



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Digitaliseringsnivå för små och medelstora företag

Tillämpning av tekniker för höjning av digitaliseringsnivån

Examensarbete inom högskoleprogrammet Maskinteknik

OLLE ANDERSSON
PHILIP MAXE

Digitaliseringsnivå för små och medelstora företag
Tillämpning av tekniker för höjning av digitaliseringsnivån
OLLE ANDERSSON
PHILIP MAXE

© Olle Andersson & Philip Maxe, Sverige 2019

Examensarbete 2019
Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige

Omslag: Punktmoln data tillsammans med CAD-fil.

Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Göteborg, Sverige 2019

FÖRORD

Det här är ett examensarbete på Chalmers tekniska högskola. Arbetet är vår sista del i vår utbildning Maskinteknik på 180 högskolepoäng. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och utfördes under våren 2019 för forskningsprojektet DIP med RISE IVF och Chalmers tekniska högskola.

Vi skulle vilja tacka Per Gullander på RISE IVF som är projektledare i forskningsprojektet DIP och hans kollegor samt projektkollegor Fredrik Wandebäck, Per Johan Wahlborg och Fredrik Martinsson också från RISE IVF för att vi fick chansen till att utföra vårt examensarbete och följa med på intressant företagsbesök i projektet och hjälpen vi har fått med digitalisering under första fasen i arbete.

Tack till ATS AB som har lånat ut utrustning till oss för att kunna utföra 3D-skanning. Tack till Janne Blomdahl på Blomdahls Mekaniska för all information och hjälp i arbetet med simuleringen och tillåtelse att applicera arbetet hos er. Tack till Marcus Andersson och Alexander Liljenväld från Siemens Industry Software AB för hjälpen men skapandet av projektets digitala modell i Plant Simulation.

Till sist vill vi också tacka våra fantastiska handledare Jonatan Berglund och Daniel Nåfors från Chalmers tekniska högskola för deras handledning under projektet och expertis och Björn Johansson som är vår examinator.

Olle Andersson och Philip Maxe, maj 2019

Digitaliseringsnivå för små och medelstora företag
Tillämpning av tekniker för höjning av digitaliseringsnivån
Olle Andersson, Philip Maxe
Institutionen för industri- och materialvetenskap
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Detta arbetet är skrivet på uppdrag från RISE IVF och Blomdahls Mekaniska och redovisar en framtagning av en metod för att bestämma digitaliseringsnivån på ett små- och medelstora företag, samt tillämpning av digitaliseringsnivåhöjande tekniker.

Arbetet inleddes med företagsbesök på åtta företag inom forskningsprojektet DIP som användes som underlag för att ta fram en grund för en metod för att bestämma digitaliseringsnivån på små- och medelstora företag. Metoden applicerades sedan på Blomdahls Mekaniska där resultatet blev en grund för vilka digitaliseringsnivåhöjande tekniker som skulle appliceras.

Med resultatet av metoden valdes att ett arbete inom området layout skulle göras. Arbetet inom layout gjordes med hjälp av teknikerna 3D-skanning, punktmoln och simulering.

Blomdahls Mekaniska planerar att köpa in en ny kantpress som ska ersätta en äldre i sin produktion, den nya kantpressen är betydligt större än tidigare, samt att säljaren för maskinen påstår att den skulle ersätta båda av deras befintliga kantpressar. Denna del av arbetet går ut på att hitta layoutförslag där den nya kantpressen får plats med hjälp av punktmoln i programmet NavisWorks Manage. Simuleringsmodeller togs fram i programvaran Plant Simulation, en på den befintliga produktionen, en med den nya kantpressen tillsammans med en befintlig kantpress och en på endast den nya kantpressen. Detta gjordes för att kunna jämföra produktionen och se vilken påverkan en variation av partistorlekar har på produktionen.

Arbetet med digitaliseringshöjandetekniker ledde till att digitaliseringsnivån för kategorin layout på Blomdahls Mekaniska ökade från 1.84 till 3.54 på en skala från 1 till 5. Resultatet från arbetet med teknikerna resulterade till tre stycken layoutförslag för layouter med den förslagna investeringen av en ny kantpressen samt en förenklad simuleringsmodell och simuleringsresultat som speglar antal bockningar av tre olika uppsättningar av olika kombinationer med kantpressar.

Sökord: Punktmoln, Layout, Simulering.

SUMMARY

This thesis work was written on assignment from RISE IVF and Blomdahls Mekaniska and reports a development of a method to decide the digitizing level of small and medium-size enterprises and as well as application of digitization enhancing technics.

The work started with a company visit to eight companies within the research project DIP which was used as a basis for producing a basis for a method for determining the digitizing level of small and medium-sized enterprises. The method was then applied to Blomdahls Mekaniska where the result was a basis for which digitizing enhancing technics would be applied.

With the result of the method it was chosen that a work in the area of layout should be done. The work within layout was done using technics as 3D-scanning, point cloud, and simulation.

Blomdahls Mekaniska is planning to purchase a new press brake that will replace one of their older ones, the new press brake is considerably larger than the older one and the seller of the machine says it would be able to replace both of their existing press brakes. This part of the work is to find layout proposals where the new press brake will fit with the help of point cloud in the software NavisWorks Manage. Simulation models were developed in the software Plant Simulation, one on the existing production, one with the new press brake together with an existing press brake and one on only the new press brake. This was done in order to be able to compare the productions and see what influence varying batch sizes have on the output.

The work with technology with that increase the level of digitalization about layout at Blomdahls Mekaniska. The level increase from 1.84 to 3.54 on a scale from 1 to 5. The theses work did provide Blomdahls Mekaniska with, three different layouts proposal. These proposals have suggested layout proposal for the investment for a new press brake, and a simulation model with a result that visualizes the amount of bending operations with three different setups, with a different combination of press brakes.

keywords: Point Cloud, Layout, Simulation

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Beteckningar.....	1
1 Inledning.....	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte.....	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Precisering av frågeställning	3
2 Teoretisk referensram.....	4
2.1 Digitalisering	4
2.2 Digital tvilling.....	4
2.3 3D-Skanning.....	4
2.3.1 Referenspunkt.....	5
2.3.2 Punktmoln	5
2.4 Kantpress	5
2.5 Flödessimulering	6
3 Metod	7
3.1 Kartläggning av digitaliseringsnivå.....	7
3.1.1 Företagsbesök.....	7
3.1.2 Brainstorming av metodfrågor	7
3.1.3 Utsortering och sammanslagning av frågor	7
3.1.4 Kategorisering av frågor.....	7
3.1.5 Svarsalternativ	8
3.2 3D-skanning och punktmoln	8
3.2.1 Förberedelser och skanning.....	8
3.2.2 Sammansättning av skanningsdata	8
3.2.3 Bearbetning och förberedelse av data	8
3.2.4 Layoutförslag	8
3.3 Datainsamling.....	8
3.4 Uppbyggnad av simuleringsmodell	9
4 Genomförande	11
4.1 Layoutförslag.....	11
4.1.1 Förberedelser och skanning.....	11
4.1.2 Sammansättning av skanningsdata	12
4.1.3 Layoutförslag	14
4.2 Uppbyggnad av simuleringsmodell.....	16
4.2.1 Design av simuleringsförlopp	16
4.2.2 Teknisk data	17

4.2.3	Modellens SimTalk-programmeringskod	19
4.2.4	Applicering av teknisk data.....	20
4.2.5	Inställningar av objekt och verktyg	20
5	Resultat.....	27
5.1	Metodframtagning	27
5.2	Layoutförslags generering	28
5.2.1	3D-skanning av lokal	28
5.2.2	Punktmolnsarbete	28
5.3	Layoutförslag.....	30
5.3.1	Layoutförslag 1	30
5.3.2	Layoutförslag 2	31
5.3.3	Layoutförslag 3	32
5.4	Datainsamling.....	32
5.5	Simulering av digitalmodell	33
6	Diskussion	36
6.1	Metodframtagning	36
6.2	Layoutförslag.....	36
6.3	Simulering	37
6.4	Datainsamling.....	37
7	Slutsats	39
8	Referenser.....	40
9	Bilagor.....	41

FIGURER

Figur 2.1 Kantpress process	6
Figur 4.1 Översiktsbild på lokalen med utplacerade skanningspositioner markerat med röda stjärnor.....	11
Figur 4.2 Sfärisk referenspunkt med distans.....	12
Figur 4.3 Översikt på ReCap pro med funktionen 'Target identification mode' inringad.....	13
Figur 4.4 Placering av funktionerna 'Append' och 'Selection Tree'	14
Figur 4.5 Exempel på markerad 'Pressmaskin' i 'Selection Tree'.	15
Figur 4.6. Axlarna för manipulering av objekt.....	16
Figur 4.7 Transform flik för exakta värden.....	16
Figur 4.8 Grundmodell för materialflödet.....	17
Figur 4.9 Strukturen av den skapade objektet TableFile.....	17
Figur 4.10 Objektsinformation för Kanpress1	18
Figur 4.11 Amount och Folds för en specifik produkt.....	18
Figur 4.12 Objektet Source egenskapsändringar under Attributes	21
Figur 4.13 Objektet 'Source' egenskapsändringar under "Exit".....	22
Figur 4.14 Objektet Station egenskapsändringar under Times.	23
Figur 4.15 Objektet Station egenskapsändringar under Controls.....	23
Figur 4.16 Objektet Buffer egenskapsändringar under Attributes.	24
Figur 4.17 Döpta objektet "Drainbuffer" egenskapsändringar under "Attributes".....	25
Figur 4.18 HMI för ExperimentManager.....	26
Figur 4.19 Output value	26
Figur 4.20 Input value	26
Figur 5.1 Diagram på resultatet från metod för digitaliseringsnivå innan implementering av digitaliseringsnivåhöjande tekniker.....	27
Figur 5.2 Diagram på resultatet från metod för digitaliseringsnivå efter implementering av digitaliseringsnivåhöjande tekniker.....	28
Figur 5.3 Översiktsbild på ursprungs layout	29
Figur 5.4 CAD-modell på kantpressen AMADA HG1003 ATC	30
Figur 5.5 Punktmoln på layout 1.....	31
Figur 5.6 Layout med liten förflyttning	31
Figur 5.7 Layout med båda gamla kantpressar ersatta.	32
Figur 5.8 2D översiktsbild av arbetets digitala modell, simuleringsmodell.....	33
Figur 5.9 Sammanfattade simuleringsresultat.....	35

TABELLER

Tabell 5.1 Resultat sammanfattning av antalet bockningar	34
--	----

BETECKNINGAR

DIP - Digital Tvilling för utveckling och installation av produktionssystem

SMF - Små och medelstora företag

Legotillverkare – Företag som tillverkar andra företags produkter för likvida medel

Ställtid – Tiden det tar att göra iordning maskinen mellan olika produkter.

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

En stor del av svenska industri utgörs av små och medelstora företag även kallat SMF eller SME, *small and medium-sized enterprises* används i det engelska språket. SMF har mer begränsade ekonomiska resurser, mindre kompetensutsträckning, färre produktionsomvandlingar och mindre personal tillgänglig i jämförelse med större företag. Den Europeiska kommissionen definierar små och medelstora företag på antalet anställda och omsättning [1]. Kriterierna för att ingå i gruppen små respektive medelstora företag ska antalet anställda vara mindre än 50 respektive 250 anställda och omsättningen ska vara mindre än 10 respektive 50 miljoner euro.

Nya investeringar i maskiner och utrustning behöver ständigt utföras för att klara av den förändrade efterfrågan som design förändringar på sina befintliga produkter och nya produktlanseringar. Investeringarna är vanligtvis en stor procent av SMF totala verksamhetskostnad och medför en stor investeringsrisk. Om förseningar, felaktig produktionsdesign och eller felaktig installation av utrustning uppstår kan det bli svårt att hantera för SMF [2]. Därför är SMF beroende av verktyg och lösningar som möjliggör validering och verifiering av de uppgifter innan och som ligger inom SMF kostnadsramar, för att kunna hänga med i utvecklingen. Stora företag som Volvo och Ringhals har investerat i lösningar som 3D-skanning och simulering, med programvaror som är State of the art.

Forskningsprojektet *Digital tvilling för utveckling och installation av produktionssystem* även förkortat DIP är ett initiativ av RISE IVF och Chalmers Tekniska Högskola. Målet för forskningsprojektet är att försöka bryta ner de större företagens metoder för 3D-skanning och att skapa digitaltvilling för att undersöka om de finns likadana metoder till SMF inom deras ekonomiska kostnadsramar [2].

Examensarbetet kommer utföras inom forskningsprojektet DIP med stöd från RISE IVF och Chalmers tekniska högskola. Blomdahls Mekaniska är ett av de deltagande företagen i projektet och är en legotillverkare, som tillverkar produkter för andra företag. Blomdahls Mekaniska har flera tillverknings tjänster till sitt förfogande. Delar av Blomdahls Mekaniska legotillverkning består av bockning av plåt med kantpressar. Blomdahls tillverkar flera olika produkter åt olika företag och det som skiljer alla åt är antalet bockningar som måste utföras per detalj. I nuläget har de två gamla kantpressar och för att säkra produktionskapaciteten funderar företaget att investera i en ny kantpress.

1.2 Syfte

Uppdragets syfte är att jämföra och kartlägga Blomdahls Mekaniska digitaliseringsnivå, inom området produktionssystem med State of the art som referens. Tekniker som ligger i framkant inom sina områden av tillämpning kallas för State of the art och för produktionssystem är tekniker som 3D-skanning och användning av digitaltvilling exempel på det. Arbetet ska också hjälpa till att introducera State of the art-tekniker genom att applicera och tillämpa teknikerna som problemlösningsverktyg till ett befintligt problem hos Blomdahls Mekaniska.

1.3 Avgränsningar

Efterföljande stycken beskriver de avgränsningar som har tillämpats under arbetet.

Metoden för digitaliseringsnivå kommer inte att utföras på andra företag utöver Blomdahls Mekaniska.

Metoden är inriktad för företag inom tillverkningsindustrin

Resurserna som är tillgängliga för uppgiften är begränsade till resurserna för DIP projektet.

Arbetet kommer inte ge någon vägledning till hur företag ska arbeta med teknikerna som används i projektet.

1.4 Precisering av frågeställning

Hur kan företags digitaliseringsnivå kartläggas och jämföras?

Vad möjliggör en högre digitaliseringsnivå för Blomdahls Mekaniska? Vilka förutsättningar låser det upp?

Hur uppfattar Blomdahls Mekaniska arbetet med teknikerna som används under arbetet och vilken nivå på tekniken passar dem?

2 TEORETISK REFERENS RAM

2.1 Digitalisering

Digitalisering är ett väldigt brett ord och finns i många olika plan av områden och meningar med ordet. I engelskan pratar man om tre olika ord “digitization”, “digitalization” och “digital transformation” som beskriver olika nivåer arbetet av digitalisering.

Digitization definieras som att skapa digitala kopior av fysiska eller analoga objekt som kan vara ett dokument eller en bild. Att skapa en digital kopia till ett icke-digitalt objekt som kan utnyttjas med hjälp av datorsystem. [3] Inom industrin kan det handla om att gå från följesedlar i pappersform till digitala skärmar där streckkoder skannas och sparas in. Det kan också handla om olika tekniker som används i det dagliga arbetet och har oftast en koppling till automatisering inom produktionsindustrin.

Digitalization är att företag uppgraderar sin verksamhet på ett sätt genom att använda digital teknik, som kan vara en ny mjukvara till företagets datorer eller liknande. [4]

Ordet *Digital transformation* används i sammanhang och diskussioner i ett brett spann av digitalisering om digitaliserings strategier som att flytta till digitala verksamheter. [5]

Dagens utveckling av nya tekniker blir allt snabbare och utvecklingen påverkar hela samhället både privatpersoner som företag. Den snabba utvecklingen av teknik påverkar priserna på vanlig förekommande produkter, som sensorer. Det gör att detaljer som sensorer kan användas i en större skala. Författaren till artikeln *Digitaliseringen förändrar hela vår värld*, skriver om hur digitaliseringen påverkar samhället och vilka svårigheter det medför om adaption utesluts [6].

2.2 Digital tvilling

Artikeln *What are digital twins and digital threads?* beskriver begreppet ”Digital Twin” eller Digital Tvilling som begreppet heter på svenska. Digital Tvilling mening är att skapa en digital modell som är en kopia av sin egna fysiska modell [7]. Den digitala modellen skapas för att kunna representera den fysiska modellen genom att simulera förloppet parallellt med den fysiska modellen. Data hämtas från maskiner för att få en verklighetsbaserad simulering.

