljö som är att föredra vid distribution beror på vem mottagaren är och vilket avstånd distributionen sker över. I resultatet nedan kartläggs för- och nackdelar utifrån intervjuer, enkäter och rangordningslistor.

Om distribution sker över kort avstånd nämner två av fem fokusgrupper att en 2D-miljö är att föredra, eftersom personal på företaget förutsätts vara insatta i layouten och därmed krävs en lägre detaljnivå. En annan grupp påstår att 3D-miljön är att föredra vid distribution över kort avstånd då samma programvara antas att finnas att tillgå på företaget. För en 3D-scannad miljö samt en 2D-miljö krävs inte att mottagaren har tillgång till programvaran, vilket anses fördelaktigt av gruppen. 3D-scanning kan distribueras för observation via en internetlänk.

Vid kortare distributionsavstånd är det lätt att bära med sig en dator eller pappersritning och direkt visa upp miljön personligen för mottagaren. Detta görs fördelaktigt med en 2D-miljö menar flera grupper, dock vore det mest optimala att visa ritningen i flera olika vyer för att få vidare förståelse för hela miljön.

Om en miljö ska distribueras över långt avstånd krävs en mer detaljrik miljö, såsom en 3D-miljö, menar två av fem fokusgrupper. Det kan vara lättare att bifoga och skicka en ritning i 2D som är i exempelvis PDF-format, då den tar mindre plats till skillnad från en 3D-miljö och en 3D-scannad miljö, nämner två av fem grupper. Om högre detaljnivå krävs kan en printscreen göras av 3D-miljön, vilket förutsätter att mottagaren inte ska göra förändringar i layouten, menar en av grupperna.

3D-scanningen är ofta onödigt detaljrik och innehåller överflödig information om omgivningen, menar en av fokusgrupperna.

Det kan vara komplicerat att skicka en 3D-miljö över längre avstånd, då det inte kan förutsättas att samma programvara finns hos mottagaren och att kunskap om programvaran finns, menar tre av fem grupper.

En grupp menar att det mest optimala vid distribution över långt avstånd är att kombinera en 2D-ritning med en 3D-miljö. De ger olika information och kompletterar varandra väl.

Om ett massutskick ska göras på företaget menar flera grupper att det är mest fördelaktigt att använda en 2D-miljö då den kräver mindre datautrymme, vilket leder till att utskicket går snabbt att genomföra.

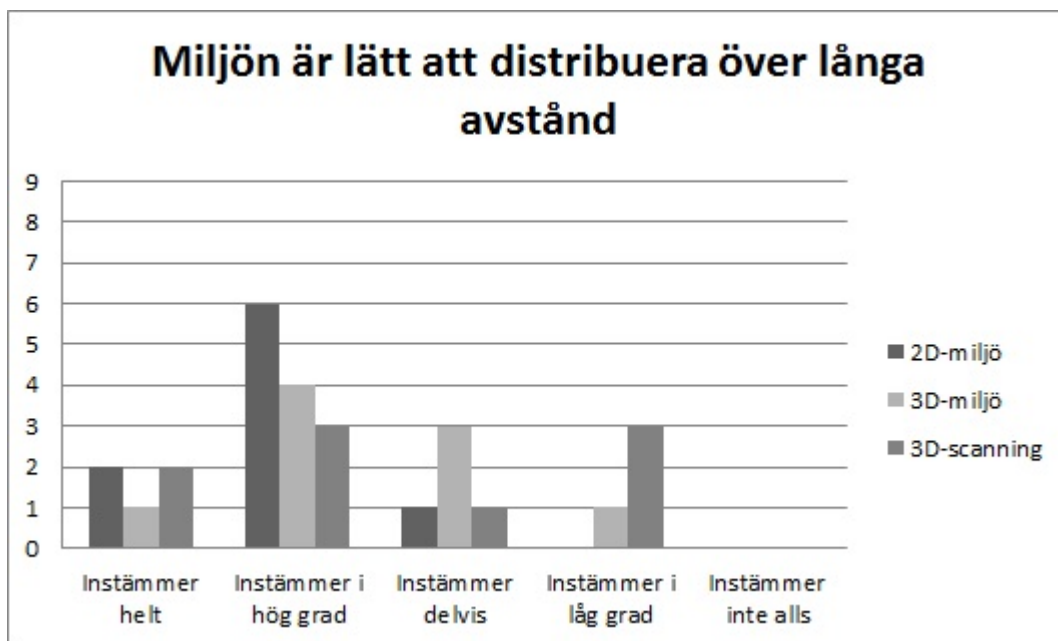
I Tabell 1 redovisas alla för- och nackdelar inom distribution som tagits fram via intervjuer med fokusgrupper.

Tabell 1. För- och nackdelar avseende distribution framtaget från intervjuer med fokusgrupper

Distribution	
2D-miljö	
+	Lätt att skicka över korta avstånd
+	Kräver inte att mottagaren har samma programvara
+	Kräver marginellt datautrymme vid distribution över långa avstånd
+	Fördelaktig vid låg detaljnivå på systemet
+	Kräver marginellt datautrymme vid massutskick
3D-miljö	
+	Lätt att skicka över korta avstånd
+	Fördelaktig vid hög detaljnivå på systemet
-	Komplicerat att skicka över långa avstånd
3D-scanning	
+	Kräver inte att mottagaren har samma programvara
-	Innehåller onödig och överflödig information

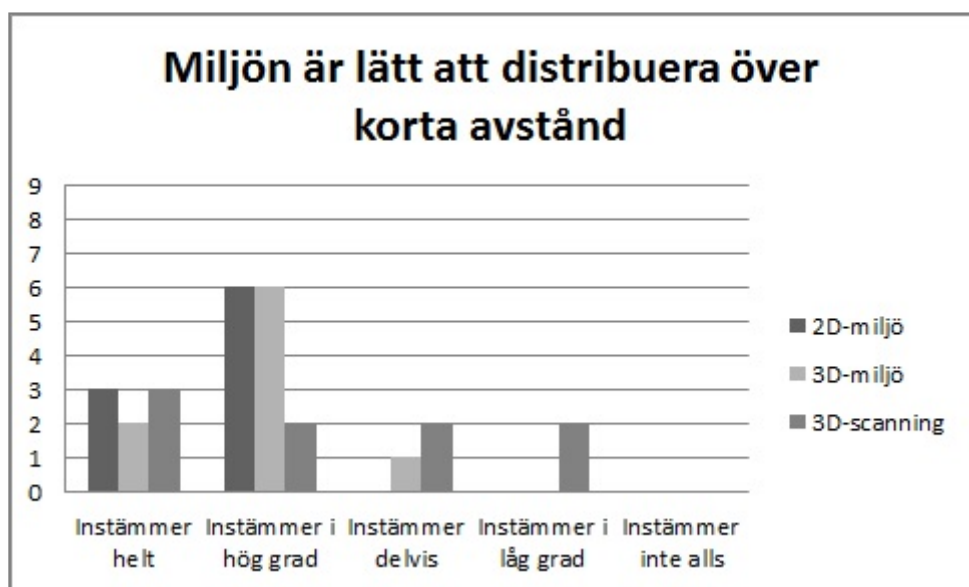
Stapeldiagrammen i Figur 10-11 visar resultatet inom området distribution från enkätundersökningen. Frågeställningarna utgjordes av huruvida miljön var lätt att distribuera över långa respektive korta avstånd.

Utmärkande vid distribution över långa avstånd är att 2D-miljön endast fått svar i kategorierna *instämmer helt*, *instämmer i hög grad* samt *instämmer delvis* enligt Figur 10. 2D-miljön har sex respondenter som *instämmer i hög grad* med att det är lätt att distribuera miljön över långa avstånd, se Bilaga G Figur G.1. 3D-miljön och 3D-scanningen utmärker sig genom att de har en viss svarsfrekvens på *instämmer i låg grad*, där till exempel tre respondenter svarar att de *instämmer i låg grad* att miljön är lätt att distribuera över långa avstånd vid 3D-scanning. 3D-scanningen har låg och jämn svarsfrekvens på de fyra svarsalternativen. Majoriteten av svarsfrekvensen för 3D-miljön är placerad över *instämmer i hög grad*.



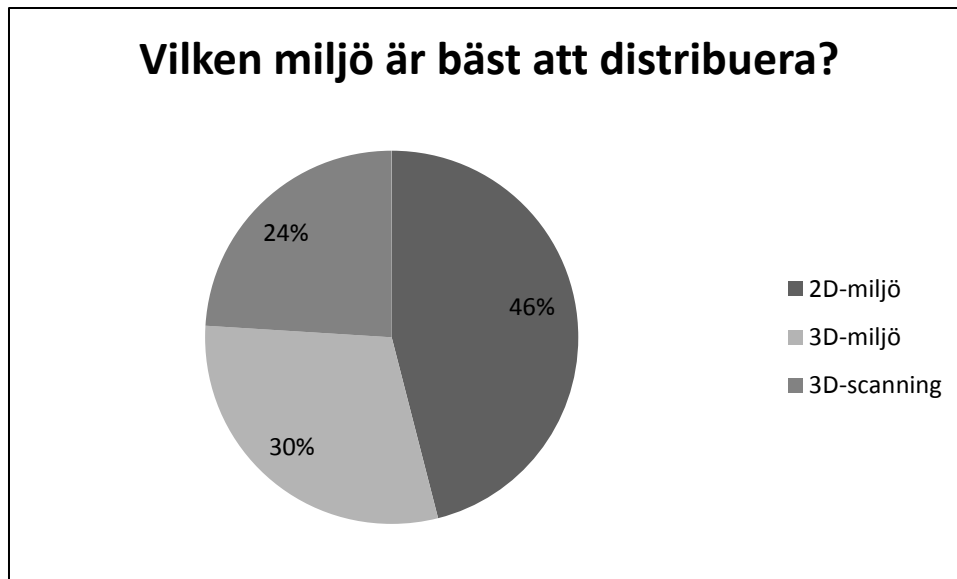
Figur 10. Enkätundersökning: distribuera över långa avstånd

Vid distribution över korta avstånd är svarsfrekvensen hög på samtliga miljöer i kategorierna *instämmer helt* och *instämmer i hög grad* enligt Figur 11. 2D- och 3D-miljön har samma svarsfrekvens, på sex respondenter, för *instämmer i hög grad*. Återigen skiljer sig 3D-miljö och 3D-scanning åt då de fortfarande har svarsfrekvens på *instämmer delvis* och *instämmer i låg grad*, om än med mindre marginal. 3D-scanningen har återigen en jämnt utspridd svarsfrekvens över de fyra svarsalternativen och är den enda miljön med registrerade svar på *instämmer i låg grad* med två svarande, se Bilaga G Figur G.6.



Figur 11. Enkätundersökning: distribuera över korta avstånd

Den mest utmärkande miljön för att distribuera anses av respondenterna vara 2D-miljön utifrån resultatet av rangordningslistor. Den miljö som minst personer föredrar är 3D-scanning, se Figur 12.



Figur 12. Rangordningslista: bäst att distribuera

4.1.1 Sammanställning distribution

Resultatet från samtliga undersökningar som genomförts med en enkät, intervjuer med fokusgrupper samt en rangordningslista är överens om att 2D-miljön är mest fördelaktigt att använda vid distribution över korta och långa avstånd. Utöver den goda responsen för 2D-miljön är även 3D-miljön en planeringsmiljö som fungerar väl vid distribution över korta avstånd. 3D-scanningen utmärker sig på grund av ojämnheten i svarsfrekvensen från enkätundersökningen.

4.2 Flexibilitet

I vilken utsträckning planeringsmiljöerna används kan påverkas av hur flexibel miljön är med avseende på förändring i produktionssystemet samt under förädlingsprocessens gång. I resultatet nedan kartläggs för- och nackdelar utifrån intervjuer, enkäter och rangordningslistor.

Tre av fem fokusgrupper menar att möjligheten att kunna kombinera alla planeringsmiljöer under förädlingsprocessen, från idé till färdig produktionslayout, är det mest fördelaktiga. Miljöerna kompletterar varandra och det anses viktigt att använda alla miljöers egenskaper.

Vid första steget i förädlingsprocessen anser fyra av fem fokusgrupper att de skulle använda 2D-miljön. Anledningen är att denna planeringsmiljö skapar en god överblick av produktionen och ger en uppfattning av ytan i lokalen. Fyra av fem grupper anser att 2D-miljön bör kompletteras med en 3D-miljö som nästa steg i förädlingsprocessen.

En av fem fokusgrupper menar att endast 3D-scanning ska användas i ett tidigt skede i förädlingsprocessen, men är beroende av projektets storlek. 3D-scanningen ger mer trovärdig verklighetsuppfattning och kan användas som ett av de sista stegen i förädlingsprocessen, menar tre av fem grupper.