I dagens samhälle används Digital Tvilling flitigt och inom tillverkningsindustrin är det vanligt att skapa digitala tvillingar för sina produktionssystem och är ett hjälpmedel för att kunna implementera nya produktionslinor fortare och snabbare anpassa sig till nya produkter. Den genomsnittliga utnyttjandegraden av maskiner i svensk industri ligger mellan 50–70%. En digital tvilling möjliggör effektivisering av produktionen utan att behöva stoppa produktionen. Alltså Den digitala tvillingen möjliggör experimentering med ett produktionssystem gränser med utnyttjandegrad och flera andra egenskaper till systemet.

2.3 3D-Skanning

3D-skanning används för att högprecisionsmätningar i 3D, avbildningar och jämförelser inom produktionsprocesser. All data som fås ut av en 3D skanning används för att undersöka komponenter, produktionsplanering och utrymmen med stora ytor.

3D-skanning har även andra användningsområden som t.ex. ’reverse engineering’ och medicinsk teknik. Reverse engineering går ut på att ett fysiskt objekt 3D-skannas för att sedan arbetas vidare på. Medicinsk teknik går ut på att skanna höftleder, tänder eller andra delar på kroppen som behöver ersättas för att skapa exakta kopior för patienten.

Det finns olika modeller av 3D-skannrar med olika räckvidd upp till 350 meter, noggrannhet ner till ± 1 mm och olika sorters laserteknologi som 'time of flight' eller 'Phase shift' [8]. Där 'time of flight' skickar ut korta laserpulser och mäter tiden det tar för ljuset att återvända till skannern. Miljontals punkter mäts ut som sedan sätts ihop för att återskapa objekt eller platser.

2.3.1 Referenspunkt

Referenspunkter används för att låsa alla sex frihetsgrader för att kunna koppla ihop skanningarna med varandra. Referenspunkter finns i olika format som t.ex. sfärer, se figur 4.2 och schackrutor.

3D-skannerns laser träffar ytan på t.ex. sfären och om tillräckligt många punkter mäts ut på sfären kan centrum bestämmas och en koordinat på fås på den punkten med hjälp av sfären. Detta används sedan för att koppla ihop olika skanningar och kan vid senare tillfälle göra nya skanningar på samma område och ersätta de äldre skanningarna i punktmolnet.

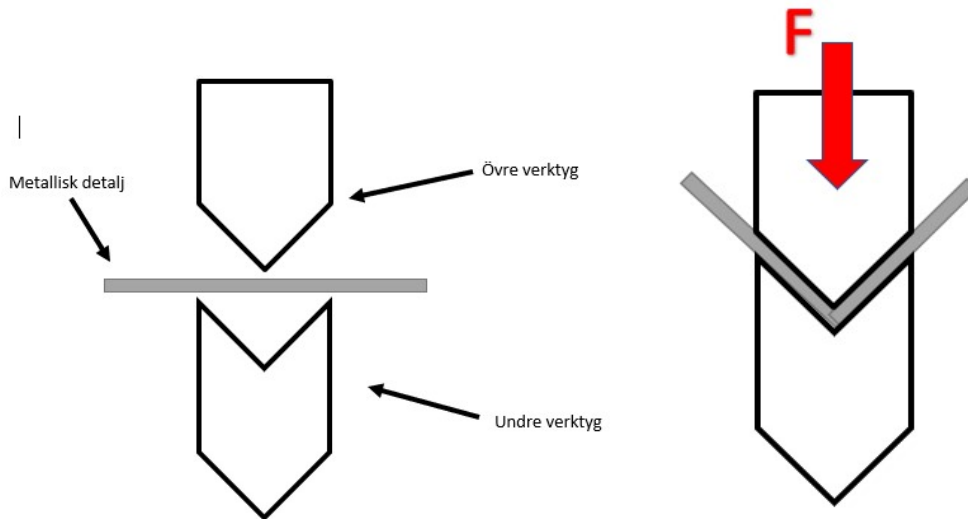
2.3.2 Punktmoln

Ett punktmoln är en samling av miljontals mätpunkter insamlade genom 3D-skanning, punkterna har koordinater i x-, y- och z-led och en färg. Ett punktmoln kan vara punkterna från en skanning eller flera sammansatta skanningar med hjälp av referenspunkter. För att hantera punktmoln används programvaror som till exempel Autodesk ReCap och Naviswork Manage.

2.4 Kantpress

Bockningsmaskin eller även kallad kantpress används för att bocka kanter på plåtar. Det finns manuella eller semiautomatiska kantpressar, på den manuella kantpressen sköter operatören bockning, kontrollmätning av vinkeln och verktygsbyte. På den semiautomatiska sköter operatören bockningen av plåten men kantpressen sköter kontrollmätningen av vinkeln automatiskt, samt att den har ett automatiskt verktygsbyte vilket minskar ställtiden.

En bockning av en kantpress utförs genom att två verktyg pressas ihop med varandra och mellan verktygen placeras den detalj som ska bockas.



Figur 2.1 Kantpress process

Processen utförs genom att det övre verktyget pressas mot det under verktyget som skapar bockningen på den plåtdetalj processen ska utföras på. Verktyget bestämmer vilken vinkel som bockningen ska ha som slutresultat. Efter pressningen åker det övre verktyget upp och den bockade plåten kan tas ut ur formen.

2.5 Flödessimulering

Flödessimulering är en simuleringsmetod som används att analysera och modifiera händelser med hjälp av indata från maskiner som hanterar material i produktionen. Det finns flera olika programvaror som kan hantera flödessimulering. [9] Fördelarna med simuleringen i industrin är att stora produktionssystem kan testas i olika scenarion utan att behöva stoppa produktionen. För att kunna utföra en bra och trovärdig simulering av system måste en digitaltilling av systemet finnas med bra data från den fysiska modellen. Data till simuleringsmodellen från produktionssystemet kan hämtas på olika sätt. Maskiner kan spara data i minne som kan hämtas, men data kan också hämtas med analoga metoder, som med tidur. Den data som används till simuleringen avgör hur noggrann den blir.

Plant Simulation är en programvara för flödesimulering från Siemens. Den skapar möjligheten att skapa digitala modeller för produktion och logistiska system. Programvaran gör det möjligt att simulera och experimentera med flödet samt testa händelser utan att stoppa det befintliga flödet. Med Plant Simulation är det också möjligt att bygga upp ett icke befintligt system för att testa det långt innan det ska installeras. [10]

SimTalk är programmeringsspråket Plant Simulation. Språket är till för att skapa enkla modifieringar av operationer för individuella objekt. Modifieringarna skapas via objektet 'Method' genom att skriva programkod inuti objektet och därefter applicera där modifieringarna ska fungera. [11] Objekt är ett samlingsnamn för programmets olika funktioner som kan användas för att skapa en modell i programmet.

3 METOD

Metoden är uppdelad i två delar. Första delen beskriver genomförande av metodframtagningen för kartläggning av digitaliseringsnivå och den andra delen beskriver appliceringen av digitaliseringsförhöjande tekniker.

3.1 Kartläggning av digitaliseringsnivå

I avsnittet 3.1 beskrivs hur arbetet utförts för att ta fram en metod för att kartlägga företags digitaliseringsnivå. Metoden har framtagits tillsammans med författarna till examensarbetet *Metod för att mäta digitaliseringsnivå på små och medelstora företag*. Arbetet med metoden genomförts med observationer och intervjuer med industriföretag inom målgruppen SMF om haft State of the art som referens som en högsta nivå.

3.1.1 Företagsbesök

I uppstarten av forskningsprojektet DIP besöktes alla deltagande företag för att göra en nulägesanalys. Nulägesanalysen utfördes med förberedda frågor av RISE IVF, som svarades på rundvandring i företagets lokaler samt genom sittande intervjuer. De förberedda frågorna kan hittas i bilaga 1.

Syftet med besöken var att lära känna företaget samt utöka förståelsen av digitalisering och skillnaderna som finns emellan SMF och större företag som Volvo.

3.1.2 Brainstorming av metodfrågor

Arbetet med frågorna till metoden tog fram genom en organiserad brainstorming [12]. Brainstormingen utfördes på sättet att deltagande personerna på en bestämd tid, skrev ner frågor. Frågorna presenterades och sammanslogs med övriga deltagares skapade frågor. Arbetet upprepades efter diskussion av det framtagna frågorna för att utöka antalet frågor.

3.1.3 Utsortering och sammanslagning av frågor

Resultatet brainstormingen resulterade en för lång metod med förmycket likadana frågor. Svarstiden för metoden ansågs vara för lång genom tidsuppskattning av genomförandet. Ambitionen var att skapa en metod som tog kort tid att utföra för att öka chansen att den utförs ordentligt. Därför beslutades att komprimera antal frågor. För att skapa den önskade längden för metoden utfördes sammanslagningar och omformuleringar av frågorna. Stegen är nödvändiga för att utövaren inte blir förvirrad vad som efterfrågas samt minimera riska att utövaren inte behöver svara på likadana frågor. Omformuleringar och sammanslagningar av frågorna gjordes för att minska liknande frågor.

3.1.4 Kategorisering av frågor

Rubriker till metoden skapas för att kontrollera vilka områden som spannet av frågor täcker och för att underlätta utövarens förståelse vad personen svarar på. Rubrikerna skapas med samma metod som stycket ovan, genom gruppering av frågorna. Det som skiljer sig är utskiljningen av grupperna av frågornas område istället för att gruppera likadana frågor och eliminera antalet.

3.1.5 Svarsalternativ

För att möjliggöra en jämförelse mellan resultat från flera olika utövare skapas svarsalternativ till de framtagna frågorna. Svartsalternativen ska spegla olika nivåer av svar, som är grunden för en jämförelse.

Svarsnivåerna kan graderas i en lämplig skala och varje svartsalternativ representerar en del i skalan. Med hjälp av skalan skapas ett max- och minindex som hjälper till att placera utövarens svar.

3.2 3D-skanning och punktmoln

I detta avsnitt omfattas metoden för arbetet med 3D-skanning och punktmoln, se figur 3.1



Figur 3.1 Översikt på arbetsgången av 3D-skanning och punktmoln

3.2.1 Förberedelser och skanning

Arbetet med 3D-skanningen började med att ta reda på vilka maskiner och verktyg som hör ihop, samt vilket område som fick beröras. För att ta reda på det gjordes en intervju samt en rundvandring i verkstaden. Därefter började arbetet med planering av skanningspositionerna för få med all information av området som var av intresse. Skanningspositionerna placerades ut genom att placera ut papper på golvet som påminnelser vart de planerade skanningarna ska utföras. Efter utplacerade skanningspositioner sätts referenspunkter ut som används för att sammanfoga skanningarna i senare skede.

3.2.2 Sammansättning av skanningsdata

Varje skanning ger en egen fil med punkter, för att sammanfoga skanningarna till ett gemensamt punktmoln används Autodesk's programvara ReCap Pro.

I ReCap Pro kopplas skanningarna ihop med varandra med hjälp av referenspunkterna som är utsatta lokalen. Ett punktmoln skapas då baserat på flera skanningar som sedan kan användas till andra arbeten.

3.2.3 Bearbetning och förberedelse av data

Arbetet med layoutförslagen startar med att göra maskinerna till objekt från punktmolnet, detta för att lätt kunna flytta maskinerna till önskad plats.

En CAD-modell skapades på den nya maskinen från ritningar i Autodesk's programvara Inventor Pro 2019.

3.2.4 Layoutförslag

Layoutförslag genereringen gjordes i Autodesk's programvara Navisworks Manage genom att infoga punktmolnet och de objektifierade maskinerna, för att sedan flytta maskinerna till de önskade platserna.

3.3 Datainsamling

Produktionsdata och produktdata som används för att bygga upp simuleringsmodellen har hämtats genom intervju eller erhållits via produktionsdata från offerter, uppskattade värden

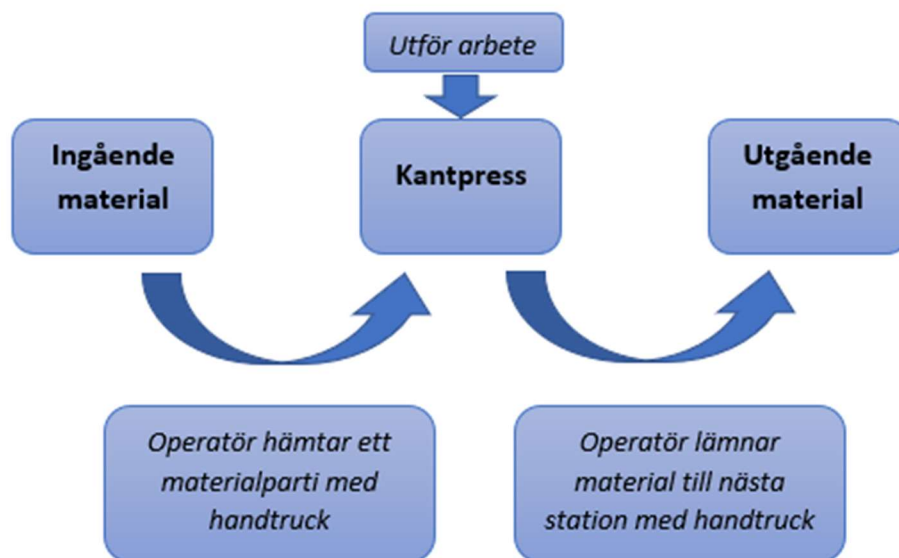
och loggade data från anställda från Blomdahls Mekaniska och Amada som är företaget som säljer kantpressen.

Intervjuerna har utförts i konversationsform för med anteckningar och textbaserade intervjuer genom mejlkonversationer. Intervjuerna fokuserade på information om områdena nedan.

- Processtid – Hur långtid tar det att utföra en bockning
- Ställtid - Hur lång tid tar det att ställa om maskinerna mellan olika partier
- Arbetsinformation – Vilken variation har Blomdahls i partistorlekar och antalet bockningar per detalj
- Avvikelser – Antal detaljer som blir defekta inom en bestämd tid
- Partistorlek – Vilka partistorlekar förekommer och vilka är vanligast
- Övrig information

3.4 Uppbyggnad av simuleringsmodell

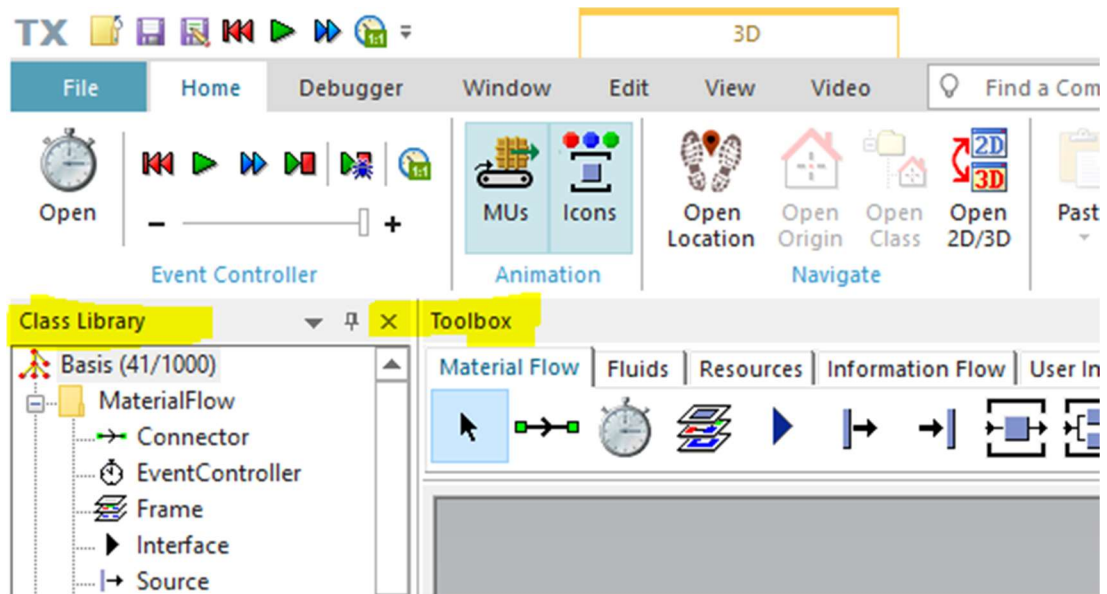
Arbetets simuleringsmodell skapades i flödessimuleringsprogrammet Plant Simulation från Siemens. Modellen är uppbyggd för att illustrera det önskade flödet från Blomdahls, se figur 3.2.



Figur 3.2. Blomdahls Mekaniska materialflöde

Programmet är lätthanterligt och klarar av stora och komplicerade simuleringsmodeller samt mindre komplicerade modeller. I bilaga 2 förklaras alla använda *objekt* i simuleringsmodellen användning och visar deras 3D-vy.

I Plant Simulation placeras objekt genom “drag and drop”-metod. Objekten som modellen ska innehålla hittas i *class library* eller *toolbox*, se figur 3.3 och dras till arbetsytan.



Figur 3.3 Class Library och Toolbox

I avsnitt 4.2 beskriver en detaljerad uppbyggnad av arbetets simuleringsmodell.

Simuleringen kan utföras på två sätt antingen via *Event Controller* eller *Experiment Manager*. Skillnaden mellan de två verktygen i programmet är att *Event Controller* klarar av att bara utföra enstaka körningar medan *Experiment Manager* klarar av att simulera samma experiment X antal gånger, så kallade observationer. Alltså hur många gånger simuleringen kör samma modell. I *Experiment Manager* kan Y antal experiment av flöden simuleras efter varandra utan någon paus med samma antal observationer.

Modellen simuleras med objektet Experiment Manager. Simuleringstid och observationer bestäms till lämpliga tal beroende på modellen.

4 GENOMFÖRANDE

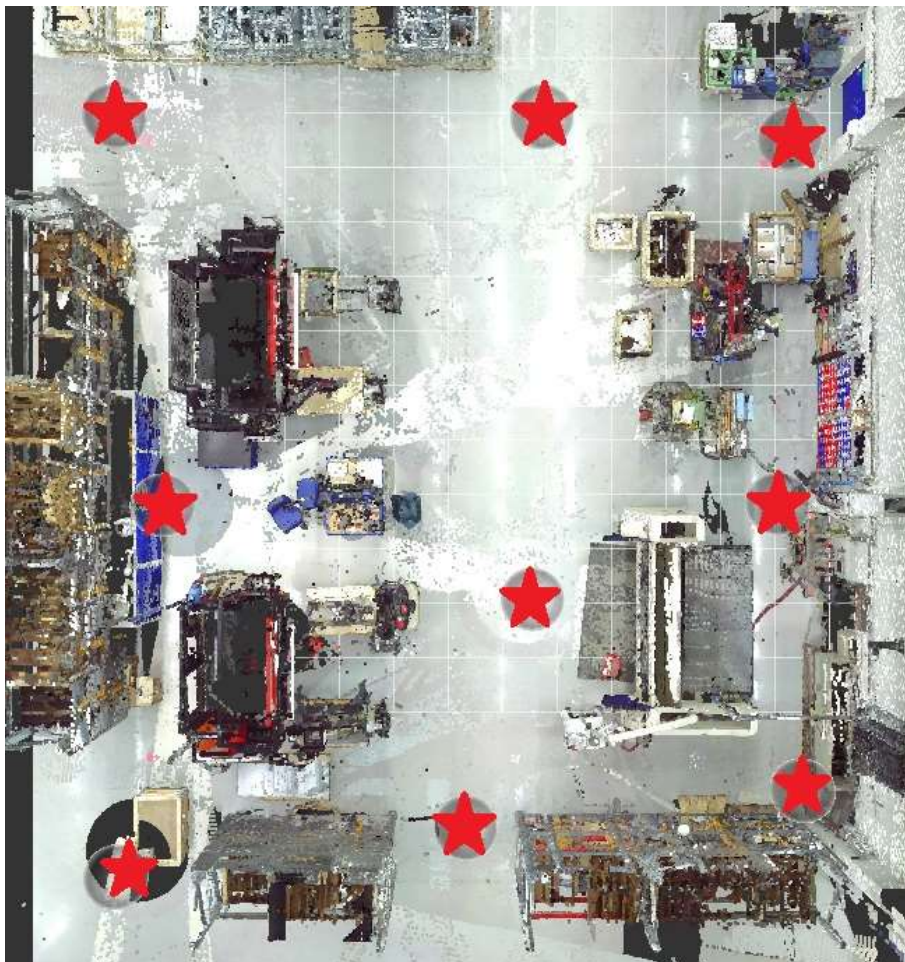
Detta kapitel omfattar genomförandet av de olika delarna i arbetet.

4.1 Layoutförslag

Detta kapitel omfattar genomförandet av arbetet för att skapa layoutförslag.

4.1.1 Förberedelser och skanning

Genom intervju och rundvandring i verkstaden framkom vilka maskiner och verktyg som hörde ihop och vilket område som fick beröras, se bilaga 3. Fyra maskiner med verktygsskåp och vagnar fanns i området som skulle skannas in. Första steget är att gå runt i området och planera vart skanningarna ska göras för att få med alla sidor av maskinerna. Under planeringsstadiet placeras papper ut där en planerad skanning ska göras, detta för att komma ihåg vart skanningarna ska göras vid många skanningspositioner. Nio positioner blev utplacerade för att skannern ska nå alla sidor på maskinerna. Se figur 4.1



Figur 4.1 Översiktsbild på lokalen med utplacerade skanningspositioner markerat med röda stjärnor.

Efter skanningspositionerna är utsatta ska referenspunkter även sättas ut. I detta fall är det sfärer med en distans, se figur 4.2

Minst tre stycken referenspunkter behöver vara synliga under varje skanning och bör vara i olika kvadranter, samt att referenspunkterna ska vara synliga i olika skanningar. Detta för att

låsa alla sex frihetsgrader för att kunna positionera ihop de olika 3D-skanningarna med varandra.

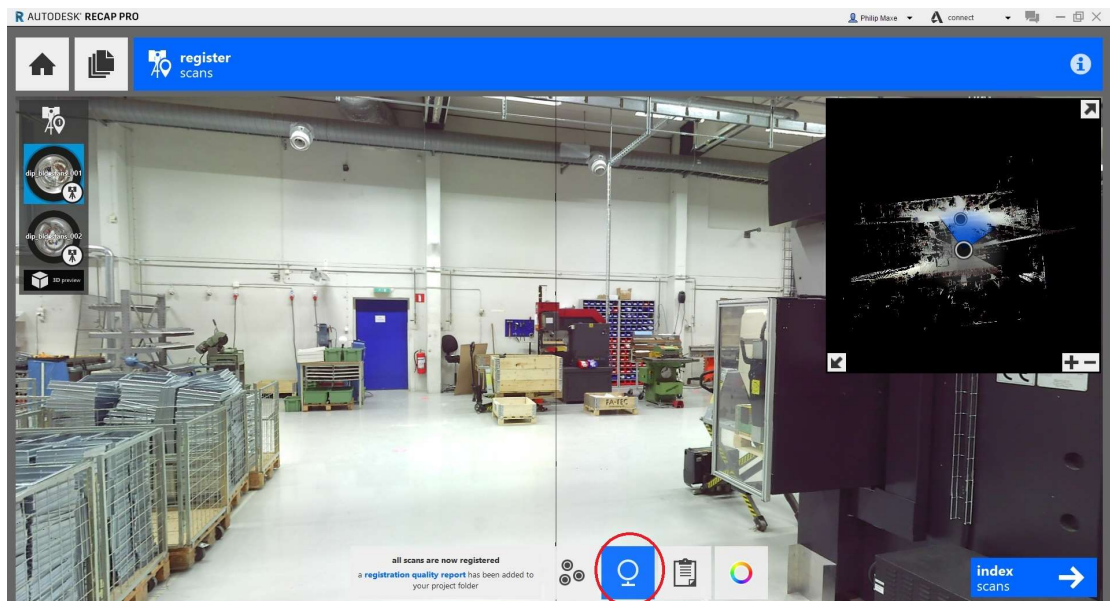


Figur 4.2 Sfärisk referenspunkt med en distans från väggen.

4.1.2 Sammansättning av skanningsdata

Nio filer skapades från de skanningarna som gjordes, dessa filer är endast koordinater på punkter med en färg. För att få ett punktmoln där de olika skanningarna är sammansatta användes Autodesk ReCap Pro.

Filerna importerades i ett nytt projekt som processas av programmet och punktmoln bildas. Skanningarna är fortfarande separata och har ingen koppling till varandra. För att bilda ett gemensamt punktmoln med flera skanningar sätts de ihop med hjälp av funktionen ‘*Target identification mode*’ och markerar referenspunkterna som är utsatta Se Figur 4.3. ‘*Target identification mode*’ används på vänster sida genom att klicka på en referenspunkt och går sedan över till höger sida och klickar på samma referenspunkt. Tre stycken referenspunkter som finns i båda skanningarna ska markeras för att en matchning ska fås mellan skanningarna. Dessa matchningar har olika nivåer “Good, Fair, bad and no match” beroende på hur bra skanningsdata som är tillgänglig, samt hur synliga referenspunkterna är.



Figur 4.3 Översikt på ReCap pro med funktionen 'Target identification mode' inringad.

Punktmolnet är nu sammansatt till ett gemensamt punktmoln men är inte orienterat korrekt. För att orientera punktmolnet rätt mot axlarna används funktionen 'Update origin' som finns under 'Display settings' och sedan under points. Programmet ber om att välja en punkt som ska vara origo på punktmolnet. Genom att klicka på 'Tab' på tangentbordet kan koordinatsystemet uppdateras så att det passar överens med punktmolnet, så att golvet ligger i nivå med planet och att väggarna stämmer överens med axlarna. För att få den att matcha med respektive axel markeras en vägg som ska ligga längs med axel och trycker sedan på 'enter', punktmolnet omorienteras då för att matcha de uppdateringarna som gjorts.

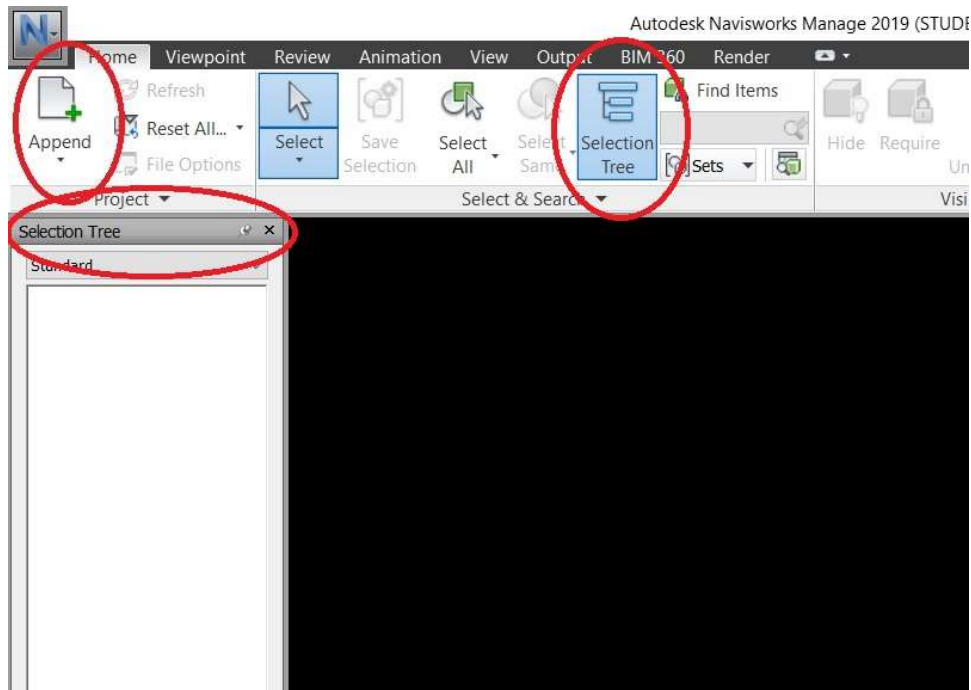
Ett punktmoln med rätt orientering är nu skapat. För att jobba vidare med punktmolnet i annat program och göra det enklare att se en toppvy av lokalen tas taket bort. Taket markeras och läggs in i en grupp genom 'New region' som kallas 'tak'. På högersidan under 'Scan regions' kan gruppen 'tak' döljas genom att klicka på ikonen som liknar ett öga.

För att underlätta arbetet med att objektifiera maskinerna döljs golvet, detta görs genom att klicka på funktionen 'Region' markera golvet och välja att regionen ska ligga några millimeter över golvet, detta för att ta hänsyn till ojämnheter på golvet. Genom att dölja golvet står maskinerna själva och kan lätt markeras med verktyget 'fence' och varje maskin läggs sedan in i egna grupper och döps för att underlätta arbetet i senare tillfälle. När alla maskiner är i egna grupper döljs alla maskiner och golvet läggs in igen, nu är det ett punktmoln på endast en tom lokal. För att använda punktmolnet i layoutförslagen exporteras den tomma lokalen utan tak. Detta görs genom att klicka på 'Home' sedan under 'import' klicka på 'Export'. Lokalen exporteras som filformatet .rcs som är autodesk recap scan och döps till tom lokal.

Detta steg görs på varje maskin genom att dölja allt förutom den maskin som önskas exporteras och exporterar, detta gör att maskinerna blir egna filer.

4.1.3 Layoutförslag

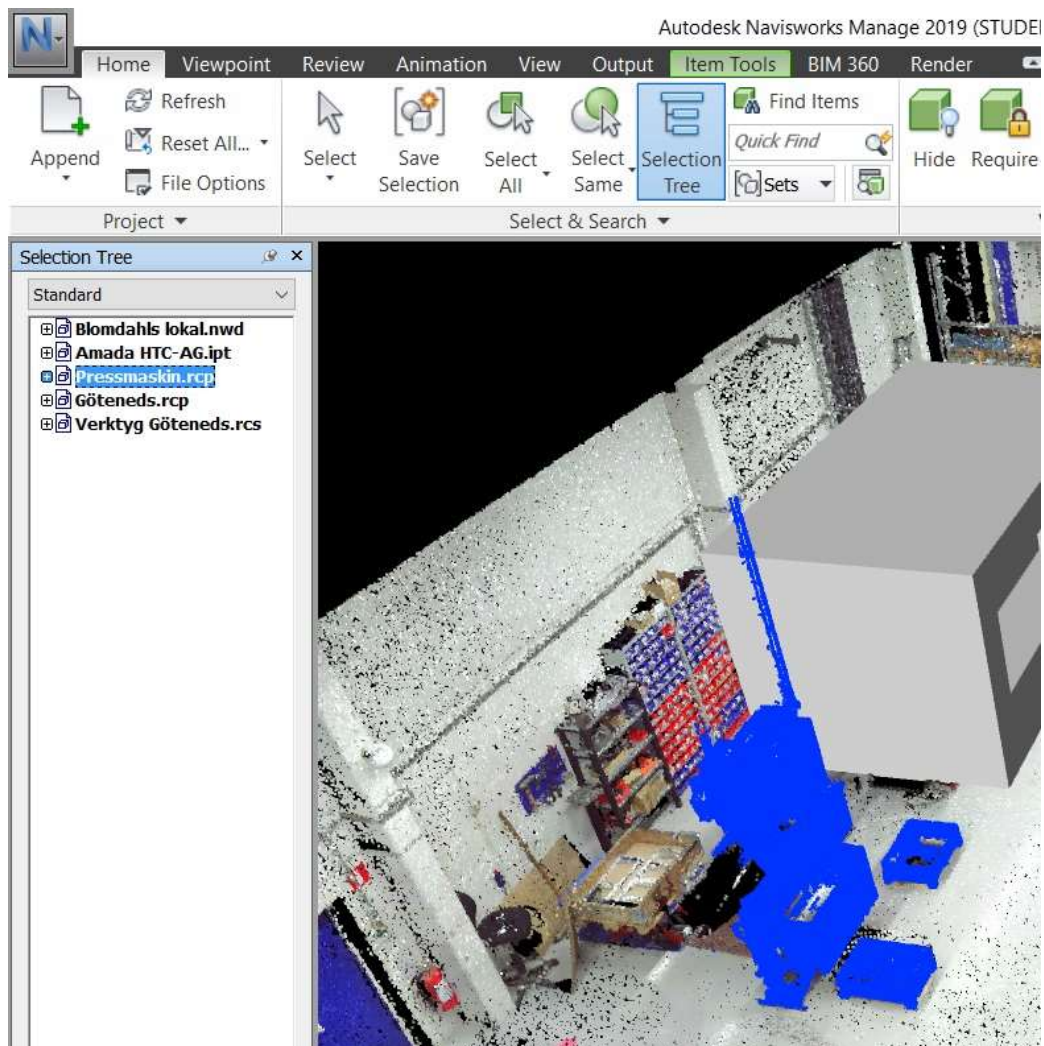
Arbetet med layoutförslagen med hjälp av punktmoln gjordes med Autodesk's program 'Navisworks Manage'. Programmet hanterar olika punktmolns filer som egna objekt som är flytt-, roter- och skalbara. Den tomma lokalens punktmoln lades in i programmet genom funktionen 'Append' se Figur 4.4.