Två av fem fokusgrupper anser att 3D-miljön är den bäst lämpade planeringsmiljön att använda vid en förändring av produktionslayouten, då respondenterna innehar mest erfarenhet av den miljön. Miljön ger möjlighet att upptäcka om maskiner eller robotar kolliderar med

varandra eller med annan interiör. Planeringsmiljön i 3D är även att föredra då en komponent ska tas bort eller läggas till menar två av fem grupper.

Vid byte av två komponenter anser två av fem fokusgrupper att 2D-miljön är att föredra. En av de två grupperna anser att en planeringsmiljö i 2D ger en tydlig överblick av produktionen och den andra gruppen menar att 2D miljön är fördelaktig på grund av tidsaspekten. Med tidsaspekten avses att det går snabbt att genomföra en förändring i en 2D-miljö.

Att använda 3D-scanning som miljö vid en förändring i produktionssystemet anses överflödigt och komplicerat enligt en fokusgrupp. Däremot visar 3D-scanningen en mer detaljerad miljö och en respondent tycker att miljön kan användas som ett komplement till 3D-miljön.

I Tabell 2 redovisas alla för- och nackdelar inom flexibilitet som tagits fram via intervjuer med fokusgrupper.

Tabell 2. För- och nackdelar avseende flexibilitet framtaget från intervjuer med fokusgrupper

Flexibilitet	
2D-miljö	
+	Tydlig överblick av fabriken
+	Tidseffektiv
3D-miljö	
+	Upptäcker möjlig kollision mellan komponenter
+	Fördelaktig vid eliminering av komponenter
3D-scanning	
+	Detaljrik
+	Lätt att få en verklighetsuppfattning
-	Överflödigt information

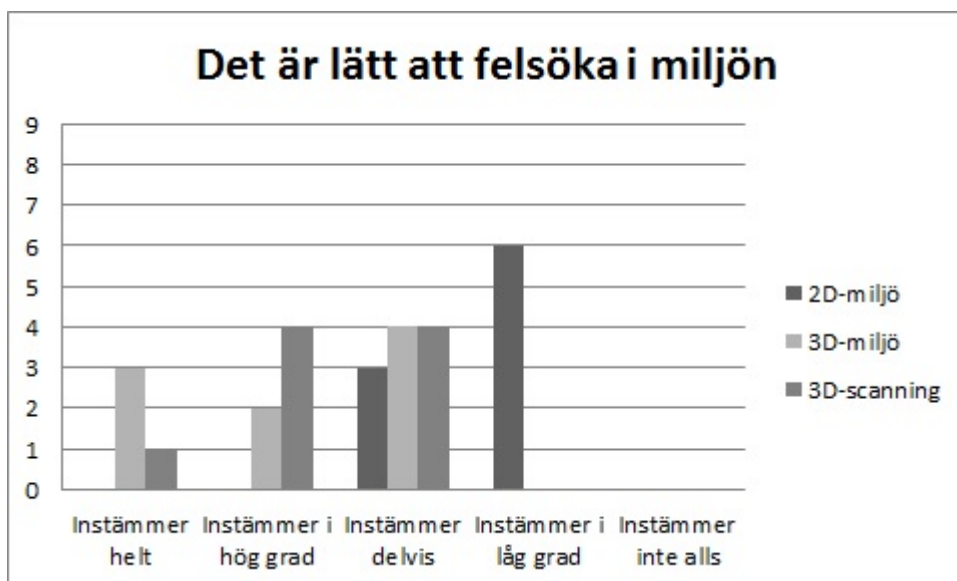
Stapelldiagrammen i Figur 13-14 representerar resultaten från enkätundersökningen i området flexibilitet. Frågorna som utgör grunden för aspekterna kring flexibilitet är förmågan att lätt genomföra förändringar i miljön och om det är lätt att felsöka i miljön.

Enligt Bilaga G Figur G.9 svarar fyra respondenter att de *instämmer i låg grad* med att det är lätt att göra en förändring i miljön vad gäller 3D-scanning. Det är även utmärkande att två respondenter *inte instämmer alls* med att det är lätt att göra en förändring i 3D-scanning, se Bilaga G Figur G.9. I andra änden av skalan finns 2D-miljön som har en svarsfrekvens på sex respondenter i kategorin *instämmer i hög grad*, se Bilaga G Figur G.7. Ytterligare ett faktum är att 3D-miljön är den enda som fick ett resultat i kategorin *instämmer helt*, enligt Figur 13.



Figur 13. Enkätundersökning: förändring i miljön

I avseendet om det är lätt att felsöka i miljön instämmer sex respondenter i låg grad när det gäller 2D-miljön enligt Bilaga G Figur G.10. I den här frågeställningen får istället 3D-scanningen hög svarsfrekvens på *instämmer i hög grad* och *instämmer delvis* enligt Figur 14. Vad gäller 3D-miljön har den liksom i föregående frågeställning endast svarsfrekvens i kategorierna *instämmer helt*, *instämmer i hög grad* samt *instämmer delvis*.



Figur 14. Enkätundersökning: felsöka i miljön

Enligt rangordningslistan upplever majoriteten att 3D-miljön är att föredra vid felsökning. Den minst fördelaktiga miljön är 2D-miljön, se Figur 15.



Figur 15. Rangordningslista: felsöka i miljön

4.2.1 Sammanställning flexibilitet

Planeringsmiljön som främst föredras vid felsökning är 3D-miljön. I andra hand föredras 3D-scanning och i sista hand 2D-miljön. Det är tydligt från både enkätundersökningen och rangordningslistan.

2D- och 3D-miljön är bäst lämpad att använda vid en förändring av ett produktionssystem, vilket är tydligt i enkätundersökningen. 3D-scanning har högst svarsfrekvens i alternativen *instämmer i låg grad* och *instämmer inte alls* i frågan om det är lätt att göra förändringar i produktionssystemet.

Från intervjuer med fokusgrupper är det tydligt att planeringsmiljöerna ska kombineras i sekvensföljden 2D-, 3D-miljö och slutligen 3D-scanning i förädlingsprocessen.

4.3 Utlärning

Vilken planeringsmiljö som är lämplig att använda vid utlärnings syfte beror på vad som ska framföras samt vem informationen ska framföras till. Resultatet beaktar frågeställningar angående presentation av planeringsmiljö för ett företag och en utomstående som aldrig vistats i fabriken som miljön visualiserar. I resultatet nedan kartläggs för- och nackdelar utifrån intervjuer, enkäter och rangordningslistor.

Vid presentation av ett produktionssystem för ett företag anser två av fem fokusgrupper att en 2D-miljö ska användas som första steg i presentationen. Argumentet som en grupp använder vid tvådimensionell visualisering är att denna miljö ger en tydlig överblick av planlösningen. Vid planeringsstadiet nämner två av fem grupper att en 3D-miljö är att föredra vid presentation då det finns goda möjligheter till tydlig simulering av flödet. Kombination av samtliga tre planeringsmiljöer med ordningen 2D, 3D och avslutningsvis 3D-scanning anser två av fem grupper är ett starkt verktyg vid en presentation. Syftet med att använda samtliga miljöer är att de olika miljöerna kompletterar varandra. Majoriteten är överens om att 3D-scanning bör användas i slutet av presentationen i syfte att marknadsföra och därmed sälja in produktionssystemet till företaget.

En av fem fokusgrupper menar att bättre fokus på produktionslinan fås med en 3D-miljö till skillnad från 3D-scanning, eftersom miljön innehåller högre detaljnivå av omgivningen och informationen anses överflödiga.

För en utomstående person som aldrig vistats i fabriken tidigare menar två av fyra fokusgrupper att 2D är en lämplig miljö att använda eftersom denna planeringsmiljö ger en bra översikt av produktionssystemet. Ytterligare argument som dyker upp är att en tvådimensionell miljö av fabriken är både mindre komplicerad att skapa och lättare att använda.

En 3D-scanning av fabriken anses enligt tre av 13 respondenter ge för mycket information och är således förvirrande att använda i det här sammanhanget. Däremot menar två av 13 personer att 3D-scanning ger en bättre känsla av fabriken och därmed blir denna planeringsmiljö lättare att förstå för en utomstående person. Under en fokusgruppsintervju med tre respondenter uteblev denna frågeställning av misstag, därav 13 tillfrågade.

Presentation med hjälp av en film genomförd i den scannade miljön anser en grupp av fyra vara lättförståelig och därmed bäst lämpad att använda i detta sammanhang. Gruppen anser att en 3D-scannad miljö är mest verklighetsbaserad jämfört med de två andra miljöerna.

Om syftet med presentationen är att förstå förändringar som ska genomföras i layouten anser en grupp av fyra att en 3D-miljö är lämplig att använda. Gruppens argument är att en 3D-miljö bidrar till att det blir lättare att förstå och utvärdera de förändringar som ska genomföras i fabriken med denna miljö.

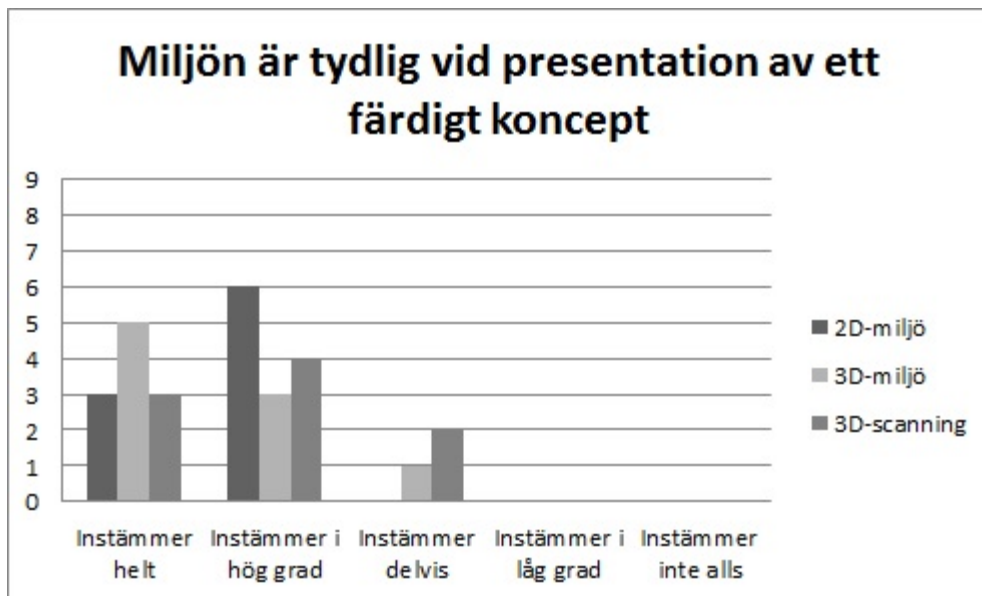
I Tabell 3 redovisas alla för- och nackdelar inom utlärn timer som tagits fram via intervjuer med fokusgrupper.

Tabell 3. För- och nackdelar avseende utlärn timer framtaget från intervjuer med fokusgrupper

Utlärn timer	
2D-miljö	
+	Tydlig överblick av fabriken
+	Tidseffektiv vid utlärn timer
3D-miljö	
+	Möjliggör tydliga simuleringar av flödet
+	Lätt att identifiera produktionslinan
+	Lätt att förstå och utvärdera förändringar som ska genomföras
3D-scanning	
+	Lämplig att använda vid marknadsföring
+	Lätt att få en verklighetsuppfattning
+	Presentation i form av film är lättförståeligt
-	Överflödig information

Stapel diagrammen i Figur 16-17 representerar resultatet från enkätundersökningen i området utlärn timer. Frågeställningarna avser att presentera ett färdigt koncept men även med syftet att beskriva miljön för en person som inte vistats i layouten.

Utmärkande är att ingen av miljöerna hamnar i kategorierna *instämmer i låg grad* och *instämmer inte alls* enligt Figur 16. 2D-miljön får en svarsfrekvens på sex respondenter i kategorin *instämmer delvis* enligt Bilaga G Figur G.16. Både 3D-miljön och 3D-scanningen får höga svarsfrekvenser i kategorin *instämmer helt* att miljön är tydlig vid presentation av ett färdigt koncept.



Figur 16. Enkätundersökning: presentation av ett färdigt koncept

Enligt Bilaga G Figur G.13, instämmer fem respondenter i hög grad att 2D-miljön är lätt att beskriva för en annan person, vilket ger störst svarsfrekvens. Utmärkande för 3D-scanning är att samtliga svar ligger i kategorierna *instämmer helt*, *instämmer i hög grad* samt *instämmer delvis* enligt Figur 17. 3D-miljön anges i fyra av kategorierna men är däremot den enda miljön som de svarade *instämmer i låg grad* i frågan om det är lätt att beskriva miljön.



Figur 17. Enkätundersökning: lätt att beskriva miljön för en person som inte vistats i layouten

I rangordningslistan är 3D-miljön den som flest personer föredrar om syftet är att visa upp ett färdigt koncept. Minst antal personer föredrar 2D-miljön för detta syfte, se Figur 18.