Figur 4.4 Placering av funktionerna 'Append' och 'Selection Tree'

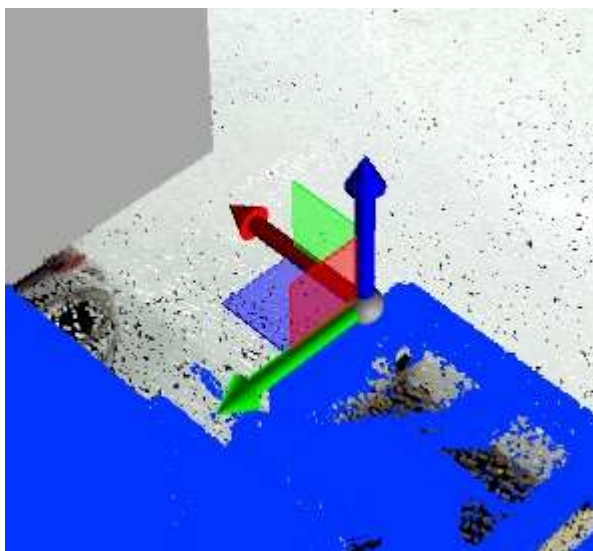
De punktmoln som läggs in i programmet hamnar i en grupp som kan hittas i 'Selection Tree' som finns under fliken 'Home' och under 'Select & Search'. Denna är viktig att vara aktiverad för att underlätta arbetet med flera punktmoln i samma projekt.

Vid arbete med Navisworks kan grupper flyttas och roteras som görs genom att markera önskad grupp i 'Selection Tree'. Markeringen blir blå och den blåa markeringen blir även på alla punkter som är inom den gruppen, Se Figur 4.5.



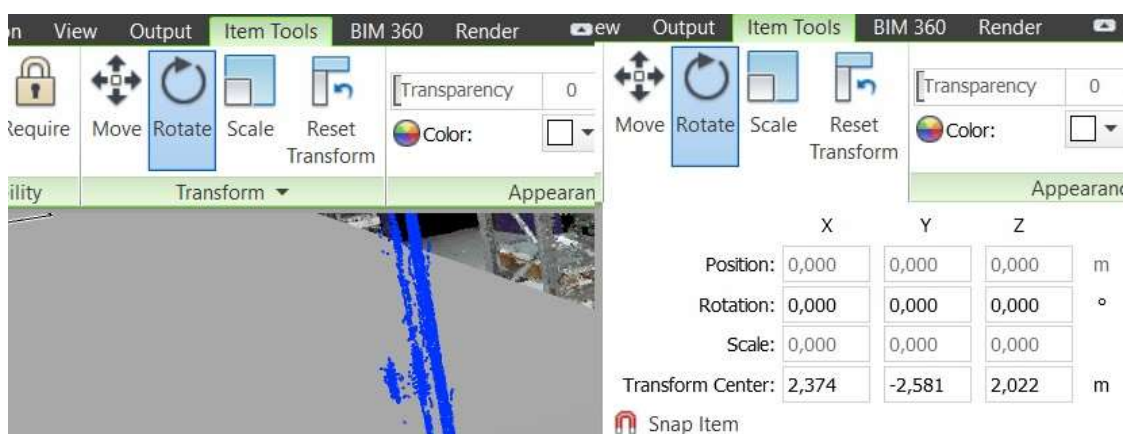
Figur 4.5 Exempel på markerad 'Pressmaskin' i 'Selection Tree'.

När gruppen är markerad gå in under fliken 'Item Tools' som lyser grönt. Under denna flik ligger manipuleringsfunktioner för punktmolnet, som 'Move', 'Rotate', 'Scale' och 'Hide'. För att flytta ett objekt används 'Move' och x-, y- och z-axlar kommer upp samt ett plan mellan två axlar. Se Figur 4.6, genom att dra i en av pilarna flyttas objektet längs med respektive axel. För att flytta objektet friare dras istället planet som objektet ska röras längs.



Figur 4.6. Axlarna för manipulering av objekt.

Att rotera ett objekt fungerar på samma sätt som att flytta, istället för att dra i axlarna dras det i det plan som den ska rotera kring. Genom att gå klicka på pilen vid 'Transform' se Figur 4.7 kommer en flik som används om mer exakta vinklar eller avstånd önskas.



Figur 4.7 Transform flik för exakta värden.

4.2 Uppbyggnad av simuleringsmodell

Detta avsnitt omfattar en utförlig beskrivning hur arbetet utfördes.

4.2.1 Design av simuleringsförlopp

För att skapa materialflödet som ska representera Blomdahls Mekaniska materialflöde vid kantpressarna. Grundmodellen för materialflödet se figur 4.8, beroende på antalet kantpressar som ska representera modellen varierar antalet buffertar som varje kantpress ska ha objektet *Buffer* framför sig.



Figur 4.8 Grundmodell för materialflödet.

Varje kantpress representeras av objektet *Station* och inkommande och utgående material av objekten *source* och *drain*.

4.2.2 Teknisk data

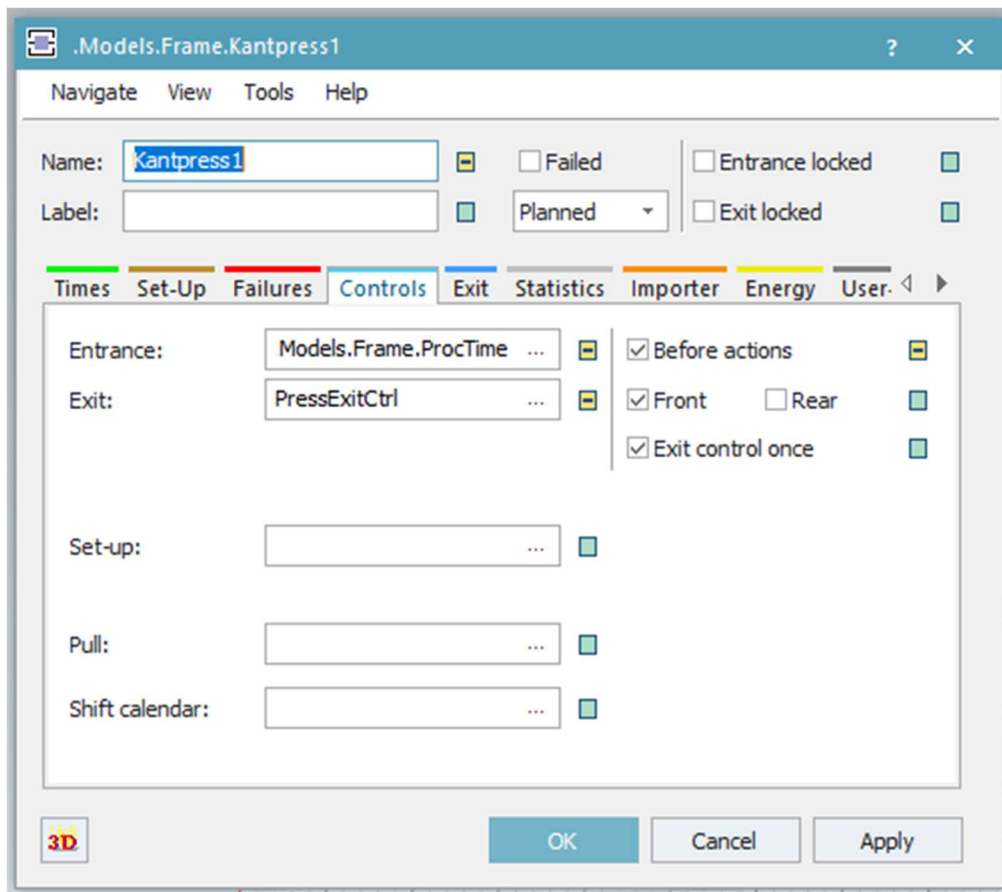
Blomdahl Mekaniska har många olika produkter som har olika partistorlekar och antal bockningar som ska utföras. Det skapar ett system med olika produkter som har olika processtider samt antal. Problemet löstes genom att använda objektet *TableFile* i programmet. *TableFile* liknar Microsofts program Excel. I objektet *TableFile* skapades en lista av produkterna ifrån produktionsinformationen från Blomdahls Mekaniska.

	object 1	real 2	integer 3	string 4	table 5
string	MU	Portion	Number	Name	Attributes
1	.UserObjects.A2...	18.23	1		Tab
2	.UserObjects.A1...	2.65	1		Tab
3	.UserObjects.A1...	2.81	1		Tab
4	.UserObjects.AV...	11.14	1		Tab

Figur 4.9 Strukturen av den skapade objektet *TableFile*.

Den *TableFile* som skapades i systemet kommer refereras som *Produktionslista* framöver i texten. Första kolumnen refererar till de olika produkterna som kommer infinna sig i systemet. Andra kolumnen är fördelningen av produkterna ut från objektet *source* och den tredje beskriver antalet detaljer per parti som objektet *source* skapar av produkten varje gång produkten skapas in i systemet. Sista kolumnen skapar ytterligare en *TableFile*, en bra liknelse kan det ses som att skapa ett till 'blad' i Excel. Det är till för att lägga till olika attributs till varje produkt. Arbetet ska skapa attributs för antal bockningar och antal produkter i parti. Se bilaga 4 hur *TableFile* har skapats.

Processtiderna på de olika produkterna är beroende av hur många bockningar som måste utföras på varje produkt. En lösning på problemet med processtiderna utfördes genom att skapa en *Method*. Med objektet *Method* i Tecnomatix Plant Simulation tillåts att skriva en programmeringskod för att styra objekten i simuleringsmodellen. En *Method* kan appliceras till ett objekts genom att öppna fliken *controls* i objektsinformationen, se figur 4.10 och dra sin *Method* till önskad plats eller välja den genom att trycka på de tre punkterna till höger i fältet.



Figur 4.10 Objektsinformation för Kanpress1

En unik processtid för varje enskild produkt skapades genom objektet *Method*, projektet döpte objektet till *Proctime*. För att kunna manipulera processtiden ska *Proctime* appliceras på *Entrance*. Se SimTalk-sekvensen nedan för att se hur arbetet manipulerade processtiderna.

```
?proctime := @.Amount * @.Folds * 20
@.move
```

Det skapar en processtid beroende på vilken produkt som placeras i objektet *station*, med sitt värde på *Amount* och *Folds* som har skapats igenom den femte kolumnen i *Produktionslistan* se figur 4.11 för designen för femte kolumnen.

	string 1	integer 2
string	Name of Attribute	Integer
1	Amount	2000
2	Folds	3
3		

Figur 4.11 Amount och Folds för en specifik produkt

I *Produktionslistan* är antalet för varje produktparti till värdet 1. Genom att alla produkter har olika antal produkter i sina batcher så blir jämförelsen mellan de olika flödena problematiskt.

Det problemet löstes genom att skapa en till *Method*, som döptes till *PressExitCtrl*.
Programkoden för *PressExitCtrl* kan beskrivs i sekvensen nedan.

```
for var i := 1 to @.Amount  
  @.class.create(Drainbuffer)  
next  
@.delete
```

Koden är skriven att den skapar samma produkt beroende på värdet *Amount* och lägger dem i objektet *Buffer* efter *Station*.

4.2.3 Modellens SimTalk-programmeringskod

Arbetet har skapat en digitalmodell med tre stycken olika materialflödes alternativ beroende på layoutförslagen som har tagits fram.

För att simuleringsmodellen har tre olika materialflöden skapas olika *Method* objekt för att kunna modifiera alla tre flöden. All programmeringskod nedför används i modellen.

```
Proctime  
?.proctime := @.Amount * Variation * @.Folds * 20  
@.move
```

```
NewProctime  
?.proctime := @.Amount * Variation * @.Folds * 24  
@.move
```

```
PressEntryCtrl  
for var i := 1 to @.Amount * Variation * @.Folds  
  @.class.create(Buffer4)  
next  
@.delete
```

```
PressEntryCtrl2  
for var i := 1 to @.Amount * Variation * @.Folds  
  @.class.create(Drainbuffer1)  
next  
@.delete
```

```
PressEntryCtrl3  
for var i := 1 to @.Amount * Variation * @.Folds  
  @.class.create(Drainbuffer2)  
next  
@.delete
```

PressEntryCtrl och *Drainbuffer* har index, som *PressEntryCtrl2* eller *PressEntryCtrl3* respektive *Drainbuffer1* eller *Drainbuffer2*. Skaparen av modellen beskriver på det viset för att visa att de olika *Methods* är applicerade på olika materialflöden.

Variabeln *Variation* som hittas i alla skapade *Methods* är en global variabel. Variabeln är skapad i arbetsfältet för att bli en global variabel. Den används för att skapa en variation och jämförelse med olika stora partistorlekar. Funktionen fungerar som att *Variation* är en procentdel som multipliceras med partistorleken som finns i bilaga 6 med det så får vi en ny partistorlek och medför möjligheten att jämföra vad som händer när partistorleken öka och minskar.

Produkten “@.Amount * Variation representerar partistorleken och när @.Folds multipliceras skapas produkten @.Amount * Variation * @.Folds som hittas i alla *Methods* beskriver hur många bockningar som utförs i partiet.

4.2.4 Applicering av teknisk data

Objektet Kantpress och Kantpress1 har objekten Proctime applicerat på Entrance och PressExitCtrl på Exit under fliken ‘Controls’ i objektinformationen.

Objektet NyKantpress har objekten NewProctime och PressEntryCtrl2 applicerat på respektive Entrance och Exit.

Objektet Kantpress3 har objekten Proctime och PressentryCtrl3 applicerat på respektive Entrance och Exit.

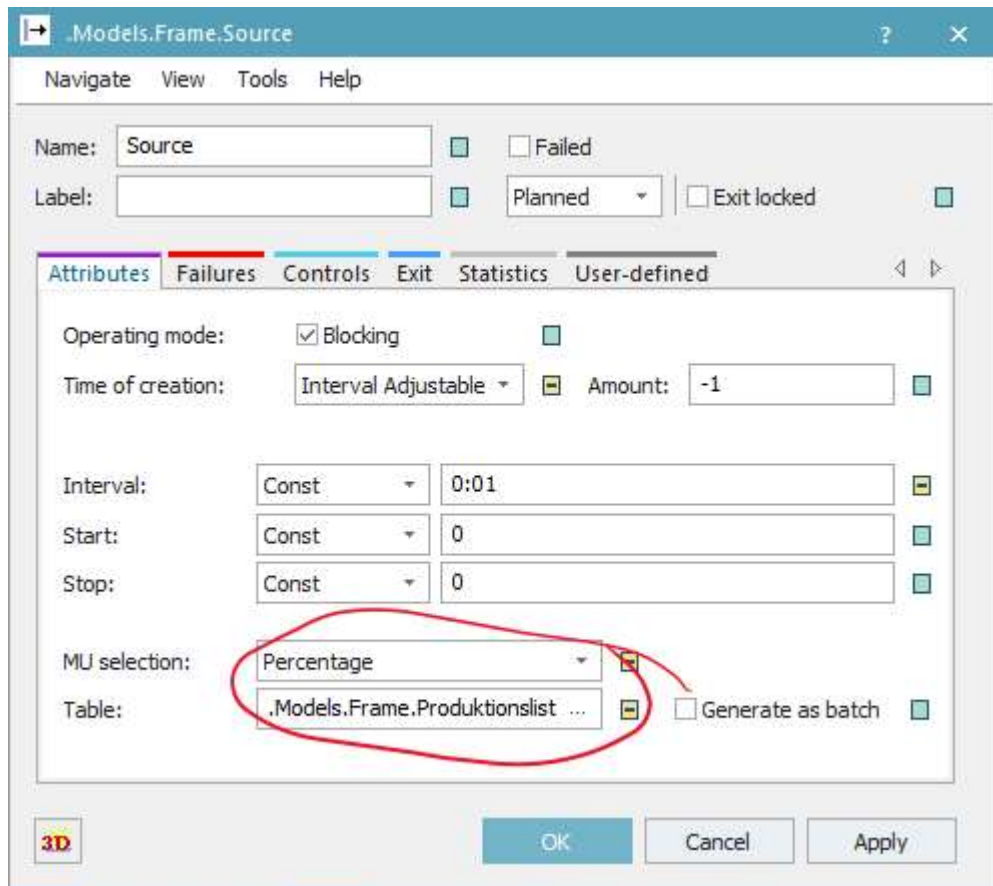
Objektet NyKantpress1 har objekten NewProctime och PressEntryCtrl3 applicerat på respektive Entrance och Exit.

Se figur 4.10. ovan som beskriver hur objektet *Method* appliceras på ett objekt.

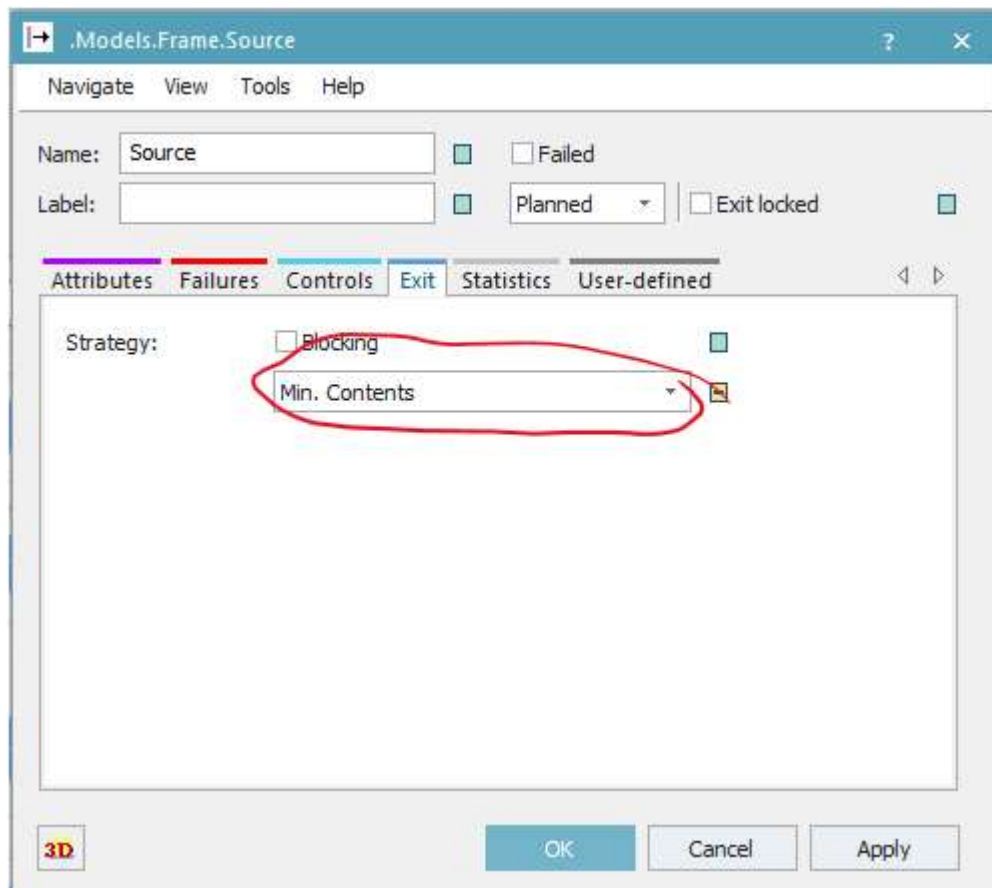
4.2.5 Inställningar av objekt och verktyg

I detta avsnitt kommer alla ändrade egenskaper för alla objekt visa.

Alla objekt ‘Source’ ska både Produktionslistan appliceras samt *Percentage* exitstrategi, se figur 4.12 och 4.13

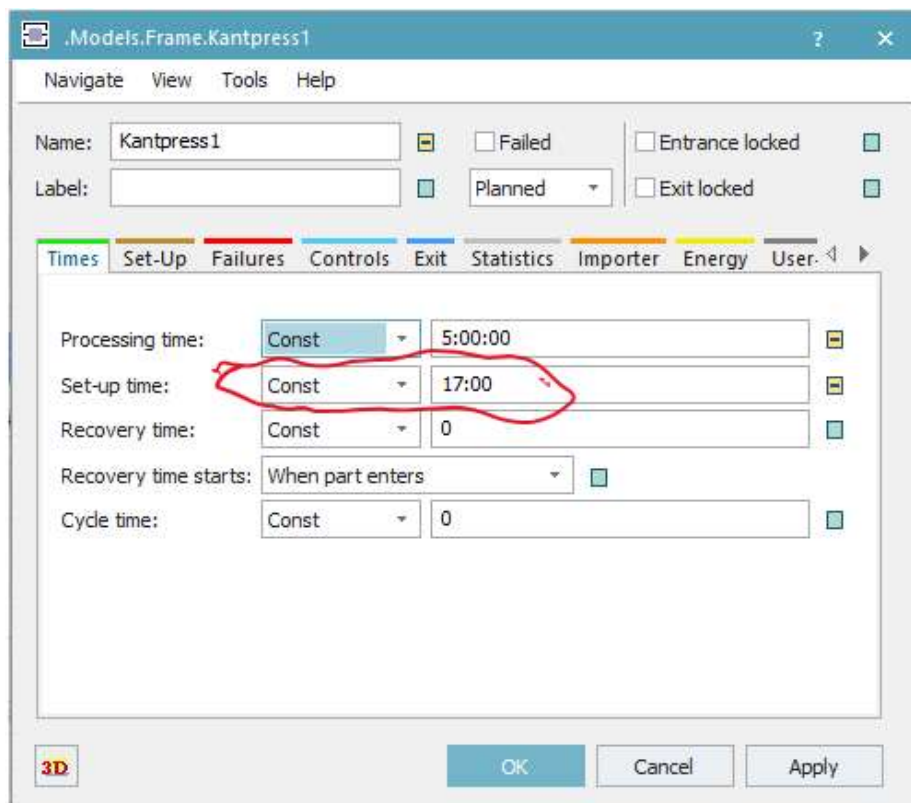


Figur 4.12 Objektet Source egenskapsändringar under Attributes

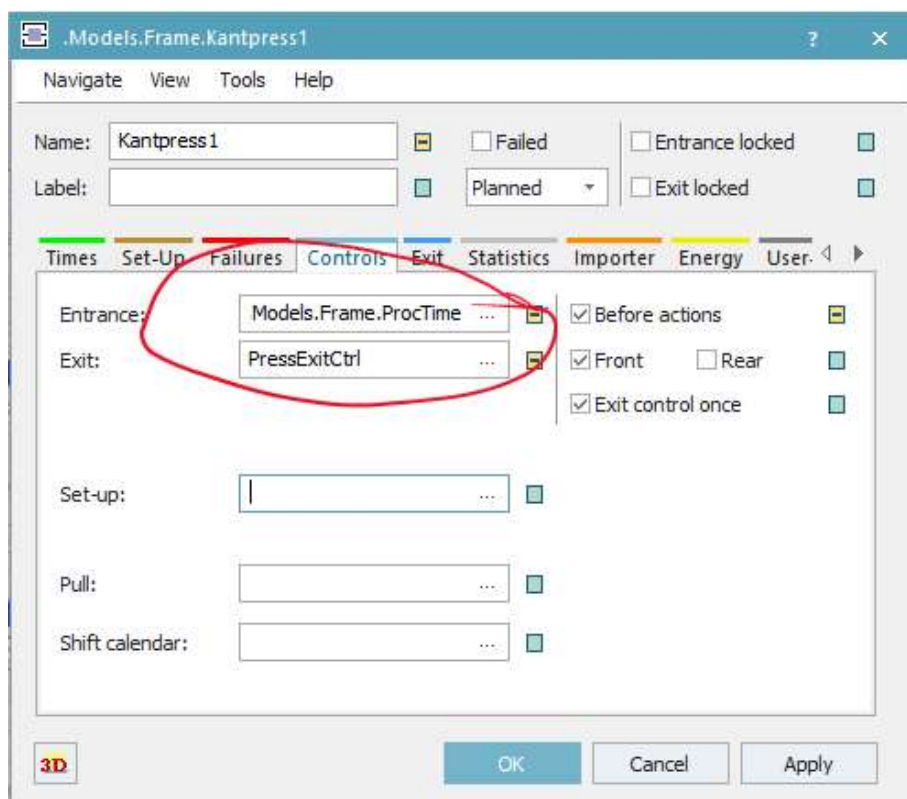


Figur 4.13 Objektet 'Source' egenskapsändringar under "Exit".

Alla objekt *Station* ska *Set-up time* appliceras med ställtiden för maskinerna samt *Entrance* och "Exit" appliceras med respektive objektet *Method* (se avsnitt 4.2.2), se figur 4.14 respektive 4.15

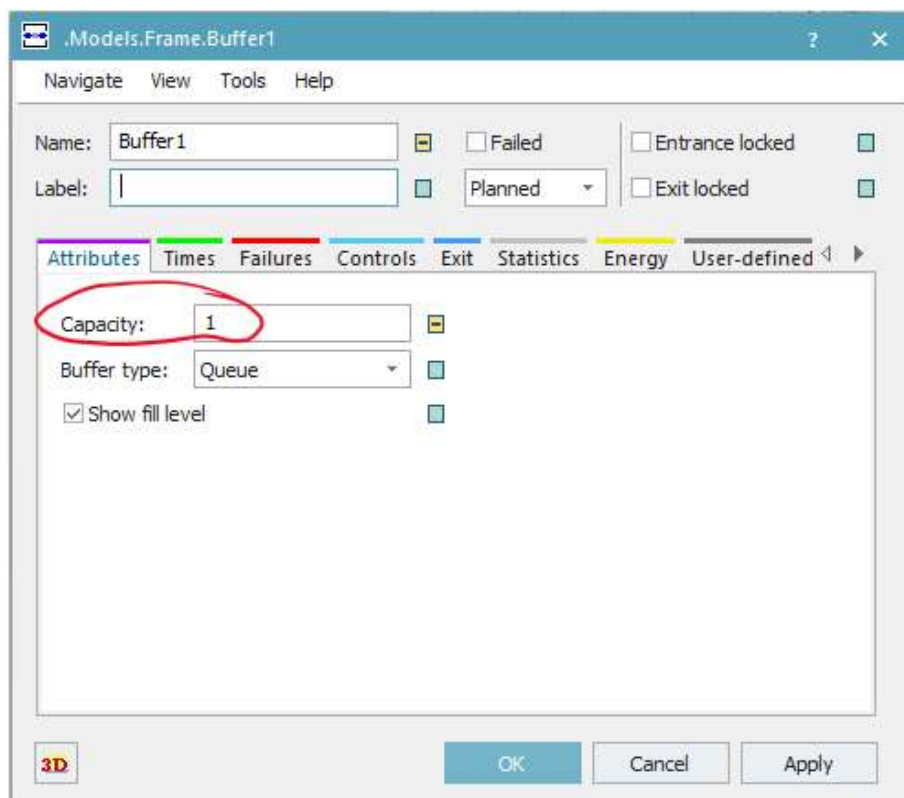


Figur 4.14 Objektet Station egenskapsändringar under Times.



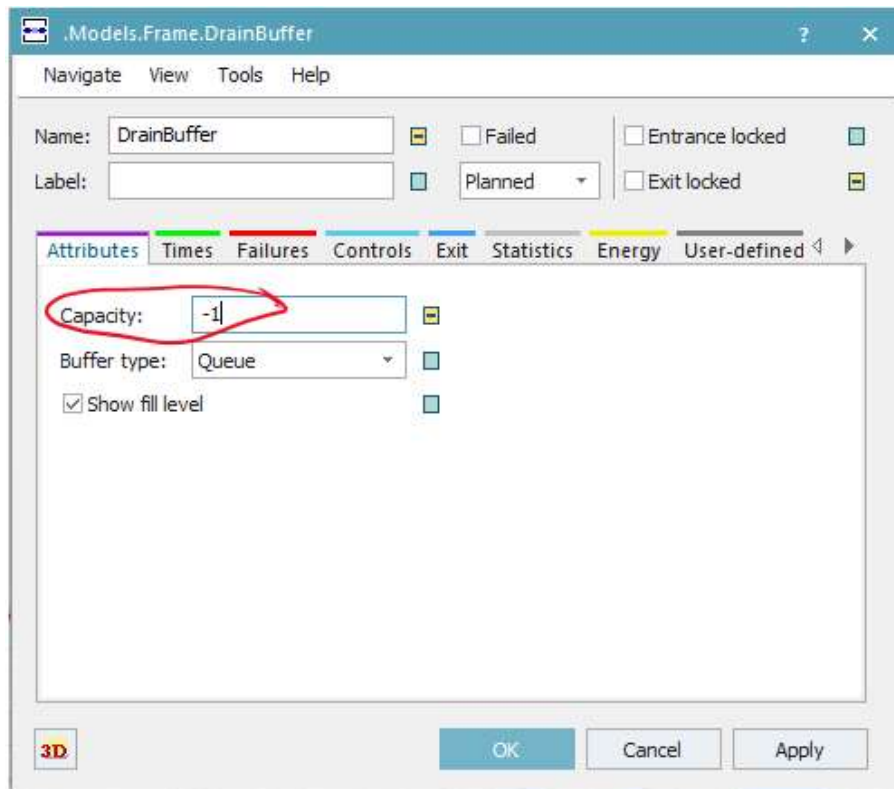
Figur 4.15 Objektet Station egenskapsändringar under Controls.

Alla objekt Buffer ska ändra sin Capacity till siffran ett, se figur 4.16.



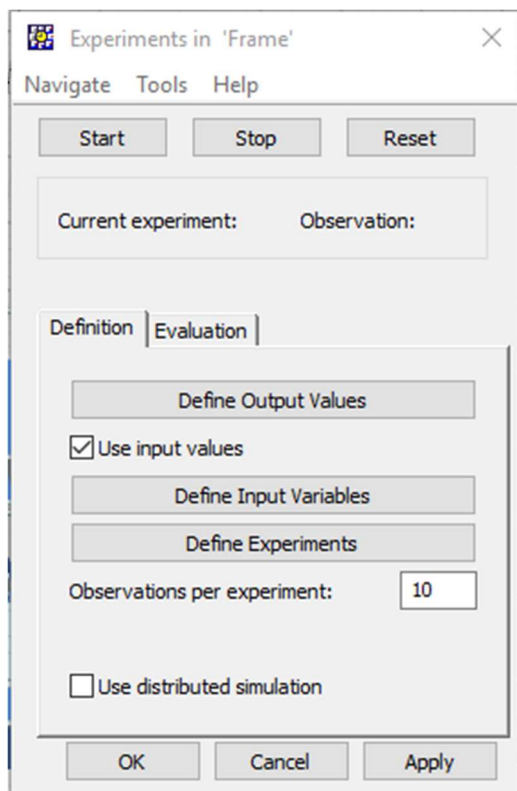
Figur 4.16 Objektet Buffer egenskapsändringar under Attributes.

Alla Buffer objekt som är placerade efter objektet station i modellen, se figur 4.8 ska Capacity ändras till minus ett för att få oändlig kapacitet, se figur 4.17.



Figur 4.17 Döpta objektet "Drainbuffer" egenskapsändringar under "Attributes".

ExprimentManagern skapas *input value* och *output value* det är värdena som skapar verktygets inställningar som vilka globala variabler ska användas vid experimenten och vilken data ska verktyget samla för att visualisera ett resultat från simuleringen.



Figur 4.18 HMI för ExperimentManager

Värdena för *output value* och *input value* ändras genom att klicka respektive knapp “*Define Output Values*” eller “*Define Input Values*” se figur 4.18. Värdena för *output value* ska skrivas som figur 4.19 och värdena för *input value* som figur 4.20.

	Output Values	Description
1	root.Drain2.statDeleted	Amonut of Folds M1
2	root.Drain1.statDeleted	Amount of Folds M2
3	root.Drain11.statDeleted	Amount of Folds M3

Figur 4.19 Output value

	Input Values	Description
1	root.Variation	Batch variation

Figur 4.20 Input value

Tiden för simuleringen och antalet observationer framtoogs genom diskussioner och framtaget i rådgivning från Siemens.

5 RESULTAT

I detta avsnitt omfattas resultaten från de olika områdena i arbetet.

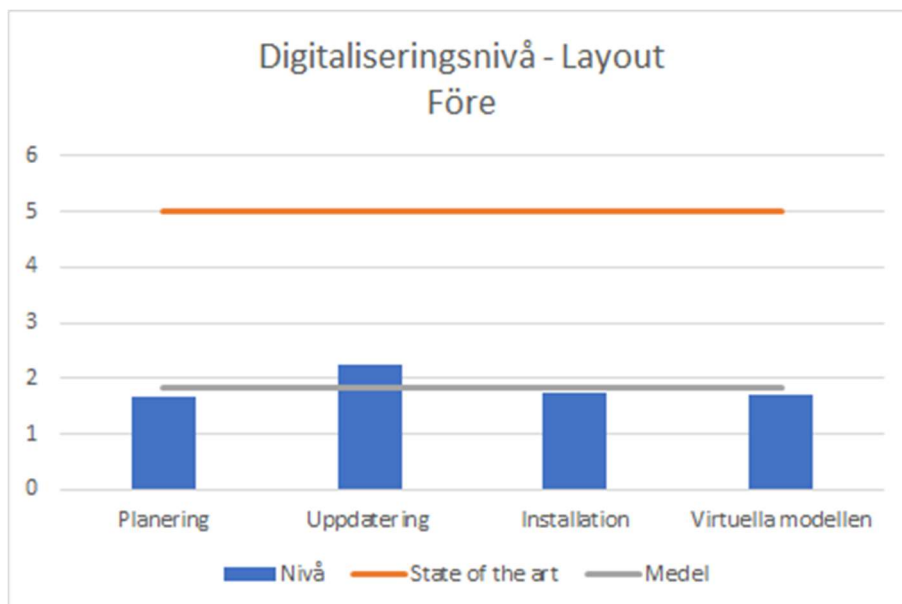
5.1 Metodframtagning

Arbetet började med att åka ut och träffa alla åtta företag i projektet DIP för att se deras verksamhet samt ställa frågor kring digitalisering och 3D-skanning. De frågor som ställdes var främst frågor som tagits fram av RISE IVF som sedan användes som bakgrund till metoden. Se bilaga 1 för frågorna som RISE IVF tog fram.