Figur 18. Rangordningslista: bäst för att visa upp ett färdigt koncept

Samtliga miljöer har ungefär lika stort inflytande i frågan vilken som är bäst att använda för att ge feedback i och ingen miljö utmärker sig som den mest valda, se Figur 19.



Figur 19. Rangordningslista: bäst för att ge feedback

För att beskriva en produktionslayout skulle flest personer välja en 2D-miljö, medan 3D-miljön och den 3D-scannade miljön har ungefär lika hög svarsfrekvens. I Figur 20 redovisas den procentuella fördelningen.



Figur 20. Rangordningslista: beskriva produktionslayouten för en person som inte är insatt

4.3.1 Sammanställning utlärnin

Vid frågeställningen i enkätundersökningen och rangordningslistan som behandlar vilken miljö som är bäst att använda vid presentation av ett färdigt koncept, kan det urskiljas att 3D-miljön och 3D-scanningen är marginellt bättre än 2D-miljön.

Vid samtliga undersökningsmetoder är 2D-miljön marginellt bättre, än 3D-miljön och 3D-scanningen, att använda för att visa för en person som aldrig vistats i produktionslayouten.

4.4 Användarvänlighet

Kategorin användarvänlighet innefattar två frågor från intervjumaterialet som inte är relaterade till varandra. Frågorna behandlar utvärdering av arbetshöjder samt varför personer kan föredra olika planeringsmiljöer. Nedan kartläggs för- och nackdelar utifrån intervjuer med fokusgrupper.

4.4.1 Utvärdering av arbetshöjder

Samtliga grupper anser att 2D-miljön inte kan användas vid utvärdering av arbetshöjder. Under intervjun fick respondenterna endast se 2D-miljön från en toppvy, vilket saknade information om arbetshöjden.

Samtliga grupper menar även att 3D-miljön fungerar bra att använda vid utvärdering av arbetshöjder. Det kan dock vara svårt att generera mått på arbetshöjder ur miljön. Detta beror på att det saknas föremål att relatera höjderna till, menar de. Majoriteten av de tillfrågade grupperna menar att 3D-scanning är en bra miljö att utvärdera arbetshöjder i eftersom det är möjligt att relatera andra föremål till komponenterna, till exempel maskinerna, i lokalen för att på det sättet få en uppfattning om arbetshöjderna.

I Tabell 4 redovisas alla för- och nackdelar inom användarvänlighet som tagits fram via intervjuer med fokusgrupper.

Tabell 4. För- och nackdelar avseende användarvänlighet framtaget från intervjuer med fokusgrupper

Användarvänlighet	Utvärdera arbetshöjder
2D-miljö	
-	Ej möjligt att utvärdera arbetshöjder
3D-miljö	
+	Ser systemet i tre dimensioner
-	Svårt att uppfatta arbetshöjder
3D-scanning	
+	Ser systemet i tre dimensioner
+	Möjligt att relatera arbetshöjderna till andra föremål i lokalen

4.4.2 Föredra olika planeringsmiljöer

Det finns ett flertal anledningar till att olika personer kan föredra olika planeringsmiljöer. Fyra av fem fokusgrupper som intervjuades menar att det till stor del kan bero på vilken erfarenhet individen har kring olika planeringsmiljöer. Exempelvis krävs kunskap om programvaran för att miljön ska kunna användas.

Fem av fem fokusgrupper är ense om att valet av planeringsmiljö beror till stor del på vilken detaljnivå projektet kräver. Då endast en låg detaljnivå krävs är en 2D-miljö tillräcklig. Om det däremot krävs en hög detaljnivå menar de att 3D-scanning är att föredra, eftersom denna miljö har större möjligheter att innehålla en högre detaljnivå då exempelvis avstånd kan mätas i tre dimensioner. Respondenterna menar att miljöerna i 3D ger en mer realistisk känsla över ett produktionssystem jämfört med miljön i 2D. En anledning till detta kan vara att systemet ses relativt en omgivning och därmed placeras i ett sammanhang, menar de.

Fyra av fem fokusgrupper nämner även att miljön som föredras i en situation är kopplat till projektets syfte. Det vill säga att det beror på vad och för vem som informationen om projektet ska vara tydligt för.

I Tabell 5 redovisas alla för- och nackdelar inom användarvänlighet som tagits fram via intervjuer med fokusgrupper.

Tabell 5. För- och nackdelar till att olika personer kan föredra olika planeringsmiljöer framtaget från intervjuer med fokusgrupper

Användarvänlighet	Föredra olika planeringsmiljöer
2D-miljö	
+	Fördelaktig vid låg detaljnivå på systemet
-	Svårt att få en verklighetsuppfattning
3D-miljö	
+	Detaljrik
+	Lätt att få en verklighetsuppfattning
3D-scanning	
+	Detaljrik
+	Lätt att få en verklighetsuppfattning

5 DISKUSSION

Avsnittet behandlar diskussion av projektets metodik och resultatet som sammanställts utifrån de fyra kategorierna distribution, flexibilitet, utlärn timer samt användarvänlighet. I slutet av diskussionen behandlas jämförelser med liknande studier till kandidatprojektet.

5.1 Metodik

Under pilotstudierna genomfördes både individuella intervjuer och intervjuer med fokusgrupper. I pilotstudie 1 genomfördes sex individuella intervjuer och 45 enkäter skickades ut. Anledningen till att kandidatgruppen valde dessa antal var för att syftet med pilotstudien var att genomföra och utvärdera individuella intervjuer. Med avseende till den bestämda tidsplanen för pilotstudie 1 och för att samtidigt kunna upprätthålla hög kvalitet på både intervjuer och enkäter var genomförandet av antalet intervjuer och enkäter rimligt. I pilotstudie 2 höll kandidatgruppen istället intervjuer med fokusgrupper då de individuella intervjuerna under pilotstudie 1 inte gav tillräckligt utförliga resonemang kring frågeställningarna. I kombination med dessa slutsatser samt konsultation med Cecilia Berlin¹ beslutade gruppen att intervjuer med fokusgrupper skulle tillämpas i pilotstudie 2. Hon menade att intervjuer med fokusgrupper kan medföra mer material att analysera eftersom respondenterna kan diskutera med varandra och bidra med nya synvinklar. Fokusgruppernas storlek under pilotstudie 2 var tre personer, detta antal valdes för att kunna skapa en diskussion samt att alla respondenterna skulle få en chans att framföra sin åsikt. De båda intervjuteknikerna genomfördes för att sedan kunna jämföras samt avgöra vilken av metoderna som var bäst lämpad att använda under huvudstudien.

Den största skillnaden som upplevdes mellan individuella intervjuer och intervjuer med fokusgrupper var omfattningen på svaren. Under de individuella intervjuerna gav respondenterna direkta svar på frågorna, medan respondenterna i fokusgrupperna skapade diskussion kring frågeställningarna där många olika svar och resonemang uppkom. Det upplevdes att respondenterna i fokusgrupperna inspirerade varandra till att diskutera fram och bidra med nya synvinklar. Efter att nämnda iakttagelser gjorts kunde ett beslut tas om att fokusgrupper var det bästa alternativet för intervjuerna i huvudstudien. Intervjuerna med fokusgrupper gav mycket information, vilket ledde till att en mer omfattande analys kunde göras av svaren och därmed kunde ett mer trovärdigt resultat tas fram.

I pilotstudie 2 utvärderades vilken sammansättning av fokusgrupp, heterogen eller homogen, som var den mest optimala för att skapa diskussion under intervjuerna. Det kunde tydligt urskiljas att diskussionen i den homogena gruppen blev mer självgående relativt den heterogena gruppen då moderatorn kunde behålla en mer objektiv roll. Respondenterna i den homogena gruppen hade en mer likartad kunskapsnivå kring planeringsmiljöer och produktionssystem. De kunde därför förstå och komplettera varandra under diskussionerna. En av respondenterna i den heterogena gruppen besatt mer kunskap om planeringsmiljöer och produktionssystem än de andra två, vilket gjorde att diskussionen styrdes av denna respondent och de andra respondenterna förlitade sig på dennes kunskap. Konsekvenser av detta kan varit att information förlorats.

Enligt avsnitt 2.4.2 Planering av en fokusgrupp kan kunskapsskillnader hos respondenter medföra att individen med störst kunskap inom området tar över diskussionen och de

¹ Cecilia Berlin: forskarassistent på institutionen för produkt- och produktionsutveckling vid Chalmers tekniska högskola 2014-03-19.

resterande respondenterna blir passiva. Det kan därmed bli svårt att skapa diskussion mellan alla parter, vilket leder till sämre resultat då inte lika mycket information kan fås ur diskussionen. Det är fördelaktigt att använda homogena grupper vid utformning av fokusgrupper. Med teorin som stöd, i kombination med utvärdering från genomförda pilotstudier, innefattade huvudstudien homogena grupper där respondenterna i respektive grupp besatt liknande erfarenhet av planeringsmiljöer och produktionssystem.

Vid utformning av frågor till huvudstudien utvärderades öppna frågor, slutna frågor samt case som använts under pilotstudierna. I pilotstudie 1 ställdes både öppna och slutna frågor till respondenten. Det märktes tydligt att de slutna frågorna inte skulle tillämpas i huvudstudien då frågeställningarna endast gav ett rakt och enkelt svar snarare än ett resonemang kring frågorna. Under pilotstudie 2 ställdes frågor utformade som case, det vill säga ställningstagande till situationer, där respondenten fick reflektera över respektive fall. Tanken med casen var att skapa diskussion och att respondenterna skulle identifiera för- och nackdelarna kring de olika planeringsmiljöerna för respektive case. Som casen var utformade styrdes respondenterna i fokusgruppen till att enas om ett gemensamt svar, det vill säga vilken planeringsmiljö som passade bäst i respektive situation. Respondenterna skulle resonera utifrån de bestämda aktörsperspektiven produktionsdesigner och produktionstekniker vilket av respondenterna upplevdes som svårt då många saknade erfarenhet och kunskap om aktörsrollerna. Tanken med att låta respondenterna svara utifrån ett aktörsperspektiv var ursprungligen att kunna analysera resultatet utifrån ett företags sammanhang. Efter utvärdering av intervjuerna visade det sig vara svårt för respondenterna att göra denna koppling och att casen borde omformuleras och anpassas till respondenternas erfarenhet istället då de var studenter. Detta på grund av att inga trovärdiga resultat kunde dras från intervjuerna för att respondenterna saknade kunskap om yrkesrollerna. Därmed har det uteslutits att beakta aktörernas roll ur ett yrkesperspektiv i huvudstudien.

Med anledning av iakttagelserna från pilotstudie 1 och 2 togs beslut om att frågeställningar med öppna och mindre öppna frågor skulle tillämpas i huvudstudien, då kandidatgruppen upplevde att denna typ av frågor gav mest kvalitativ information att analysera. Frågeställningarna i huvudstudien utformades efter respondenternas kunskapsnivå och frågorna var ställda utefter de fyra kategorierna. Trots detta kopplade respondenterna ibland svaren till företags sammanhang även ifall frågorna inte var ställda ur ett företagsperspektiv.

Efter båda pilotstudierna sammanställdes och analyserades den information som fåtts fram ur intervjuerna för att eventuellt kunna använda denna information till projektets resultat, det vill säga för- och nackdelar för de olika planeringsmiljöerna. Det visade sig att denna information var relativt svårtolkad för att kunna dra tydliga slutsatser. Gruppen bestämde att pilotstudierna skulle ses som tillfällen att utvärdera och förbättra den metodik som användes i huvudstudien, snarare än att använda respondenternas svar som grund till resultatet.

Rangordningslistan som tilldelades efter frågeställningarna i huvudstudien, gav en uppfattning om hur varje respondent individuellt upplevde planeringsmiljöerna som ett komplement till intervjuerna. Frågorna behandlade liknande områden som intervjufrågorna, vilket gav möjlighet till att respondenterna individuellt kunde uttrycka sin åsikt om planeringsmiljöerna. Vid sammanställning av resultatet från varje rangordningsfråga gav det ett tydligt svar på den bäst lämpade miljön under varje kategori. Dessa svar kunde sedan användas för att bekräfta intervjuernas och enkätundersökningens resultat för att dra en mer trovärdig slutsats.

Under pilotstudie 1 gav de öppna frågorna i enkätundersökningen relativt svårtolkade resultat, eftersom respondenterna ofta svarade med korta meningar och majoriteten valde att inte svara

på dessa. Det skedde ingen enkätundersökning i pilotstudie 2 eftersom en enkätundersökning ansågs tillräcklig inför huvudstudien.