Svaren på frågorna som ställdes under besöken sammanställdes för att skapa en uppfattning om vad som var de vanligaste svaren och vad för information som saknades. Därefter gjordes egna frågor baserat på frågorna som RISE IVF tagit fram, även baserat på den kunskap som samlats in under företagsbesöken.

Frågorna placerades in i två huvudkategorier, layout och kommunikation. Varje kategori har en underkategori som ska beskriva området frågorna berör. Svar till varje fråga skapades med en skala från 1 till 5 där 5 är bäst.

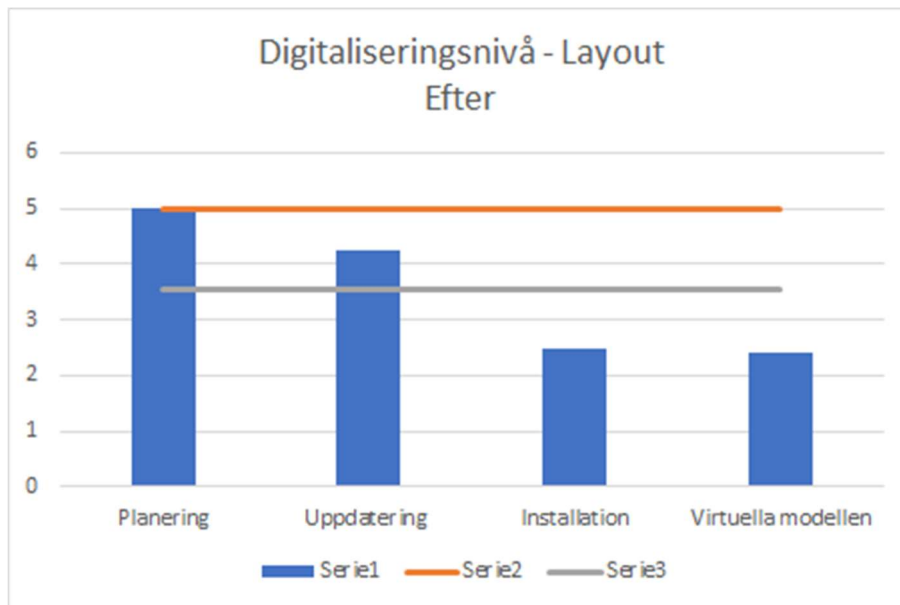
Efter företagsbesöket hos Blomdahls Mekaniska observerades att området med layout låg efter i digitalisering, med t.ex. hur de arbetar med planritningar. Detta blev därför då ett intressant område att undersöka, endast 'Layout'-delen av metoden applicerades då på Blomdahls mekaniska baserat på observationerna under företagsbesöket, se Bilaga 5. Resultatet på metoden blev ett medel på 1.84 av 5 vilket konfirmerade observationerna, se Figur 5.1. Därför utfördes ett arbete med att applicera digitaliseringsnivåhöjande tekniker inom området layout.



Figur 5.1 Diagram på resultatet från metod för digitaliseringsnivå innan implementering av digitaliseringsnivåhöjande tekniker.

Efter appliceringen av digitaliseringsnivåhöjande teknikerna applicerades 'Layout'-delen av metoden igen för att jämföra skillnaden efter implementeringen av teknikerna. Metoden gav

ett resultat på 3.54 av 5, se figur 5.2. Detta resultatet är baserat på att Blomdahls Mekaniska fortsätter att använda sig av de digitaliseringsnivåhöjande teknikerna i framtiden.



Figur 5.2 Diagram på resultatet från metod för digitaliseringsnivå efter implementering av digitaliseringsnivåhöjande tekniker.

5.2 Layoutförslags generering

I detta avsnitt omfattas resultatet av layoutförslagsgenereringen med hjälp av 3D-skanning och punktmoln.

5.2.1 3D-skanning av lokal

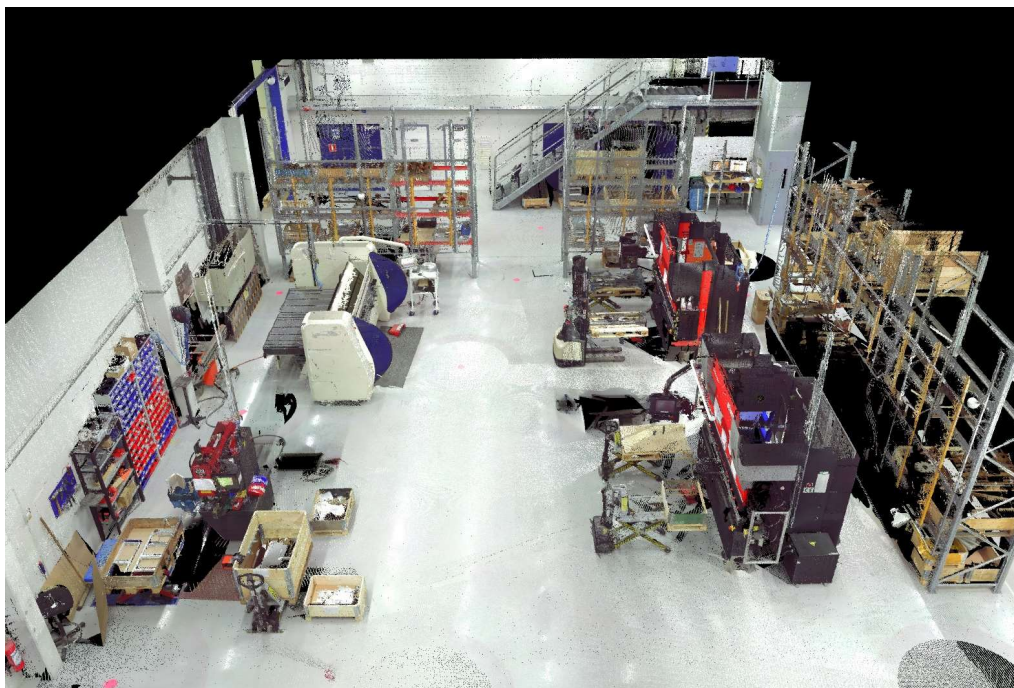
3D-skanningsarbetet började med att klargöra vilka maskiner som ingick i området och fick påverkas i layouten. I nästa steg planerades hur många skanningar som behövdes göras för att få information på alla sidor av alla fyra maskiner i området, totalt nio olika skanningspunkter markerades ut på golvet med papper. Markeringarna fungerar som påminnelser på vart skanningarna ska göras så att inga oklarheter kommer upp under skanningarna. För att kunna koppla samman 3D-skanningarna behövs tre stycken referenspunkter vara synliga, detta för att låsa alla 6 frihetsgrader.

5.2.2 Punktmolnsarbete

Efter 3D-skanning ska skanningarna sättas ihop till ett gemensamt punktmoln, detta gjordes med hjälp av Autodesks ReCap Pro. Sammansättningen av skanningarna gjordes med hjälp av referenspunkterna som placerades ut, en av skanningarna som befann sig i ett hörn hittade ingen matchning med någon referenspunkt och fick då manuellt leta upp tre gemensamma punkter mellan två skanningar och markera dessa på båda skanningarna.

I detta stadiet är alla skanningar ett gemensamt punktmoln av lokalen. För att kunna fortsätta med arbetet layoutförslagen i Navisworks Manage togs taket bort för att enklare få en toppvy samt ta bort befintliga maskiner från punktmolnet.

Taket markeras och läggs in i en egen grupp och kan döljas från punktmolnet, på detta sätt är det lätt att få tillbaka taket om det önskas. Se Figur 5.3 för översikt på ursprungliga layouten i punktmolnet utan tak.



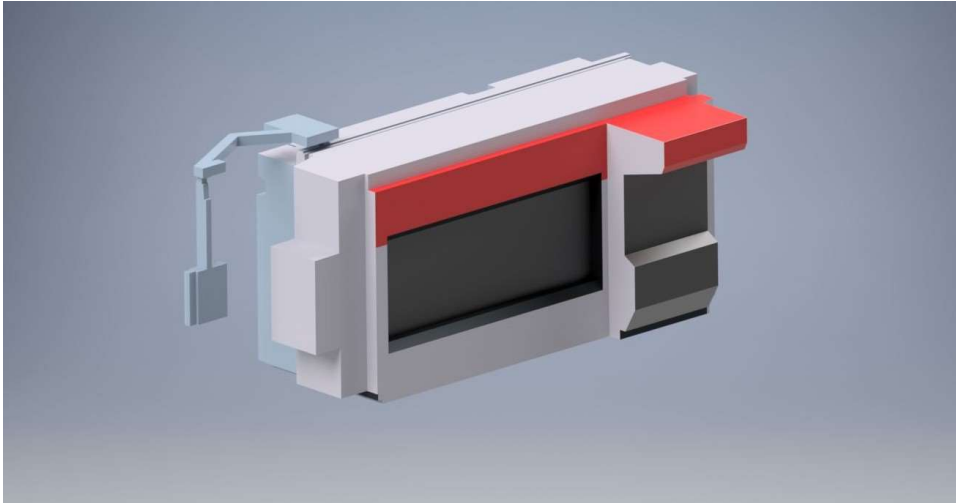
Figur 5.3 Översiktsbild på ursprungs layout

En tom lokal behövdes för att kunna göra layoutförslagen, detta gjordes genom att först ta lägga golvet i en grupp och dölja det. Genom att använda verktyget 'Fence' kunde en maskin markeras och läggas in i en grupp och döpas till ett relevant namn. Detta gjordes på alla maskiner, genom att endast ha en maskin synlig kunde maskinen exporteras till ett .rcs format som kan hanteras av Navisworks manage.

Golvet kan nu visas igen medan alla maskiner är dolda, genom att exportera punktmolnet när alla maskiner är dolda fås ett punktmoln på en tom lokal.

Efter försök att få tag på en CAD-modell av den nya kantpressen, genom mejlkontakt med en säljare på AMADA kom beskedet om att han ej fick tillgång till CAD-modellen, han fick endast tillgång till en 2D-ritning av maskinen.

Maskinen återskapades i Inventor pro 2019 med rätt yttermått men med viss saknad på detaljnivå utifrån ritningen, se figur 5.4.



Figur 5.4 CAD-modell på kantpressen AMADA HG1003 ATC

Den tomma lokalen fördes in i Navisworks Manage samt alla relevanta maskiner för layouten. Maskinerna placerades ut på önskade platser för att få ett bra materialflöde samt att plats finns för maskiner, samt att minska förflyttningar av befintliga maskiner i området.

5.3 Layoutförslag

Med information från Blomdahls framkom det att de har tittat på att köpa en ny kantpress till sin produktion. Den nya kantpressen är betydligt mycket större än befintliga maskiner och är därför osäkra på maskinen får plats i det befintliga området.

Blomdahls Mekaniska planerar att ersätta en av de två befintliga kantpressarna med en ny inom en snar framtid. Enligt Amada kan den nya kantpressen ersätta båda befintliga kantpressar och fortfarande ha högre kapacitet.

Den informationen gjorde att en layout behövs för både endast den nya kantpressen samt en layout med den nya kantpressen med en av de gamla kantpressarna.

Det viktiga var att titta på om det finns plats för den nya kantpressen bland befintlig utrustning och vilka andra maskiner som behöver flyttas för att göra plats. Materialflödet är också en viktig faktor att ta hänsyn till när det gäller placeringen av maskinerna. Det ska vara enkelt att hämta material från lager samt föra färdiga produkter vidare till andra maskiner eller till ett lager.

5.3.1 Layoutförslag 1

I denna layout ersätter den nya kantpressen en av de äldre kantpressarna, den nya kantpressen är placerad i hörnet där Götenedsmaskinen stod tidigare. Göteneds flyttades till andra sidan till ytan som blir när den gamla kantpressen tas bort, se figur 5.5.

Med denna lösning blir det endast en flytt av befintliga maskiner, detta ger mindre risker för problem vid uppstart samt att mindre tid krävs för att utföra layouten.



Figur 5.5 Punktmoln på layout 1.

5.3.2 Layoutförslag 2

I denna layout ersätter den nya kantpressen en av de äldre kantpressarna, för att minska förflyttning av maskinerna placeras den nya kantpressen på ytan som blir när den gamla maskinen tas bort. Den gamla kantpressen som är kvar behöver endast flyttas en bit åt sidan och är den enda förflyttningen av befintliga maskiner. Detta är bra för att hålla nere risken för problem till ett minimum.

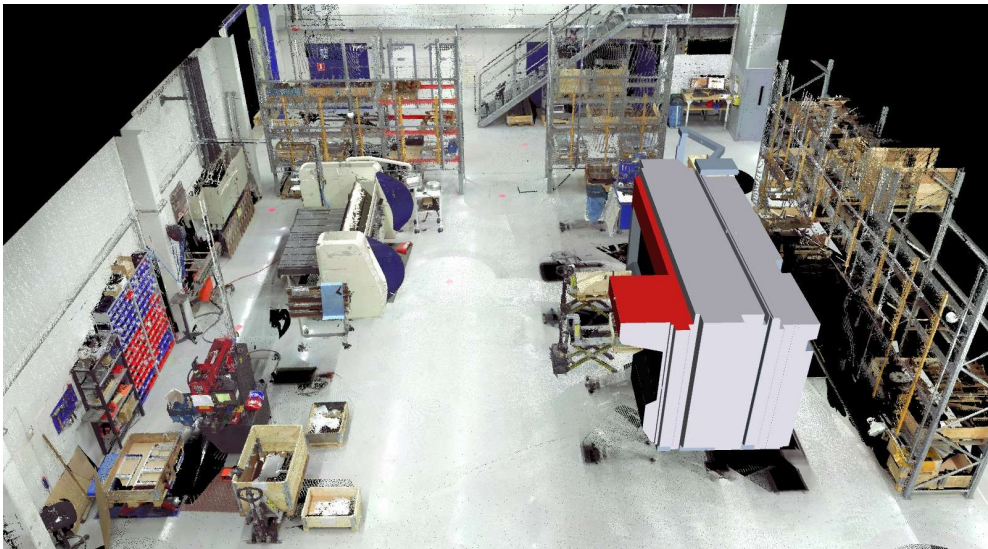
Maskinerna är placerade bredvid varandra vilket ger ett bra materialflöde från lagret till 'pressmaskinen' som står på andra sidan. Se figur 5.6 för översikt på layouten.



Figur 5.6 Layout med liten förflyttning

5.3.3 Layoutförslag 3

Denna layout är annorlunda mot tidigare två förslag, i detta förslag är båda gamla kantpressarna borttagna och ersatta med den nya kantpressen. Detta för att hitta ett layoutförslag på vad försäljaren anser är tillräckligt för att nå samma produktionsvolym. Den nya kantpressen är placerad på den tomma ytan som blir efter borttagningen av de gamla kantpressarna, Se figur 5.7. Detta förslag öppnar upp området så att det inte blir lika trångt med maskinerna. Materialflödet blir den samma som original layouten som fungerar enligt Blomdahls mekaniska.



Figur 5.7 Layout med båda gamla kantpressar ersatta.

5.4 Datainsamling

Processtid

Det tar 20 sekunder att utföra en bockning på de nuvarande kantpressarna på Blomdahls Mekaniska. I tiden är upplockning, bockning och nedsättning av detalj.

Den tänkta investeringen för en ny kantpress som har en automatisk kontrollmätning vilket tar 4 sekunder det medför att processtiden blir 24 sekunder för den kantpressen.

Ställtid

Ställtid för nuvarande kantpressar 15 min manuellt. Tid för att hämta material 2 min och uppgiften utförs med en handtruck. Totala ställtiden blir då 17 minuter.

Kantpressen som funderas på att investeras i är semiautomat. Vilket innebär att ställtiden inte behöver göras manuellt. Enligt intervju med Amada så tar det lika lång tid att ställa om maskinen som att hämta material. Ställtiden blir då 2 minuter.

Arbetsinformation:

Blomdahls Mekaniska använder en kantpress för långserie- och en kantpress för kortserieproduktion.

Produkterna går igenom kantpressprocessen innefattar max 12 bockningar och minst 1 per detalj.

Arbetarna på stationen uppskattar att 5 % av alla produkter har 8 till 10 bockningar. Majoriteten av produkterna består av 1 till 4 bockningar.

Kassation

4 till 5 stycken avvikelser uppskattas per år

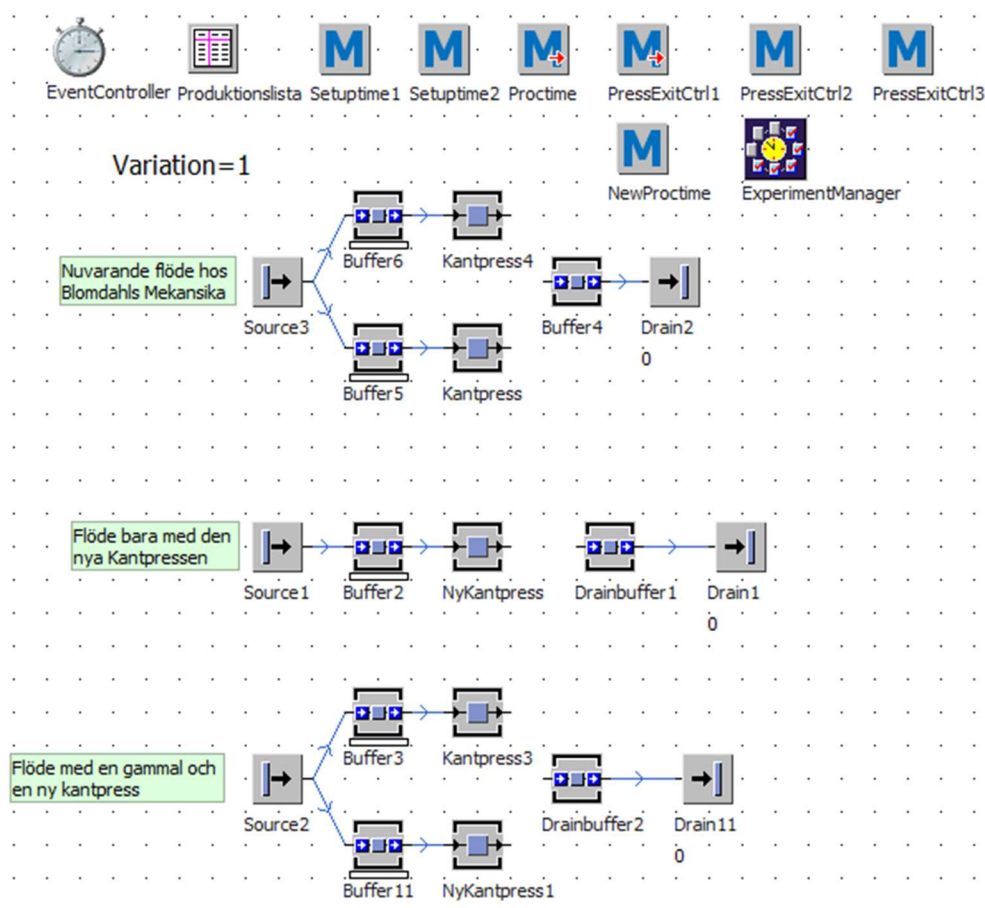
Partistorlek

2 till 2000 produkter per parti 70 % består 50 till 200 produkter per parti.

Den produktionsdata arbetet har haft till sitt förfogande är sammanfattas radvis i bilaga 6. I bilagan beskrivs Blomdahls Mekaniska mest förekommande produkter med partistorlek, antal bockningar per produkt och antal producerade år 2017 och 2018.

5.5 Simulering av digitalmodell

Detta avsnitt omfattar resultatet från simuleringen av den uppbyggda digitala modellen som representerar Blomdahls Mekaniska materialflöde runt om företagets kantpressar. I figur 5.8 visualiseras den digitala modellen som simuleras.



Figur 5.8 2D översiktsbild av arbetets digitala modell, simuleringsmodell.

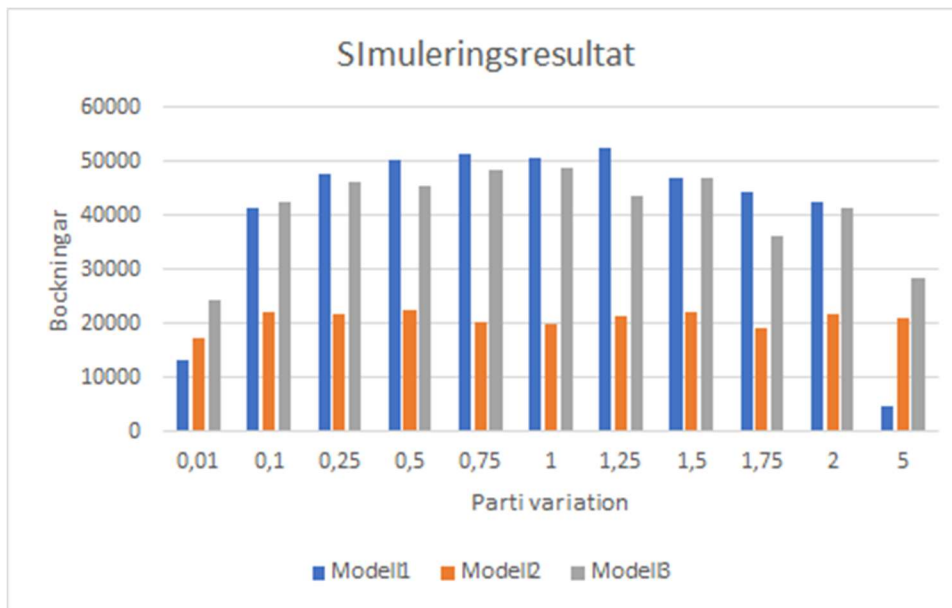
Simuleringstiden för modellen satt till 30 dagar, vilket motsvarar 90 arbetsdagar i verkligheten.

Modell1 är det nuvarande materialflödet med två gamla kantpressar och Modell2 är materialflödet med bara en ny kantpress och sista modellen Modell3 reflekterar resultatet ifrån materialflödet med en ny och en gammal kantpress. Tabell 5.1 beskriver antalet bockningar som utförts under simuleringstiden med en specifik partivariation och figur 5.9 illustrerar en jämförelse mellan de olika modellerna baserat på fakta från tabell 5.1. Med partivariation menas vilket värde som variabeln *Variation* har i simuleringen, i avsnitt 4.2.3 tas innebörden och argumentet upp av variabeln.

Tabell 5.1 Resultat sammanfattning av antalet bockningar

Parti variation	Antal bockningar		
	Modell1	Modell2	Modell3
0.01	13398	17493	24216
0.1	41538	22134	42528
0.25	47612	21877	46162
0.5	50214	22460	45454
0.75	51315	20490	48465
1	50620	20000	48820
1.25	52400	21250	43650
1.5	46980	22350	46980
1.75	44310	19075	36400
2	42640	21800	41600
5	4850	21000	28500

Resultatet från figur 5.9 urskiljs det att antalet utförda bockningar minskar med partistorleken, med antal utförda bockningar utförda på figurens y-axel och *Partivariationen* på x-axeln. Minskningstakten skiljer sig från de olika modellerna och antalet utförda bockningar minskas störst för blå stapel, Modell1 som representerar Blomdahls Mekaniska nuvarande produktionsflöde med två kantpressar och minst av orange stapel, Modell3 som representerar modellen enbart med en nyinvesterad kantpress. Resultatet visar också att antalet utförda bockningar minskar med ökad partistorlek med, som kan urskiljas genom att alla staplar minskar efter att *Partivariation* > 1. Det är ett resultat som inte stämmer överens med experimentets hypotes, för med ökad partistorlek resulterar till mindre stopp och då minskas den totala ställtiden och med tiden som minskas kan detaljer bockas. Antalet minskas också när *Partivariation* < 1 vilket stämmer överens med hypotesen för experimentet. Tiden som sparas på en mindre ställtid är tid som kan användas för att utföra bockningar på detaljer. Alltså borde antalet utförda detaljer öka desto större partistorlekar som används och inte minska. Att antalet bockade detaljer minskar när *Partivariationen* > 1 beror på den simuleringsmodellen uppbyggnad, anledningen för det scenariot tas upp i diskussionen.



Figur 5.9 Sammanfattade simuleringsresultat.

Det som också kan ses i resultatet är att hur alla tre olika modeller påverkas olika av partistorleken. Steget mellan 0,01 till 0,1 av den nuvarande partistorleken är intressant att studera lite närmare på. Resultatet hur modellerna påverkas av en så extrem partistorlek, en procent av den dagens använda partistorlek. I Figur 5.9 urskiljs det tydligt att modell 1 har störst differens mellan antalet utförda böckningar, efter kommer Modell 3 och bäst är Modell 2 med bara en ny investerad kantpress. Alla modeller minskar men antalet utförda böckningar minskas med 68%, 43% respektive 21 %. Slutsatsen av det resultatet är att med en mindre ställtid blir produktionen mer flexibel utan större förlust på produktionsvolymen.

6 DISKUSSION

Detta kapitel omfattar författarnas diskussion kring arbetets resultat.

6.1 Metodframtagning

Resultatet från metoden på digitaliseringsnivå förväntades ligga någonstans under mitten på skalan baserat på observationerna under besöket. Detta bekräftades efter appliceringen av metoden med resultatet 1.84 av 5. Något att ta hänsyn till när det gäller resultatet är att denna metod är endast en grund som ska användas för att bygga vidare på, resultatet representerar därför inte ett exakt värde på digitaliseringsnivå utan en ungefärlig uppskattning för att ge ett värde att jämföra mot.

Endast 'Layout'-delen av metoden användes för att bestämma digitaliseringsnivån för Blomdahls Mekaniska. Detta gjordes på grund av att den ansågs vara den enda relevanta delen för att få ett resultat som gick att jämföra efter implementeringen av teknikerna. Genom att endast använda en del av metoden gjorde att värdet på digitaliseringsnivån endast är för arbetet inom 'layout' och inte digitaliseringsnivån för hela Blomdahls Mekaniska som ett företag. Resultatet av metoden efter implementeringen av teknikerna får därför större betydelse på slutvärdet än om 'kommunikation'-delen av metoden skulle användas också. Användning av 'kommunikation'-delen skulle ge ett mer korrekt värde för Blomdahls Mekaniska som helhet, både före och efter.

6.2 Layoutförslag

Att arbeta med tekniker som anses ge högre digitaliseringsnivå ställer även krav på utomstående företag att uppnå en högre digitaliseringsnivå för att utföra ett smidigt arbete.

Genom att inte få tillgång till en CAD-modell på kantpressen från leverantören påverkade detta arbetsprocessen negativt, genom att mer tid måste läggas ner på att skapa en egen CAD-modell utifrån ritningar.

Smidighet samt noggrannhet är något arbetssättet med 3D-skanning och punktmoln möjliggör men hindras av tredjeparter som inte kan leverera de önskemål man ställer. Ska ett arbete göras med 3D-skanning bör krav ställas på leverantörer redan under upphandlingsfasen att leverera det underlag som krävs för att kunna utföra arbetet.

En maskin som ansågs vara stationär och inte berördes under layoutförslagen var pressmaskinen, se bilaga 3. Detta var för att golvet bredvid maskinen hade en nedsänkning som gjordes av tidigare ägare av lokalen. I dagsläget utnyttjas nedsänkningen med hjälp av ett lyftbord för att fungera som ett avlastningsbord bredvid maskinen. För att undvika onödiga kostnader för att fylla igen hålet valdes därför att inte beröra maskinen och fortsätta utnyttja nedsänkningen som tidigare. Detta fungerade endast om den nya kantpressen fick plats, skulle det bli problem med plats skulle andra alternativ behövt undersökas.

Omplacering av maskinerna medför en förändring på avståndet i materialflödet. Projektet anser att avståndsförändringen inte påverkar materialflödet genom förflyttningar av maskinerna. Detta på grund av att maskinerna är inom samma område och materialflödet följer fortfarande samma linje som tidigare.

Skulle materialflödet påverkas efter en flytt av maskinerna skulle denna påverkan vara minimal, dock skulle den behövas ta hänsyn till om ytterligare arbete skulle göras med området för att få en mer exakt uppfattning.

6.3 Simulering

Resultatet av simuleringsmodellen visar att antalet utförda bockningar varierar beroende på vad företaget använder för partistorlek som kan urskiljas i figur 5.8. Blomdahls Mekaniska har tänkt att investera i en ny kantpress med fyra sekunders längre processtid om den automatiska kontrollmätningen används efter varje bockning som den tänkta kantpressen är semi-automatisk. Det medför att bara små partier blir snabbare med den nya kantpressen än den gamla därför att den nya kantpressen har en 15 minuter kortare ställtid men en 4 sekunder längre processtid. Med större partistorlekar kommer den nya kantpressen att förlora i antal utförda bockningar jämfört med de kantpressarna Blomdahls Mekaniska använder idag.

$$15 [\text{min}] * 60 / 4 [\text{sekunder/bockning}] = 225 \text{ antal bockningar}$$

Om kontrollmätning-funktionen används varje gång efter varje bockning resulterar det till att den nya kantpressen kan utföra 255 bockningar under skillnaden i ställtiden. Däremot så ökar det resultatet om den automatiska kontrollmätningen utförs mer sällan än efter varje gång. Arbetet har bara tagit hänsyn till att en kontrollmätning görs varje gång och tillför att cykeltiden blir fyra sekunder längre, men i verkligheten kommer inte företaget att göra det som de redan har väldigt få defekta detaljer redan. För att få ett bättre och mer trovärdigt resultat skulle denna faktor inkluderas i simuleringen, för att hitta en optimal lösning skulle vara att ha en dialog med företaget och se ur de skulle använda sig av funktionen eller uppskatta ett kontrollmätningintervall. Om kontrollmätningen skulle göras var tionde detalj skulle ge 2250 detaljer under ställtiden och 20,4 sekunder processtid. Det skulle medföra att en investering av en ny kantpress skulle ge flexibilitet genom den korta ställtiden samt 0,4 sekunder längre processtid än den nuvarande processtiden 20 sekunder medför en produktionsminskning på 2%.

Ett annat problem i simuleringsmodellen har identifierats och är en stor möjlighet att resultatet sammanfattas till det resultat som visar figur 5.2. Det är hur simuleringsmodellen är uppbyggt. Simuleringsmodellen räknar alla detaljer först när alla har bockats klart i objektet *Station*, som har döpts om till kantpress eller ny kantpress, se figur 5.1. Större partistorlekar tar längre tid och om då simuleringstiden tar slut mitt i ett stort parti kommer inte de räknas med därför kan det vara så att resultatet blir mer missvisande efter partivariationen blir större än 1.0, men däremot visar modell 2 att det inte gäller för alla som antalet är konstant efter 1.0. Det kan också vara att den slår precis över till ett fullt parti några gånger av simuleringar och den andra hinner inte partiet bli klart och av slumpen resulterar det till att utförda bockningar blir ungefär det samma varje simulering. Problemet skulle kunna lösas genom att genom att ha en ställtid som varierar när den ska utföras beroende på partistorlek. En annan lösning på problemet skulle kunna vara att skapa en modell som räknar varje detalj när den är klar istället att räkna när alla i partiet är klara som modellen gör förtillfället.

6.4 Datainsamling

Projektet anser att datainsamlingen måste förbättras för att kunna ge ett mer resultat givande slutsats. I simuleringsmodellen finns ingen så kallad "downtime" detta är ytterst ovanligt i verkligheten. Det är vanligt med improviserade pauser som toalettbesök och det påverkar resultatet.

Datainsamlingen runt om maskinerna kan bli bättre, har kantpressarna utnyttjandegraden 100%, enligt statistik är det inte troligt. Vetskapen av vilken utnyttjande som maskinerna har

bra belägg för produktionsstrategi. Av informationen från Blomdahls Mekaniska i bilaga 6 beskriver bara det vanligaste produkterna och deras produktionsvolym och vanligaste partistorlek. Utöver produkterna som finns i bilaga 6, hur mycket mer produkter finns det och vad är det totala antalet producerade produkter per år och hur mycket är det i jämförelse med antal som projektet har erhållit? Den informationen som saknas avgör om det finns en tydlig överproduktion eller är den minimal. Det resultatet är en viktig grund att stå på när ett beslut om investeringsfrågan ska beslutas. Utnyttjandegraden för maskiner i svensk industri ligger mellan 50 och 70% och utnyttjade graden på kantpressarna kan inte visas genom att totalvolym inte har tillhandhållits, statistiken visar att utnyttjandegraden på kantpressarna ligger inom det procentspannet men kan också ligga över eller under det.

Data för processtiden för kantpressmaskinen är erhållit från företagets offert till kunderna. Informationen har inte kontrollerats, men i den tiden ska det ingå att ta upp, bocka och placera ner detaljen.