Under huvudstudien intervjuades flera olika typer av fokusgrupper. När informationen från intervjuerna skulle sammanställas och analyseras insåg kandidatgruppen att det fanns skillnad vid tolkning av resultatet från flera grupper. Öppet ställda frågor ger utrymme för olika tolkning av påståenden vilket inte genererar ett entydigt svar i respektive fråga. Därmed kan svårigheter vid sammanställning av ett område från de olika intervjuerna uppstå. Kandidatgruppen valde att inte ta med resultatet från frågeställning nio, se Bilaga E, angående de största för- och nackdelarna med miljöerna. Detta berodde på att syftet med frågeställningen hade uppfyllts då för- och nackdelarna som angavs redan nämnts i tidigare frågeställningar.

Respondenterna som är anställda vid institutionen för produkt- och produktionsutveckling besatt mer kunskap om planeringsmiljöer än vad moderatorn gjorde. Detta ledde till att respondenterna ibland hade svårigheter att svara på frågorna eftersom de ansåg att frågorna inte var tillräckligt specifika för att kunna svara på. I och med detta insåg kandidatgruppen att det hade varit fördelaktigt om moderatorn hade haft mer erfarenhet och kunskap om planeringsmiljöer jämfört med fokusgruppen. Moderatorn hade då kunnat vägleda gruppen och förklarat tekniken bakom planeringsmiljöerna och därmed minimerat oklarheter under intervjuerna.

5.2 Distribution

Majoriteten av de tillfrågade under intervjuerna ansåg att 2D-miljön var mest fördelaktig vid distribution. Detta kan till stor del bero på att personer fortfarande känner sig mest bekväma med en pappersritning till skillnad från den teknik som utvecklats på senare år.

En aspekt som är viktig att beakta vid distribution är att alla kan ha tolkat kort respektive långt avstånd på olika sätt. Detta medför en osäkerhet i resultatet som är viktig att ta hänsyn till. Möjligtvis går det inte generellt att säga att en 2D-miljö är att föredra, då personer tolkat frågan på olika sätt. Uttrycket *kortare avstånd* som används i frågeställningarna, se Bilaga E, kan respondenterna tolkat som att pappersritningen kan bäras med för att visas upp, vilket ansågs fördelaktigt till skillnad från en 3D-miljö där mer teknik- och kunskapsresurser krävs för att designa miljön. En 2D-ritning kan dessutom ge en enkel överskådlig bild av layouten och om miljön ska distribueras kan mottagaren själv tolka ritningen utan en utförligare förklaring.

Även om en 2D-ritning kan kännas omodern i dagens tekniksamhälle har en sådan ritning många fördelar. Den är lättförståelig och formatet kräver marginellt datautrymme, vilket gör att den föredras vid intern distribution.

En annan fördel med en 2D-miljö är att den lätt går att trycka på papper, medan behovet av en dator ökar för att fullt ut kunna använda sig av alla funktioner som en 3D-miljö och en 3D-scannad miljö har. Detta kan också vara en förklaring till varför 2D varit mest fördelaktigt.

Anledningen till att en 3D-miljö och en 3D-scannad miljö inte är lika fördelaktiga kan ha flera förklaringar. En orsak till att många skulle undvika en 3D-miljö eller en 3D-scannad miljö är för att miljöerna skulle kunna feltolkas på grund av att en fysisk person inte finns tillgänglig för att förklara innehållet. Det kan skapa förvirring och feltolkningar skulle kunna uppstå. I en

2D-miljö finns inte samma detaljnivå och den skulle därför kunna uppfattas som lättare att överskåda.

En orsak till att de flesta respondenter var ense om att de skulle undvika en 3D-miljö kan framförallt bero på att programvaran måste finnas hos mottagaren. Detta kan leda till att distributionen undviks på grund av osäkerhet kring informationen och att rätt fil framgått till mottagaren. Över korta avstånd kan personen själv bära med sig en 2D-ritning och förklara vad som menas med hjälp av ritningen. En 3D-miljö kan ofta ge onödigt detaljerad information som inte krävs för att uppnå syftet.

Majoriteten av fokusgrupper är överens om att en 3D-miljö är att utesluta vid distribution vid längre avstånd. Detta på grund av att det inte kan förutsättas att programvaran finns, samt att miljön i sig är detaljrik och kräver mycket utrymme. Ofta är syftet att enbart visa upp miljön och därför kan en detaljrik miljö förvirra istället för att tillföra. Dock är syftet med distributionen avgörande för vilken miljö som skulle väljas, en detaljrik miljö skulle kunna ses som fördelaktigt om det krävs för ändamålet. Syftet kan vara att endast observera layouten i miljön och då krävs inte programvaran. Om syftet med distributionen däremot är att mottagaren ska genomföra förändringar i layouten krävs programvaran och då måste mottagaren ha programvaran även om det uppstår svårigheter vid distributionen.

I enkätundersökningen var det tydligt att 2D-miljön var att föredra vid distribution över långa avstånd och den ansågs även vara mest fördelaktig i frågan om distribution vid korta avstånd. I frågan om att distribuera på kort avstånd får även 3D-miljön bra respons. Svarsfrekvensen för den 3D-scannade miljön var jämnt utspridd för de olika svarsalternativen. Detta kan bero på att 3D-scanning är en ny teknik och det känns osäkert för både avsändaren och mottagaren att få en miljö som inte denne känner sig helt bekväm i. Resultatet känns pålitligt då ingen avvikelse kunde uppmätas, exempelvis instämde samtliga respondenter att 2D-miljön var att föredra vid distribution av långa avstånd, och därmed kan resultatet ses som tillförlitligt. Det saknades kommentarer om svaren och det är svårt att gissa sig till hur respondenterna tolkat långt respektive kort avstånd. Ett antagande är att respondenterna menade att långa avstånd försvårar möjligheten att personligen visa upp miljöerna, medan vid kortare avstånd finns möjligheten att personen själv kan visa upp miljön och förklara layouten.

Som komplement till intervjun påvisade svaren från rangordningslistan att en 2D-miljö var den som flest skulle föredra vid distribution.

5.3 Flexibilitet

Under ett förändringsarbete av produktionssystem visade det sig att alla planeringsmiljöer kan användas på olika sätt beroende på deras egenskaper samt syfte med förändringen. Återigen kopplas valet av planeringsmiljö till aktörens erfarenhet och kunskap.

Vid ett möjligt byte av komponenter, som maskiner eller robotar, i en produktion vill aktören få en enkel och tydlig överblick av situationen och 2D-miljön kan därför vara en lämplig planeringsmiljö att använda. Med utgångspunkt från 2D-miljön är det däremot svårt att erhålla en tydlig bild över hur bytet kommer att påverka omgivningen i större utsträckning än hur komponenterna får plats på golvytan. 2D-miljön ger ingen information om komponenter kommer att kollidera med detaljer i höjddled, när komponenter gör riktningsförändringar, exempelvis när en robot rör sig, eller om en anställd får plats vid sin arbetsstation. Ett komplement till 2D-miljön kan vara att använda 3D-miljö och/eller 3D-scanning för att tillföra information om ytterligare en dimension.

Beroende på syftet med förändringen i produktionssystemet kan tidsaspekten vara viktig att ha i åtanke. Att arbeta i en 2D-miljö, exempelvis i form av en ritning, är en äldre teknik och är en väl inarbetad metod på flera företag. Förändringens storlek och bekvämligheten på företaget tillsammans med tidspress kan vara stora orsaker till att 2D-miljön är att föredra vid en förändring i produktionen. Trots att 2D-miljön är en äldre teknik har majoriteten i enkäten svarat *instämmer i hög grad* på frågan om det är lätt att göra en förändring i 2D-miljön. Detta kan bero på att personer gärna undviker nya tekniker när gamla metoder visar sig fungera bra för ändamålet. Därmed kan förändringar vara lätta att genomföra i en 2D-miljö, då miljön ger en bra överblick och är lätthanterlig.

Enkäten styrker att 3D-miljön är användbar vid förändringar av ett produktionssystem. Det var ingen svarsfrekvens under kategorierna *instämmer i låg grad* eller *instämmer inte alls*, vilket förmodligen beror på att respondenterna har tidigare erfarenhet av att göra förändringar i 3D-miljön.

Att endast använda en 3D-scannad miljö för att utvärdera förändringen ansågs inte vara ett alternativ vilket kan bero på att produktionslinan inte är i fokus på grund av omgivningen. Den 3D-scannade miljön bör enligt respondenterna vara ett komplement till 2D- och 3D-miljön. Beroende på hur detaljrik miljön måste vara kan 3D-scanningen ge för mycket information om omgivningen som anses överflödigt. Miljön behöver eventuellt inte visa lokalens fönster, vilken färg eller hur många instrument det finns på varje maskin. Om det efterfrågas en detaljrik miljö för att utvärdera förändringen är 3D-scanningen en väldigt bra miljö att använda, just för att den faktiskt visar hur layouten ser ut i verkligheten.

Vid utvärdering om vilken eller vilka planeringsmiljöer som är fördelaktiga att använda under förädlingsprocessen, ansågs vara en kombination av alla tre miljöer det bästa alternativet. Anledningen av en kombination kan vara att de olika förädlingsstegen kan kräva olika information och detaljnivå vilket miljöerna presenterar. Eftersom förädlingsprocessen är en väldigt stor och lång process med många delprocesser, är det helt beroende på vad syftet med processen är inför valet av planeringsmiljö. Valet påverkas även av vilken erfarenhet respondenterna har och vilken miljö som respondenterna känner sig mest bekväm att använda.

I början av förädlingsprocessen krävs endast en skiss över tankar och idéer till layouten och det kan vara viktigt att skaffa sig en tydlig överblick av produktionen. Därför kan 2D-miljön vara tillräcklig att använda. Denna miljö gör det möjligt att presentera sina idéer på ett enkelt och förståeligt sätt för en person som också är insatt i processen och layouten.

Längre fram i förädlingsprocessen krävs en högre detaljnivå och då måste 2D-miljön kompletteras med en miljö i 3D. Med dagens snabbt utvecklande teknik kommer förmodligen användningen av 2D-miljön att avta i förädlingsprocessen, då en 2D-miljö kan ses ur 3D-miljön. Aktörer blir allt mer kunniga inom teknik och framför allt mer intresserade av att digitalisera industrin. Att många av respondenterna tyckte att 2D-miljön skulle användas i ett första skede tros bero på att miljön ger en tydlig överblick. En annan anledning skulle kunna vara individens olika vanor att använda olika miljöer vid förädlingsprocesser.

Respondenterna var överens om att 3D-scanningen skulle användas i ett sista skede av förädlingsprocessen, vilket kan bero på att scanningen visar en tydligare bild av verkligheten med fler detaljer. Beroende på om en färdig layout implementerats i fabriken eller inte kommer scanningen användas på olika sätt. Om scanningen ska användas för att presentera layouten i ett sista skede innan den appliceras i lokalen, kommer det vara nödvändigt att

använda 3D-modeller i den scannade lokalen. Om layouten redan är implementerad i layouten kan scanningen ske på den nya layouten.

5.4 Utlärning

Vid användning av planeringsmiljöer i presentationssyfte för ett företag ansåg majoriteten av fokusgrupperna att en 2D-miljö bör användas som introduktion i presentationen. Det framgår av intervju svaren att 2D-miljön anses vara den planeringsmiljö som ger bäst översikt. Anledningen till att många väljer att relatera 2D-miljön med en god översikt kan bero på att produktionssystemet beaktas från en toppvy. En annan anledning till detta skulle kunna vara att en 2D-miljö inte involverar samma mängd detaljer som en 3D-miljö och därmed inte förvirrar de presentationen var ägnad för.

En 3D-miljö kan föredras vid presentation då exempelvis flödet i produktionssystemet ska presenteras. Majoriteten som föredrar en 3D-miljö vid en presentation argumenterar för möjligheterna att simulera flödet i produktionen. Anledningen till att använda en simulering kan relateras till att det ger en ökad förståelse av produktionen och flödet vid presentationen.

En av fokusgrupperna jämförde 3D-miljön med 3D-scanningen och ansåg att scanningen innefattade överflödigt information om systemet, därmed föredrogs 3D-miljön i presentationssyfte. Detaljrik information om omgivningen i fabriken kan anses som både en för- och nackdel beroende på vad syftet med presentationen är. Om känslig information vill uteslutas, för exempelvis konkurrerande företag vid en presentation, kan möjligheten att använda 2D- eller 3D-miljö övervägas eftersom 3D-scanningen innefattar samtliga komponenter i fabriken. Med en 2D- eller 3D-miljö finns valmöjligheter att utesluta viss information.

En kombination av samtliga planeringsmiljöer anses vara ett starkt verktyg under presentationen, vilket kan bero på att de olika miljöerna kompletterar varandra väl och ger en tydlig helhetssyn över produktionssystemet. Att grupperna väljer 2D-, 3D-miljö och 3D-scanning i denna ordning kan bero på flera faktorer. I 2D-miljön kan fokus läggas på det som ska framföras under presentationen för att ge en klar överblick och därefter övergå till 3D-miljön i syfte att ge en bättre känsla av produktionssystemet. Majoriteten av respondenterna väljer 3D-scanning mot slutet av presentationen i syfte att marknadsföra produktionssystemet till företaget, vilket kan bero på att scanningen ger en verklighetsbaserad visualisering av fabriken.

Vid presentation för en utomstående person som aldrig tidigare vistats i fabriken föredras återigen 2D-miljön med argumentet att få en tydlig översikt. En 2D-miljö kan väljas då det förutsätts att personen som ska få informationen har tidigare erfarenhet av miljön i form av exempelvis kartor eller ritningar. Ytterligare aspekter som bör beaktas är att 2D-miljön kan anses vara en lätthanterlig planeringsmiljö att använda av många aktörer oberoende av tidigare erfarenheter. En anledning till att 3D-scanning används vid presentation för en utomstående person kan vara att ge en god verklighetsuppfattning av produktionssystemet.

Enkätundersökningen framhäver att 3D-miljön och scanningen föredras vid presentation av ett färdigt koncept, vilket kan bero på att en tredimensionell visualisering ger en bättre uppfattning av systemet. En 2D-miljö kan säkerligen vara ett alternativ att använda under planeringsstadiet, men då syftet är att presentera ett färdigt koncept utmärks 3D-miljön och scanningen som två starka planeringsmiljöer.

För en utomstående som aldrig vistats i fabriken framhävs det från enkätundersökningen att scanningen har fått bra respons. Orsaker till detta kan vara att det är en verklighetsbaserad miljö och därmed kan en person som aldrig tidigare vistats i fabriken få en bättre uppfattning av den.

Anledningen till att många valde 3D-miljön i rangordningsundersökningen, avseende presentation av färdigt koncept, kan bero på att en tydligare visualisering kunde genomföras i 3D-miljö, därmed var 2D-miljön den som föredrogs minst i detta syfte. Detta motsäger enkätundersökningen då 2D-miljön ansågs bra vid presentation av ett färdigt koncept. En orsak till att enkät- och rangordningsundersökningen motsäger varandra angående 2D-miljön kan vara att under intervjun fick respondenten se 2D-miljön på papper, men i enkätundersökningen fanns 2D-miljön i elektronisk form. I syfte att använda en planeringsmiljö för att få feedback fick samtliga planeringsmiljöer likvärdiga procentsatser och därmed utmärktes ingen planeringsmiljö vilket tyder på att samtliga planeringsmiljöer kan användas, var för sig men även i kombination med varandra, i ett utlärnings syfte. Det kan också bero på att frågan inte var tillräckligt tydligt ställd och att de svarande tvingades att ta ställning till en fråga där syftet var otydligt. Det är därför svårt att ta ställning till hur rättvisande frågeställningen och svaren var.

Vid presentation för en utomstående ansåg majoriteten i rangordningsundersökningen att 2D-miljön är en lämplig miljö att använda, vilket även framgick från intervju svaren. Detta tyder på att 2D-miljön är ett starkt verktyg att använda då produktionslayouten ska beskrivas för en person som aldrig vistats i fabriken. Återigen kan en betydande faktor vara att en 2D-miljö ger en tydlig överblick och därmed fås en lättare förståelse för det som ska presenteras.

5.5 Användarvänlighet

Samtliga fokusgrupper ansåg att 2D-miljön inte kunde användas alls för att generera information om arbetshöjder i produktionssystemet, vilket inte är förvånande då grupperna endast fick se en toppvy av 2D-miljön. Höjden på de olika komponenterna fanns alltså inte angivna i ritningen. Om grupperna däremot hade möjlighet att se flera vyer av systemet, hade de förmodligen kunnat utvärdera arbetshöjderna bättre då de hade fått en helhetssyn av miljön. Däremot förekommer inte alltid att flera ritningar används då det kan anses ineffektivt på grund av mycket material att hålla koll på.

Om fallet varit att grupperna hade fått se 2D-miljöer ur flera vyer under intervjuerna, hade de möjligtvis hävdatt att 2D-miljöerna gav samma typ av eller liknande information som de andra två 3D-miljöerna. Respondenterna menade att både 3D-miljön och den 3D-scannade miljön var bättre i syftet att utvärdera arbetshöjder, vilket kan förklaras av att det i båda dessa ritningar tydligt kan avgöras hur höga de olika komponenterna är. Det finns även möjlighet att mäta höjderna i många tredimensionella programvaror och därmed få ut exakta mått.

De anledningar som kartlades till att personer kan föredra olika planeringsmiljöer vid projekt var främst vilken erfarenhet personen i fråga besitter, vilken detaljnivå som projektet kräver samt syftet med projektet. Att olika personer har olika erfarenhet kan till stor del bero på hur mycket de har använt en viss programvara i sitt tidigare arbetsliv eller hur benägen personen är att lära sig en ny programvara. Även beroende på vilken position i företaget personen har, kan det finnas olika hög personlig motivation eller intresse från företagets sida att investera resurser i att lära sig en ny programvara. Detaljnivån på projektet spelar stor roll vid val av planeringsmiljö, enligt respondenterna. Anledningen till att detaljnivån kan variera kan bero på vad projektet ska användas till, exempelvis kan det skilja sig om det är ett

planeringsprojekt för något som kommer att ta lång tid eller om det är ett projekt som ska planeras in i minsta detalj och tillämpas direkt.

5.6 Jämförelse med liknande studier

En studie med syftet att jämföra resultat av 2D med en kombination av 2D-, och 3D-modeller vid rekonstruktion för preoperativ planering inom dentalvården har jämförts med denna kandidatrapport (Jacobs, Adriansens, Verstreken, Suetens, van Steenberghe, 1999). Resultatet i rapporten om dentalvård indikerar svårigheten att bestämma implantatlängden på 2D-bilder och författarna ansåg att det kan bero på kirurgers ovilja att överföra information från 2D- till 3D-operationens miljö. Något som var tydligt under vår studie var svårigheten att kunna avgöra höjden på komponenter i en 2D-miljö visat från en toppvy. Detta bekräftades av rapporten inom dentalvård då även de menade att det är svårt att bestämma avstånd i höjddled, med utgångspunkt från problematiken att bedöma implantatlängden, i 2D. Resonemanget att det finns en tröghet i övergången mellan 2D- och 3D-miljöer var även något som diskuterades i kandidatstudien då användare av 2D-miljöer ofta kan vara bekväma i miljön och därmed inte benägna att vilja arbeta i en ny planeringsmiljö. Likheter fanns därmed mellan studierna eftersom problem skapades på grund av att kirurger var ofrivilliga att övergå från 2D till 3D trots förbättringarna som bytet innebar.

Rapporten inom dentalvård menade att planeringen av operationer berodde på erfarenheten hos kirurgen, vilket vi fick fram i studien om planeringsmiljöer då det var tydligt att valet av miljö för produktionssystem i stor grad berodde på den erfarenhet användaren besatt.

Ytterligare en slutsats som arbetet om dentalvård innefattade var att en kombination av 2D- och 3D- planering gav en bättre preoperativ bedömning av implantatstorleken. Ett dentalt ingrepp kräver en planeringsprocess som sker i flera steg innan genomförandet av operationen, därmed kan liknelser dras till frågeställningen kandidatgruppen ställde vid förädlingsprocessen från idé till färdig produkt. Där var de mest frekventa svaren att det är mest fördelaktigt att kombinera miljöerna och som ett första steg utnyttja en 2D-miljö för att snabbt få en överblick. Ett nästa steg var att modellera i en 3D-miljö och som ett sista steg utföra kontroller med hjälp av 3D-scanning. Fördelarna som kan skapas genom att kombinera miljöerna kan alltså utnyttjas inom flera områden. Det är svårt att dra mer relevanta jämförelser mellan studierna då de behandlar helt olika områden. Det är intressant att vissa likheter ändå kan urskiljas vilket tyder på att planeringsmiljöer används och är aktuellt inom många olika områden och branscher.

Utöver studien om dentalvården har ytterligare en jämförelse gjorts mellan kandidatstudien och en studie om 2D- och 3D-format ur ett presentationssyfte (Gunnarsson 2006). Studien undersökte om kunderna ansåg att produkten på en hemsida skulle presenteras i 2D- eller 3D-format. Undersökningen baserades på kundernas osäkerhet att handla möbler i en webbshop. Syftet med studien har varit att med hjälp av intervjuer undersöka om 3D-format kan underlätta inköpsbeslutet av möbler i webbshoppen. Även kandidatstudien har baserats på intervjuer för att undersöka för- och nackdelar mellan olika planeringsmiljöer, med skillnaden att den även innefattade 3D-scanning. Ytterligare en skillnad är att vår studie har fokuserat på för- och nackdelar utifrån fyra bestämda kategorier för respektive miljö, medan den jämförande studien lagt fokus på generella skillnader mellan miljöerna.

I kandidatstudien har en av de fyra kategorierna varit utlärnning där en av frågorna behandlade presentation av miljöerna för ett företag. Den jämförande studien undersökte enbart miljöerna ur ett presentationssyfte samt informationsvärdet i produktpresentationerna. I den jämförande

studien ansåg majoriteten av respondenterna att ett 3D-format var mer intressant och underhållande vid en produktpresentation jämfört med 2D-formatet (Gunnarsson 2006). Resultatet visade även att majoriteten ansåg att de fått tillräcklig information från 3D-formatet för att avgöra om de ville köpa produkten eller inte. En ytterligare faktor var att vissa respondenter inte hade någon erfarenhet eller kände sig bekväma med internetköp. Skillnaden i resultatet från vår studie är att respondenterna hellre hade kombinerat de olika miljöerna ur ett presentationssyfte, medan den jämförande studien föredrog 3D-formatet. En likhet mellan båda studierna är att miljön som föredras beror på respondenternas tidigare erfarenhet samt vilken miljö som upplevs som mest bekväm.

6 SLUTSATS

Kandidatarbetet har genererat en teoretisk dokumentation och skapat en god grund av information inom kategorierna distribution, flexibilitet, utlärnin g och användarvänlighet som kan användas vid val av planeringsmiljö. Projektets resultat har identifierat för- och nackdelar för de olika kategorierna, som kan underlätta vid val av planeringsmiljö.

I kategorin distribution dras slutsatsen att en 2D-miljö är att föredra vid distribution över både korta och långa avstånd, eftersom miljön kräver lite datautrymme och den kräver inte att mottagaren har samma programvara. En nackdel med 3D-scanningen vid distribution är att miljön ofta innehåller onödig och överflödig information, därför föredras miljön inte i denna kategori. En nackdel med 3D-miljön är att den ofta kräver att mottagaren har samma programvara. I denna kategori är därför 2D-miljön att föredra.

I kategorin flexibilitet föredras en 3D-miljö vid felsökning, då miljön ger möjlighet att lätt se om komponenter kolliderar. En kombination av en 2D-miljö och en 3D-miljö är lämplig att använda då en förändring av ett produktionssystem ska göras, eftersom miljöerna kompletterar varandra och har olika detaljnivå.

I kategorin utlärnin g föredras både en 3D-miljö och en 3D-scanning vid presentation av ett färdigt koncept, eftersom 3D-scanningen ger en trovärdig verklighetsuppfattning och 3D-miljön möjliggör tydliga simuleringar av flödet. Om det däremot är ett icke-färdigt koncept som ska presenteras kan en 2D-miljö användas som en introduktion i presentationen, följt av en 3D-miljö och en 3D-scanning. Om en layout ska presenteras för en person som aldrig tidigare vistats i fabriken är en 2D-miljö att föredra.

I kategorin användarvänlighet dras slutsatsen att 2D-miljön inte kan användas för att utvärdera arbetshöjder medan 3D-scanningen i detta fall är fördelaktig att använda eftersom det finns möjlighet att relatera arbetshöjderna på maskinerna till andra föremål i lokalen. Anledningar till varför personer föredrar olika planeringsmiljöer beror på syftet med användandet samt vilken erfarenhet personen har.

Kandidatgruppen har utvecklat en metodik innefattande intervjuer med fokusgrupper, enkäter och rangordningslistor. Resultatet har sammanställts och stärkts från alla tre verktyg vid val av planeringsmiljö inom kategorierna. Metodiken är väl dokumenterad och kan appliceras på ett liknande sätt i en företagsmiljö med skillnaden att respondenterna istället innefattar personal på företaget.

7 TILLFÖRLITLIGHET AV STUDIEN

Trovärdigheten av det resultat som tagits fram från intervjuerna och enkäterna kan ifrågasättas. Om fler personer deltagit i studien hade de identifierade för- och nackdelarna kunnat ha en högre tillförlitlighet. Om alla respondenter som deltagit i huvudstudien haft samma kunskapsnivå hade analysen och resultatet kunnat bli mer enhetlig.

Under intervjuerna i huvudstudien hade moderatorn möjlighet att ställa motfrågor och följdfrågor till respondenterna, medan respondenterna till enkäten endast hade möjlighet att välja mellan olika givna alternativ och på så sätt tvingats ta ställning till dessa för att välja ett. Personerna som svarade på enkäten har inte haft möjlighet att ställa frågor om enkätfrågornas innebörd och liknande, utan har fått ta ställning oavsett. Detta kan ha bidragit till en osäkerhet i resultatet då personerna som deltagit haft olika frihet att utveckla sina svar och resonemang, beroende på om de svarat i intervjuer eller enkäter. Endast nio av 96 personer svarade på enkäten, vilket gör att tillförlitligheten av enkäten kan ifrågasättas. Kandidatgruppen valde att utföra cirkel- och stapeldiagram av undersökningen trots att en högre svarsfrekvens hade kunnat ge ett annat resultat. Genomförandet av diagrammen beror på att kandidatgruppen ändå ville påvisa resultatet av de undersökningar som fullbordats.

Ytterligare en bidragande orsak till att resultatet kan vara missvisande är kandidatgruppens kunskapsnivå. Under intervjun med anställda vid institutionen för produkt- och produktionsutveckling var det uppenbart att kandidatgruppen besatt en lägre kunskapsnivå om Production System Laboratory och planeringsmiljöerna än personalen. Det var då komplicerat att på ett bra sätt tillämpa informationen från intervjun vid analysen av intervjumaterialet och de hade även många åsikter kring frågeställningarna under intervjun. Därmed är alltså kandidatgruppens kunskap begränsande vid tolkning av resultatet.

I enkätundersökningen, se Bilaga G Figur G.6, fick 3D-scanningen en jämn procentuell fördelning vilket kan bero på att respondenterna inte besitter tillräcklig kunskap om planeringsmiljön. Bristande kunskap kan generera en slumpmässig svarsfrekvens.

Det faktum att individerna i kandidatgruppen har sammanställt och analyserat det insamlade materialet gör att det kan ha tolkats och arbetats fram med utgångspunkt från hur gruppen tolkat svaren. Resultatet har därmed tagits fram av en begränsad grupp och åsikterna hade kunnat uttryckas annorlunda om andra personer hade analyserat materialet och utfört studien. Gruppen har strävat efter att jobba på ett objektivt sätt, men är medvetna om att egna åsikter kan ha förekommit under analysarbetet.

8 REKOMMENDATIONER

De för- och nackdelar för de olika planeringsmiljöerna, 2D, 3D samt 3D-scanning, kan presenteras inom kategorierna med den begränsningen att endast vissa programvaror har använts. Olika aktörers roller i planeringsmiljöerna har i detta projekt inte beaktats och därför har inte den aspekten tagits med vid identifieringen av för- och nackdelarna. Som en utveckling av detta projekt skulle därför för- och nackdelar med avseende på olika aktörer kunna tas fram.

Det kan även finnas särskilda för- och nackdelar då ett specifikt produktionssystem på ett företag tas hänsyn till, eftersom företagets prioriteringar och resurser även då behöver studeras. De för- och nackdelar som tagits fram i detta projekt skulle kunna ses som en utgångspunkt innan de kan tillämpas för ett särskilt företag eller en särskild produktionsprocess.

En mer omfattande ekonomisk analys skulle kunna göras som en aspekt vid framtagning av för- och nackdelar. Aspekter som kostnad för programvaror, personalkostnader och kostnader för utbildning skulle kunna bidra vid valet av planeringsmiljö.

Det finns även utvecklingspotential för den metod som tagits fram och använts i detta projekt. En rekommendation är att betrakta projektets huvudstudie som ännu en pilotstudie, i syfte att kunna utveckla de frågor som ställdes under intervjuerna. Även andra kategoriseringar, eller att helt utelämnas dem, skulle kunna göras för att få ett annat perspektiv på för- och nackdelarna. De miljöer, det vill säga 2D-miljön, 3D-miljön och 3D-scanningen, som användes under intervjuerna skulle kunna förbättras och utvecklas i syfte att få mer utförliga svar.

Det skulle även kunna undersökas om det finns alternativ till programvaror som är bättre lämpade att använda vid intervjuerna, exempelvis om 3D-miljön ska göras i en annan programvara än Delmia eller 3D-Create, eller om modeller från fler programvaror kan tas med vid intervjuerna för att kunna få fram generella för- och nackdelar för samtliga 3D-miljöer och inte bara för en programvara. Som ett alternativ till de tredimensionella programvaror på datorer som finns skulle en fysisk 3D-modell kunna användas, förslagsvis där komponenterna först är modellerade i datorn och sedan skapade som fysiska modeller genom till exempel en 3D-skrivare alternativt uppbyggnad av prototyp. På så sätt skulle mer generella slutsatser om just 3D-miljöer kunna dras. Även andra alternativ till 2D-miljön som användes och programvaran som valdes till 3D-scanningen skulle kunna hittas och på så sätt skulle för- och nackdelar av 2D-miljöer respektive 3D-scannade miljöer kunna dras.

REFERENSER

- Andersson, Kristin och Kjellgren, Nathalie. 2013. Behovsanpassad bemanning inom intensivvård. Linköping. Linköpings universitet.
- Bellgran, Monica, Säfsen, Kristina. 2010. Production Development. London. Springer-Verlag.
- Boehler, Wolfgang, Marbs, Andreas. 2001. 3D SCANNING INSTRUMENTS. Mainz, Tyskland. University of Applied Sciences.
- Carlred, Magnus, Ericsson, Henrik. 2012. Design and development guidelines for manufacturing at Volvo Cars. Göteborg. Chalmers University of Technology.
- Casey, Mary Anne och Krueger, Richard. 2009. Focus Groups. USA. SAGE Publications.
- Dalen, Monica. 2008. Intervju som metod. Stockholm. Gleerups.
- Docchio, Franco, Sansoni, Giovanna, Trebeschi, Marco. 2009. State-of-The-Art and Applications of 3D Imaging Sensors in Industry, Cultural Heritage, Medicine, and Criminal Investigation. Brescia, Italien. University of Brescia.
- During, Jennifer och Fällås, Helena. 2007. Visualiseringsmediernas betydelse vid försäljning av nyproducerade bostäder
<http://dSPACE.mah.se/bitstream/handle/2043/4400/visualiseringsmediernas%20betydelse.....pdf?sequence=1>
(Hämtat 2014-03-25)
- Gunnarsson, Anna. 2006. Produktpresentation I 3D. Växjö. Växjö University.
- Gustafsson, Bertil. 2013. Virtuellt production. PPU055. Göteborg. Chalmers tekniska högskola.
<https://pingpong.chalmers.se/launchCourse.do?id=3196>
(Hämtat: 2014-05-15)
- Hedin, Anna. 1996. En liten lathund om kvalitativ metod med tonvikt på intervju.
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kVA1duHZ13UJ:https://studentportalen.uu.se/uusp-filearea-tool/download.action%3FnodeId%3D459535%26toolAttachmentId%3D108197+&cd=1&hl=en&ct=clnk&client=safari>
(Hämtat 2014-01-25)
- Häger, Björn. 2007. Intervjuteknik. Stockholm. Liber.
- Jacobs. R, Adriansens. A, Verstreken. K, Suetens. P, van Steenberghe. D. 1999. Predictability of a three-dimensional planning system for oral implant surgery. Stockton Press.
- Johnsen, Kristoffer, Olofsson, Anders, Sandgren, Martin, Stridsberg, Linda och Westberg Richard. 2013. Användning av punktmolnsdata från laserscanning vid redigering, simulering och reverse engineering i en digital produktionsmiljö. Göteborg. Chalmers University of Technology.

Mårtensson, Robin och Nilsson, Markus. 2011. Jämförelse mellan 2D- och 3D-programvaror för analys och dimensionering av byggnadsstommar.
http://www.bkl.lth.se/fileadmin/byggnadskonstruktion/publications/THID/Jaemfoerelse_mellan.pdf
(Hämtad 2014-02-01)

Pärletunn, Lars Göran. 2014. Datorstödd konstruktion.
<http://www.ne.se/lang/datorst%C3%B6dd-konstruktion>
(Hämtat 2014-01-29)

Sallnäs, Eva-Lotta. 2007. Beteendevetenskaplig metod Intervjuteknik och analys av intervjudata.
<http://www.nada.kth.se/kurser/kth/2D1630/Intervjuteknik07.pdf>
(Hämtat 2014-01-30)

Trost, Jan. 2001. Enkätboken. Lund. Studentlitteratur AB.

Trost, Jan. 2010. Kvalitativa intervjuer. Lund. Studentlitteratur AB.

Bilaga A – Intervjufrågor till pilotstudie 1

Frågor till respektive miljö:

- Vilken information ger den här bilden dig?
- Kan du visa hur flödet går i layouten?
- Hur väl utnyttjas ytan i layouten?
- Tänk dig att du skulle gå från ingången till godsmottagning. Vilken väg skulle du ta?
- Är avstånden i sidled tydliga?
- Är avstånden i höjdled tydliga?

Gemensamma frågor till miljöerna:

- Om du skulle göra förändringar i layouten. Tycker du att det är mest flexibelt att använda 2D eller 3D?
- Vad är de största skillnaderna mellan layouterna?
- Vilken tycker du är mest lätthanterlig?

Bilaga B – Enkätfrågor till pilotstudie 1

3D-layout

1. Avstånden i sidled är tydliga i 3D-miljön
2. Avstånden i höjdled är tydliga i 3D-miljön
3. Flödet i fabriken är lätt att följa i 3D-miljön

2D-layout

4. Avstånden i sidled är tydliga i 2D-miljön
5. Avstånden i höjdled är tydliga i 2D-miljön
6. Flödet i fabriken är lätt att följa i 2D-miljön

Öppna frågor

7. Tillägg gärna om du ser några tydliga skillnader mellan bilderna
8. Tillägg gärna om du ser några tydliga likheter mellan bilderna

Bilaga C – Case till pilotstudie 2

- Ponera att vi är företagsledningen och att ni arbetar som produktionsdesigners. Ni har precis blivit färdiga med att utveckla en layout som ska implementeras i produktionen. Ni ska **sälja in** er lösning till oss för att visa hur den fungerar och ser ut. Ni har tre olika miljöer framför er och ni får själva komma överens om vilken/vilka miljö ni vill använda.
 - Sälja in layouten
 - Få andra förstå din layout
- Tänk er att ni sitter med ett projekt där ni arbetar i de tre olika miljöerna. Ni har fastnat på ett lättare problem och behöver snabbt hjälp av er handledare som sitter två trappor ner. Ni är tvungna att visa upp en miljö, vilken miljö utnyttjar ni när ni ber om hjälp? Motivera!
 - Annan del av världen
 - Snabb tid
 - Lätt att skicka eller ta med
- Du arbetar som produktionstekniker och det har plötsligt uppstått ett haveri i produktionen som behöver åtgärdas snabbt. Du ringer in en reparatör som inte har varit i lokalen tidigare och du ska guida honom med hjälp av en planeringsmiljö för att han ska hitta till haveriplatsen. Vilken miljö väljer du?
- Om ni skulle behöva göra en förändring i produktionssystemet, t.ex. att flytta en robot, vilken miljö skulle ni då utgå från för att se hur den här förändringen påverkar produktionslayouten? Motivera!

Bilaga D – Rangordningsfrågor

1. Rangordna vilken miljö som är bäst för att felsöka i:

1. _____

2. _____

3. _____

2. Rangordna vilken miljö som är bäst för att distribuera (sprida) bland människor:

1. _____

2. _____

3. _____

3. Rangordna vilken miljö som är bäst för att visa upp ett färdigt koncept:

1. _____

2. _____

3. _____

4. Rangordna vilken miljö som är bäst för att ge feedback:

1. _____

2. _____

3. _____

5. Rangordna vilken miljö som är bäst för att beskriva produktionslayouten för en person som inte är insatt.

1. _____

2. _____

3. _____

Bilaga E – Intervjufrågor till huvudstudie

- 1 Vilken miljö känner var och en av er mest bekväm i?
- 2 Varför tror ni att personer kan föredra olika planeringsmiljöer?
 - Konstruktörer
 - Studenter
- 3 Ponera att ni ska utvärdera arbetshöjder. Vilken information får ni av de olika miljöerna?
 - Är informationen tillräcklig i respektive miljö?
- 4 Vilka för- och nackdelar finns det med att distribuera de olika miljöerna?
T.ex. i situationerna:
 - Huset jämte (grannen)
 - Annan del av världen
 - Massutskick
- 5 Tänk er att ni ska presentera layouten för ett företag. Hur använder ni er av miljöerna för att visa hur layouten fungerar?
- 6 Vilken miljö väljer du om du ska förklara hur layouten ser ut för en person som aldrig vistats i fabriken? Varför?
- 7 Ni ska göra en förändring i produktionssystemet. Hur och i vilken utsträckning skulle ni använda er av de olika miljöerna?
 - Byta plats på två komponenter
 - Ta bort en komponent
 - Lägga till en komponent
- 8 När i förädlingsprocessen (från idé till färdig produkt) tror ni att respektive miljö är värdefull att använda?
- 9 Vad är de största för- och nackdelarna med miljöerna?

Bilaga F – Enkätfrågor till huvudstudie

2D-miljö

- 2D-miljön är lätt att distribuera över långa avstånd
- 2D-miljön är lätt att distribuera över korta avstånd
- Det är lätt att göra en förändring i 2D-miljön
- Det är lätt att beskriva 2D-miljön för en person som inte har vistats i layouten
- 2D-miljön är tydlig vid presentation av ett färdigt koncept
- Det är lätt att felsöka i 2D-miljön

3D-miljö

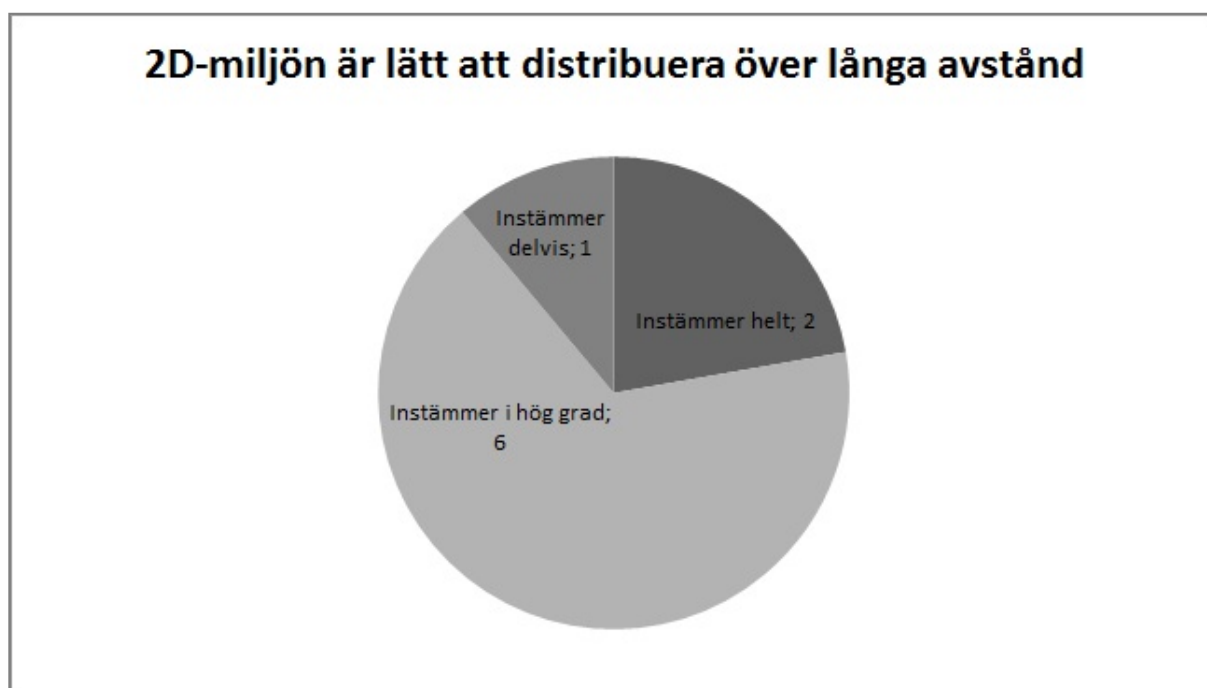
- 3D-miljön är lätt att distribuera över långa avstånd
- 3D-miljön är lätt att distribuera över korta avstånd
- Det är lätt att göra en förändring i 3D-miljön
- Det är lätt att beskriva 3D-miljön för en person som inte har vistats i layouten
- 3D-miljön är tydlig vid presentation av ett färdigt koncept
- Det är lätt att felsöka i 3D-miljön

3D-scanning

- 3D-scanningen är lätt att distribuera över långa avstånd
- 3D-scanningen är lätt att distribuera över korta avstånd
- Det är lätt att göra en förändring i 3D scanningen
- Det är lätt att beskriva 3D-scanningen för en person som inte har vistats i layouten
- 3D-scanningen är tydlig vid presentation av ett färdigt koncept
- Det är lätt att felsöka i 3D-scanningen

Bilaga G – Cirkeldiagram av enkätfrågor för huvudstudien

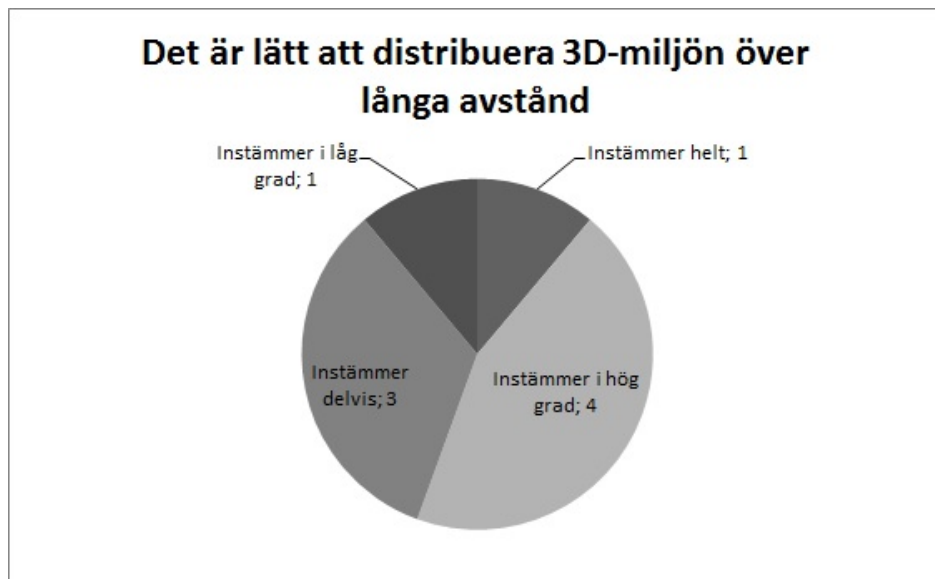
Cirkeldiagrammen redovisar antalet respondenter som svarat på respektive svarsalternativ.



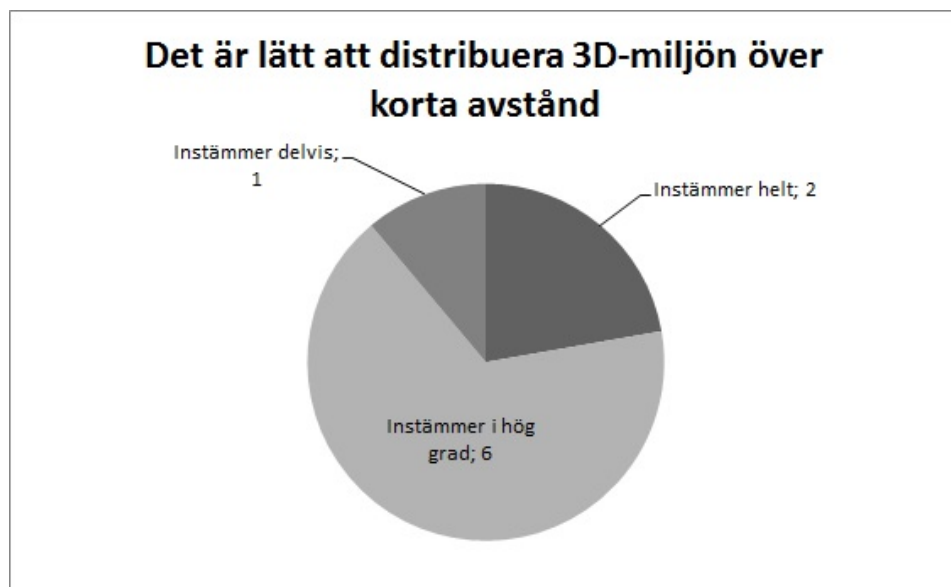
Figur G.1 – 2D-miljö avseende distribution



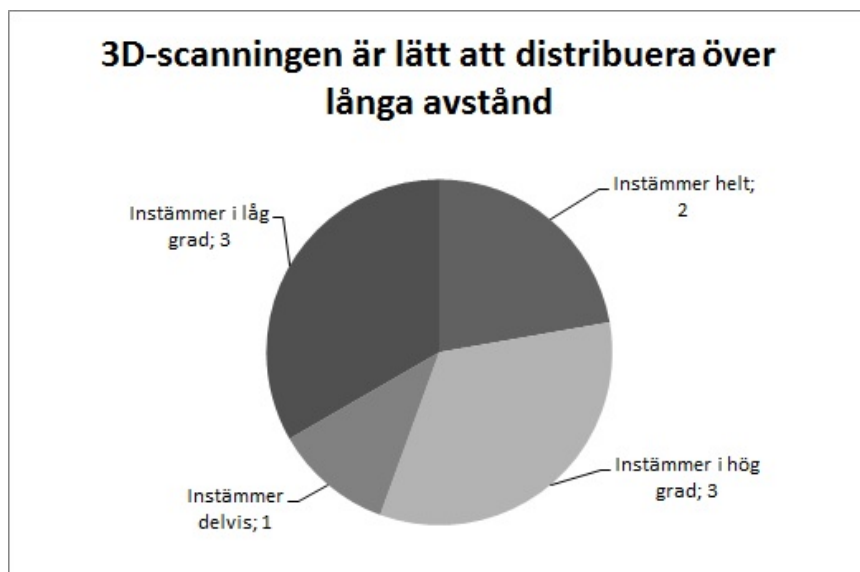
Figur G.2 – 2D-miljö avseende distribution



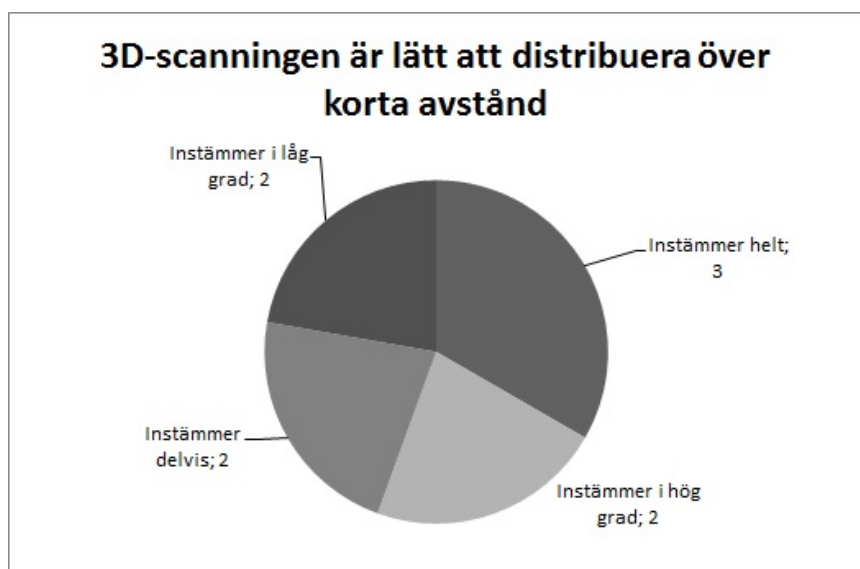
Figur G.3 – 3D-miljö avseende distribution



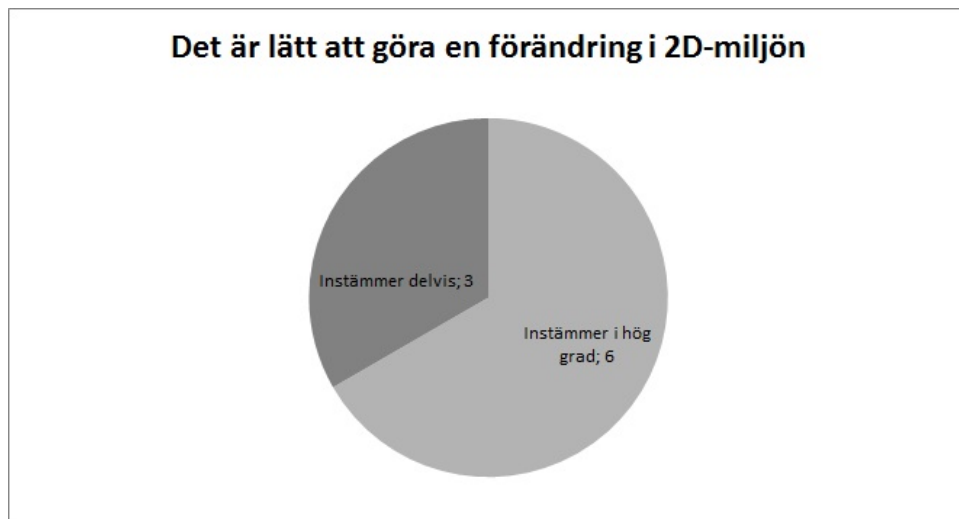
Figur G.4 – 3D-miljö avseende distribution



Figur G.5 – 3D-scanning avseende distribution



Figur G.6 – 3D-scanning avseende distribution



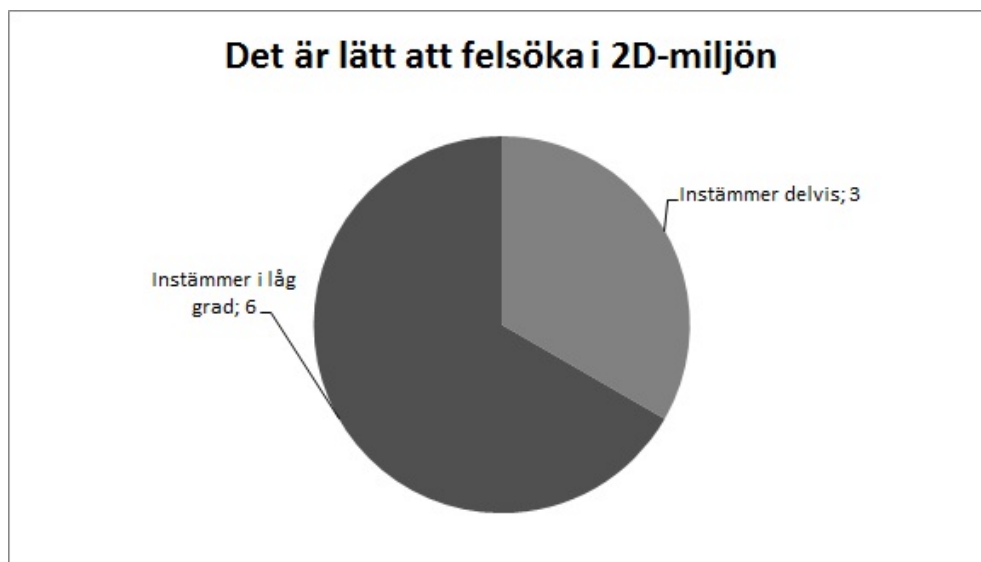
Figur G.7 – 2D-miljö avseende flexibilitet



Figur G.8 – 3D-miljö avseende flexibilitet



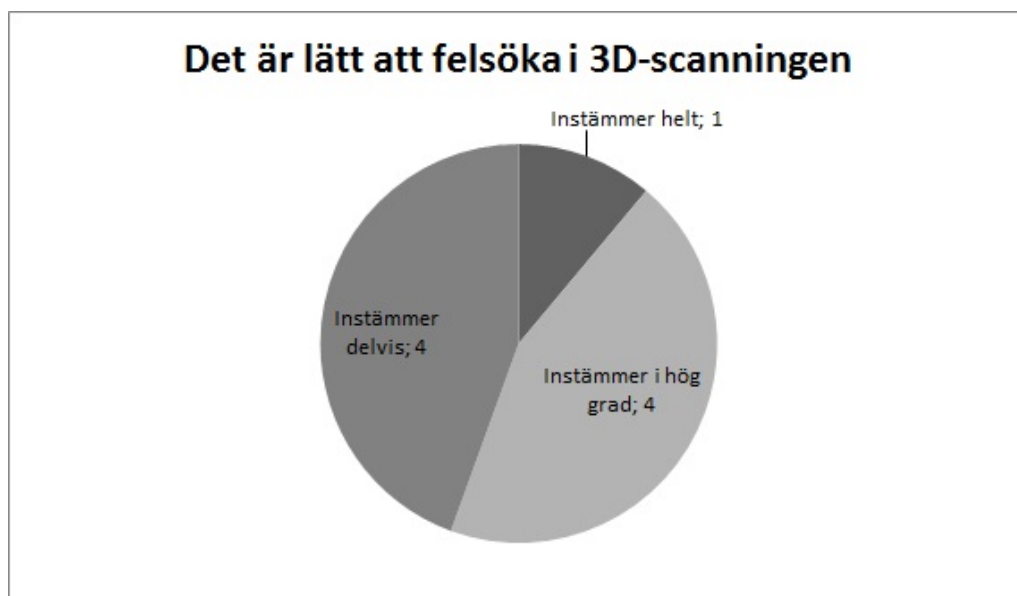
Figur G.9 – 3D-scanning avseende flexibilitet



Figur G.10 – 2D-miljö avseende flexibilitet



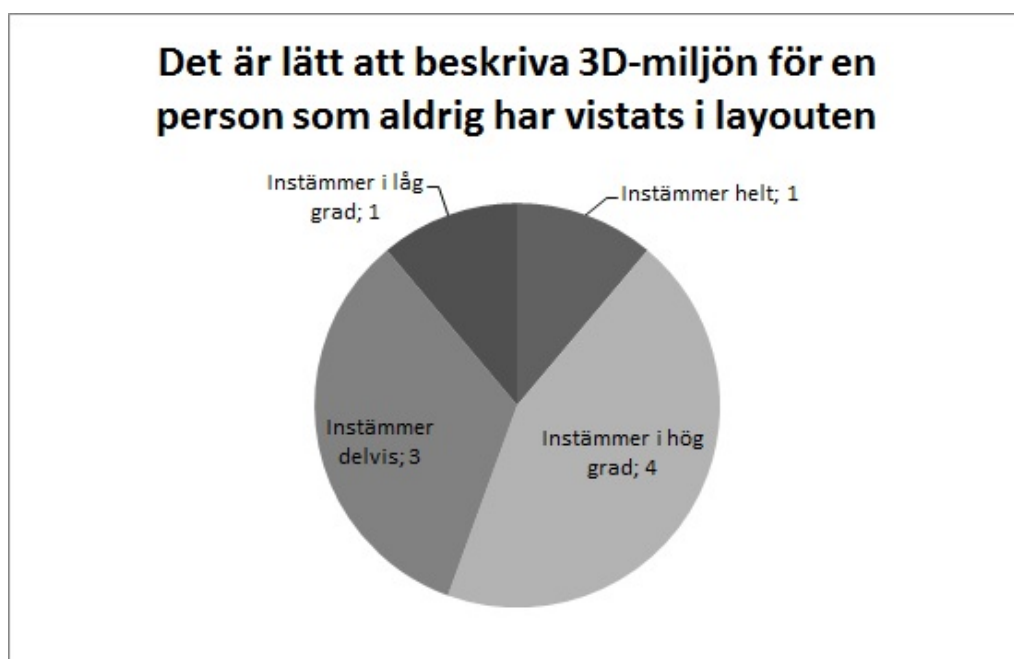
Figur G.11 – 3D-miljö avseende flexibilitet



Figur G.12 – 3D-scanning avseende flexibilitet



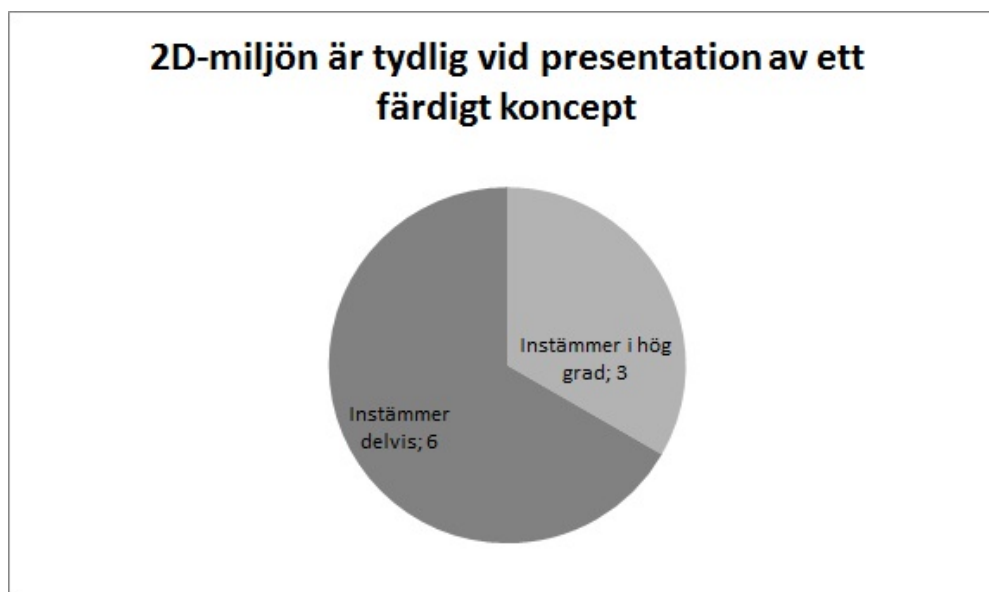
Figur G.13 – 2D-miljö avseende utläarning



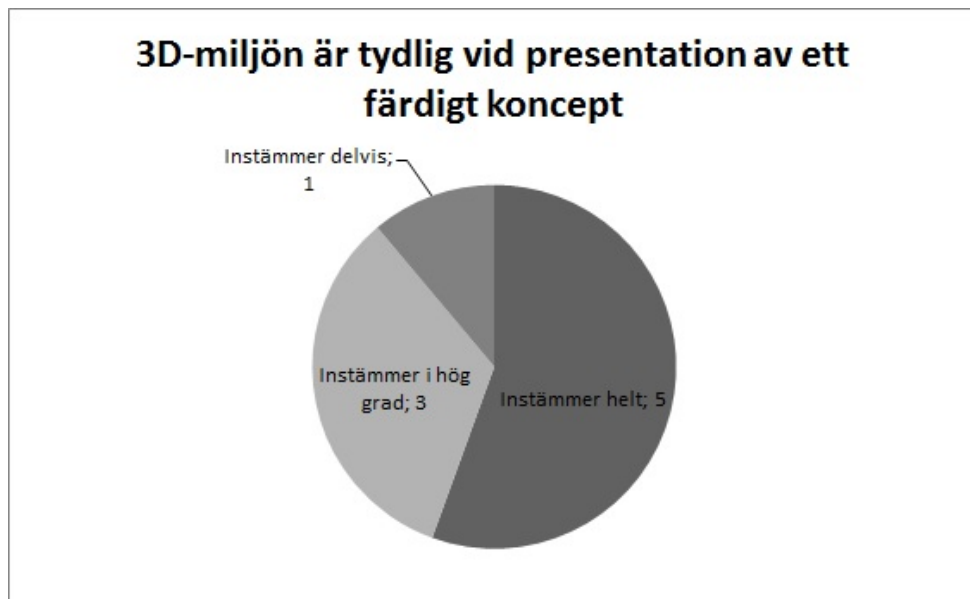
Figur G.14 – 3D-miljö avseende utläarning



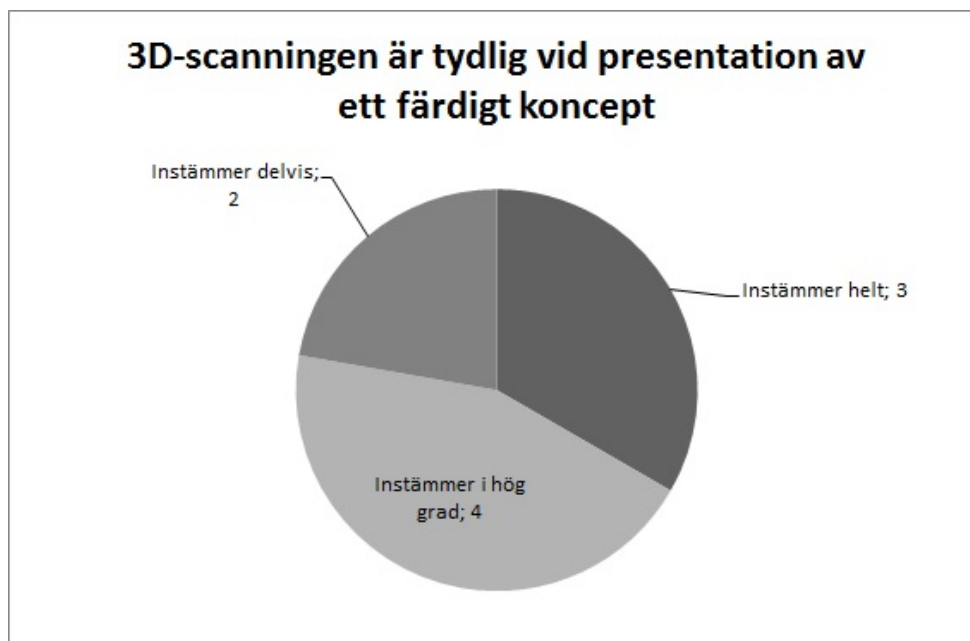
Figur G.15 – 3D-scanning avseende utläring



Figur G.16 – 2D-miljö avseende utläring



Figur G.17 – 3D-miljö avseende utläring



Figur G.18 – 3D-scanning avseende utläring