Det som kan ses är att en kombination av en ny och en gammal kantpress utför lite mindre bockningar jämfört med två gamla kantpressar. Den varianten ger också flexibilitet till produktionen. Blomdahls Mekaniska har en kantpress till längre serier och en kantpress till kortare och den som kör de kortare byts då ut mot en ny. Modellen som är simulerad skickar bara cykliskt när en *buffer* är ledig fylls den på med kan ny produkt.

Projektet har antagit att den nya kantpressen gör en kontrollmätning som tar 4 sekunder. Men enligt säljaren för kantpressens företag kan kontrollmätningen undvikas att köras varje gång och att det är personen som utför arbetet har möjligheten att bestämma hur ofta den ska göra det. Det gör att skillnaden för varje bockning minskar och en nyinköpt kantpress kan utnyttjas mer jämförelse om en kontrollmätning genomförs efter varje bockning.

Om mätningen skulle göras var fjärde gång under processen så erhålls den nya kantpressen en ny processtid på 21 sekunder. Det gör att den nya kantpressen kan utföra 900 stycken bockningar till den går plus minus noll med Blomdahls nuvarande kantpress. Det resulterar att den nya kantpressen blir mycket effektivare samt en bättre investering för Blomdahls Mekaniska.

7 SLUTSATS

Metoden för att bestämma digitaliseringsnivån är väldigt ytlig och bör utvecklas för att få mer exakta resultat, men metoden är tillräcklig utförd för att få en översiktlig bild vart företag ligger jämfört mot *'state of the art'*.

Alla tre layoutförslag visar att den nya kantpressen får plats i området i verkstaden, det är upp till Blomdahls Mekaniska att välja vilket av alternativen som passar dem bäst. Med tanke på att materialflödet inte påverkas markant mellan förslagen borde fokuset läggas mer på vilket alternativ där minst förflyttning av befintlig utrustning görs.

Simuleringsresultatet visar att antalet utförda bockningar är beroende på den partistorleken som används i produktionen. Det är på grund av olika processtiderna och ställtiderna mellan kantpressarna. Om en investering av en ny kantpress görs, bör en undersökning om partistorleken göras för att optimera antalet utförda bockningar med det materiella som finns tillgängligt och för att inte riskera att den totala produktionen minskar jämfört med innan investeringen.

Simuleringsmodellen som har byggts upp är väldigt enkel. Den har svagheter som nämns i diskussionen om hur den kontrollerar för stora partier. Genom att datainsamlingen är bristande i sin kvalitet kan inte någon precis slutsats dras från resultatet om hur mycket bättre den ena lösningen är den andra. Den slutsats som kan dras är att vi ser att den nya kantpressen inte alls är lika effektiv som de gamla som Blomdahls Mekaniska redan använder och kan inte ersätta produktionskapaciteten med partistorleken som används idag. Det som man med hjälp av simuleringen kan se är att partistorleken har betydelse för antalet bockningar, men för att få ett mer precist resultat och hur stor betydelse behövs modellen designas om och den data som används uppdateras.

Att arbeta med en högre digitaliseringsnivå kan skapa en bra plattform för förbättringsarbeten, möjligheterna för det arbetet är väldigt stort. Det kan också hjälpa arbeten i planeringsstadiet och minimera problem vid installation, om Blomdahls Mekaniska skulle använt 3D-skanning vid lokalbytet kanske skulle minimera problemen som uppstod i samband med deras flytt. Arbetet med en högre digitaliseringsnivå ställer också krav på företagets omgivning för att arbetet ska kunna utföras, 3D-modeller måste vara tillgängliga för att kunna skapa bra noggrannhet i arbetet med punktmoln. Mer exakt data kan samlas in för att skapa en simuleringsmodell som skapar mer trovärdiga simuleringar.

I samtal med Blomdahls Mekaniska så ser de potentialen av användningen av teknikerna men inte en fullskaligmodell. De anser att teknikerna är dyra i jämförelse hur mycket de kan använda teknikerna, eftersom stora omflyttningar och inköp av maskiner inte sker dagligen. Ett mindre kostsamt alternativt är mer intressant då användningen av teknikerna sker allt för sällan för att ha stora fasta kostnader på licenser som inte används full ut.

8 REFERENSER

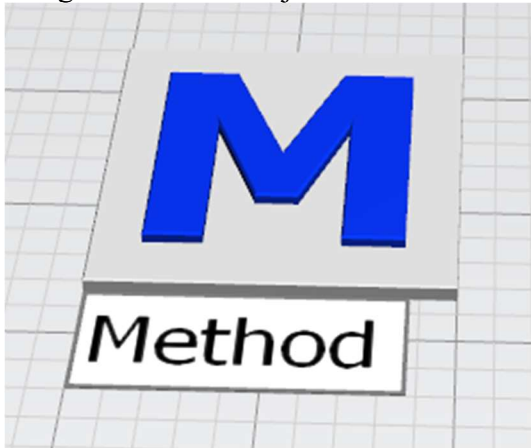
- [1] Europeiska kommissionen, "What is an SME?," [Online]. Available: http://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition_sv. [Använd 19 Maj 2019].
- [2] P. Gullander, "Ansökan inom FFI Hållbar produktion," RISE IVF, Göteborg, 2018.
- [3] Gartner, "Digitization," [Online]. Available: <https://www.gartner.com/it-glossary/digitization/>. [Använd 15 September 2019].
- [4] Gartner, "Digitalization," [Online]. Available: <https://www.gartner.com/it-glossary/digitalization/>. [Använd 15 September 2019].
- [5] Gartner, "Digital Transformation," [Online]. Available: <https://www.gartner.com/it-glossary/digital-transformation>. [Använd 15 September 2019].
- [6] D. Kättström, "Digitaliseringen förändrar hela vår värld," Forskning.se, 12 April 2016. [Online]. Available: <https://www.forskning.se/2016/04/12/digitaliseringen-forandrar-hela-var-varld/>. [Använd 20 Maj 2019].
- [7] L. S. GOULD, "WHAT ARE: DIGITAL TWINS and DIGITAL THREADS?," *Automotive Design & Production*, vol. Vol. 130, nr 2, pp. 30-32, 2018.
- [8] Faro, "LASER SCANNER FOR FAST AND EXACT INDOOR AND OUTDOOR MEASUREMENTS IN THREE DIMENSIONS: SIMPLY AT YOUR FINGERTIPS," [Online]. Available: <https://www.faro.com/en-gb/products/construction-bim-cim/faro-focus/>. [Använd 10 05 2019].
- [9] M. Glatta, G. Kasakowa och J. C. Auricha, "Combining physical simulation and discrete-event material flow simulation," *Procedia CIRP*, vol. Volume 72, pp. 420-425, 2018.
- [10] SIEMENS, "Plant Simulation," [Online]. Available: <https://www.dex.siemens.com/plm/plant-simulation>. [Använd 20 April 2019].
- [11] S. Bangsow, *Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk*, Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2010.
- [12] H. Johannesson, J.-G. Presson och D. Pettersson, *Produktutveckling, effektiva metoder för konstruktion och design*, Stockholm : Liber, 2013.

9 BILAGOR

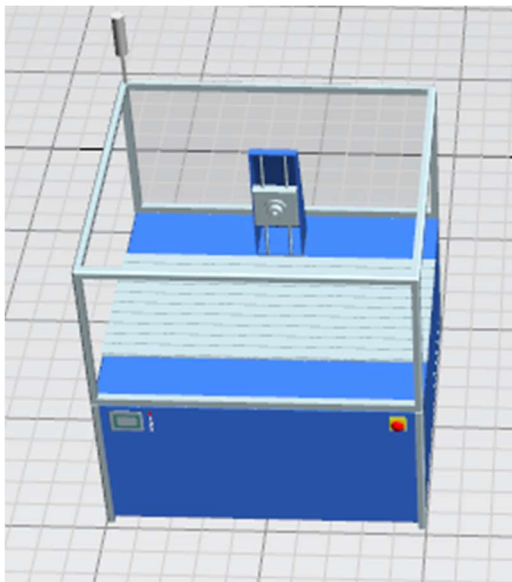
Bilaga 1. Frågor från RISE IVF

1. Vem gör ert layout arbete för en ny eller ombyggnad av produktionsutrustning
2. Sker detta i 2D eller 3D.
3. Finns byggnaden med resurser (el, vatten, luft. Avlopp) beskrivet i 2D eller 3D.
4. Hanterar ni 3D underlag på era produkter internt eller externt. (format/system?)
5. Vilka format (papper/data) hanterar ni underlagen för ny eller ombyggnad av produktionsutrustning.
6. I vilka system hanterar ni dessa underlag.
7. Vilket underlag går ut till line-byggarna.
8. Vet ni vilka system som era linebyggare/ beställare hanterar underlagen i.
9. Sker det en interaktion med digitala underlag under själva projekteringen eller är det envägs kommunikation.
10. Vem programmerar den nya utrustningen.
11. När görs detta
12. Sker det on-line eller off-line.
13. Har det varit störningar vid uppstart på grund av att den byggda utrustningen inte gått att programmera mot den digitala nominella modellen (t.ex. i robotstudio)
14. Har det gått att justera utrustningen mot CAD modellen eller justeras CAD modellen.
15. Hur ser ni på betydelsen av överensstämmelse mellan de virtuella (CAD/simulerings) modellerna av era produktionsutrustningar.

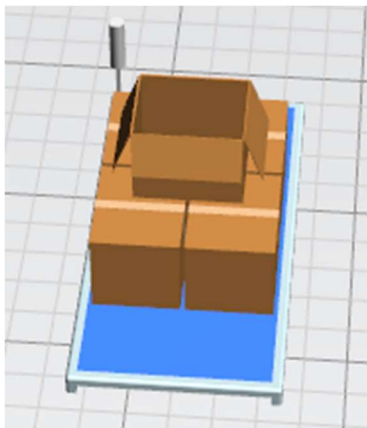
Bilaga 2. Använda objekt i Plant Simulation



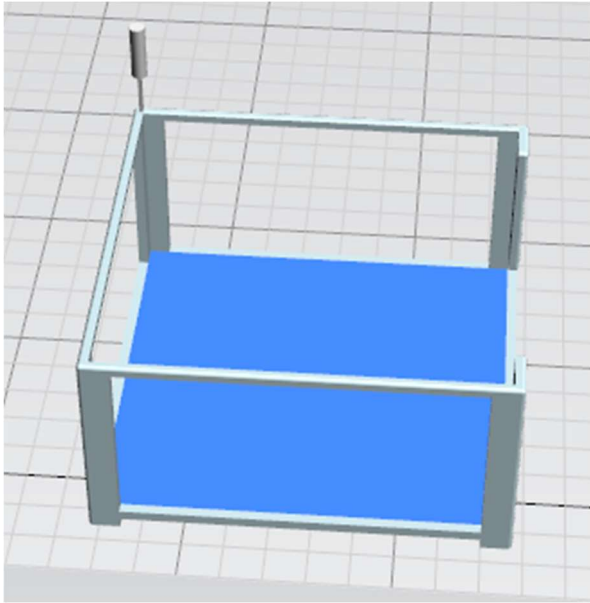
Method - tillämpar modifieringar av objekt



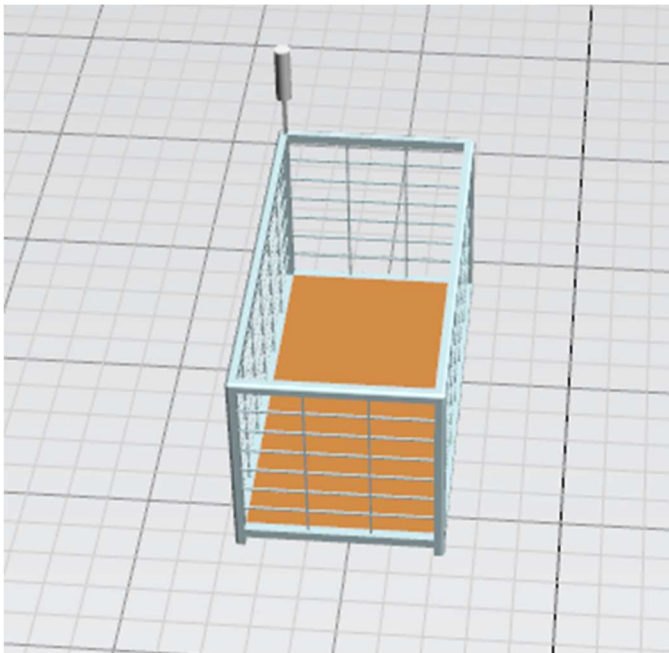
Station – Utför processtid av produkten



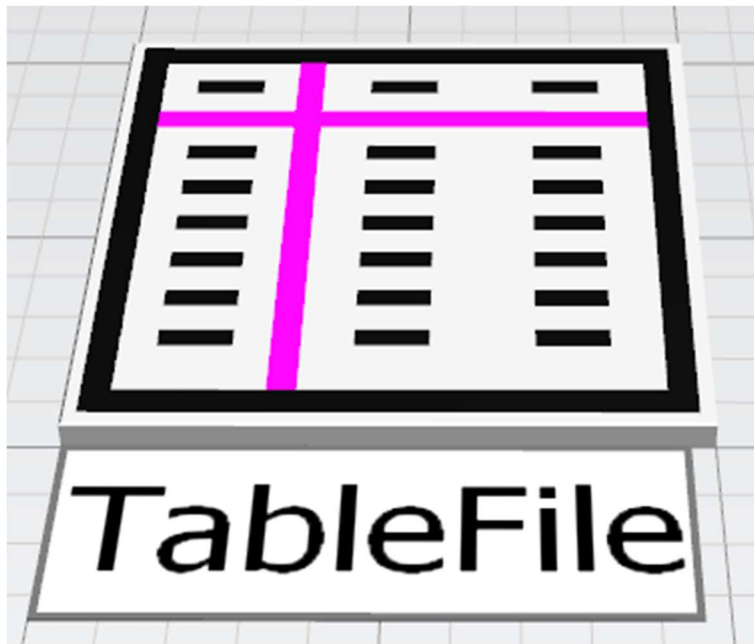
Source – Skapar produkter till simuleringen



Buffer – En plats produkter kan läggas i för att kunna skapa jämnare flöde.



Drain – Raderar produkterna från simulationen. Slut objektet till simuleringen.

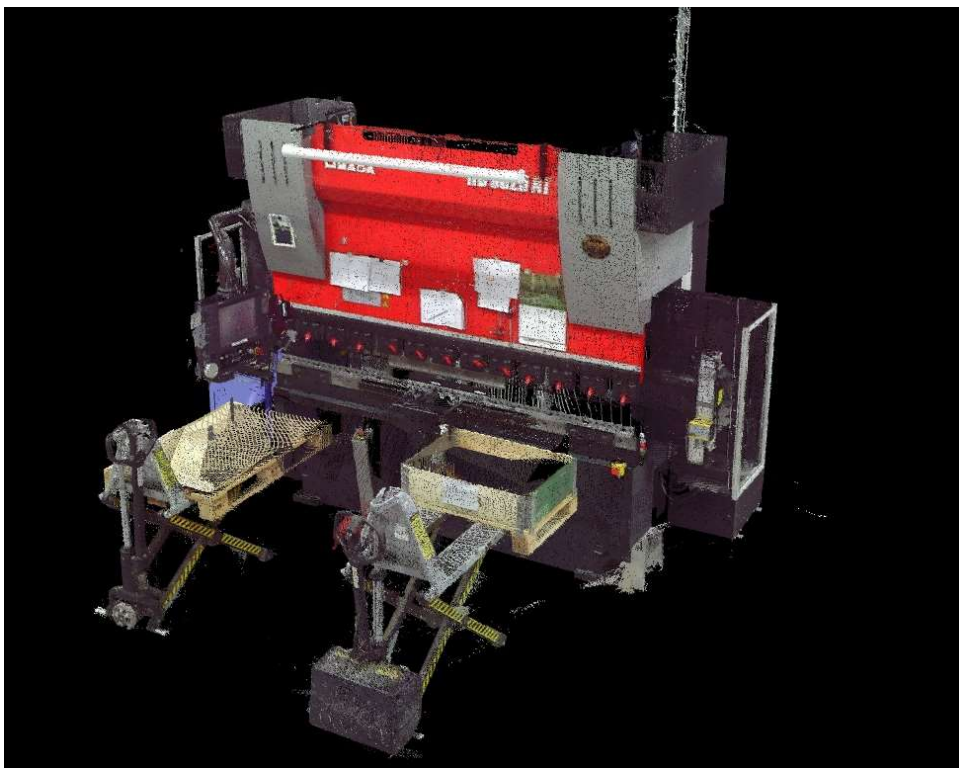


TableFile – skapar möjligheten att addera flera produkter till simulationen.

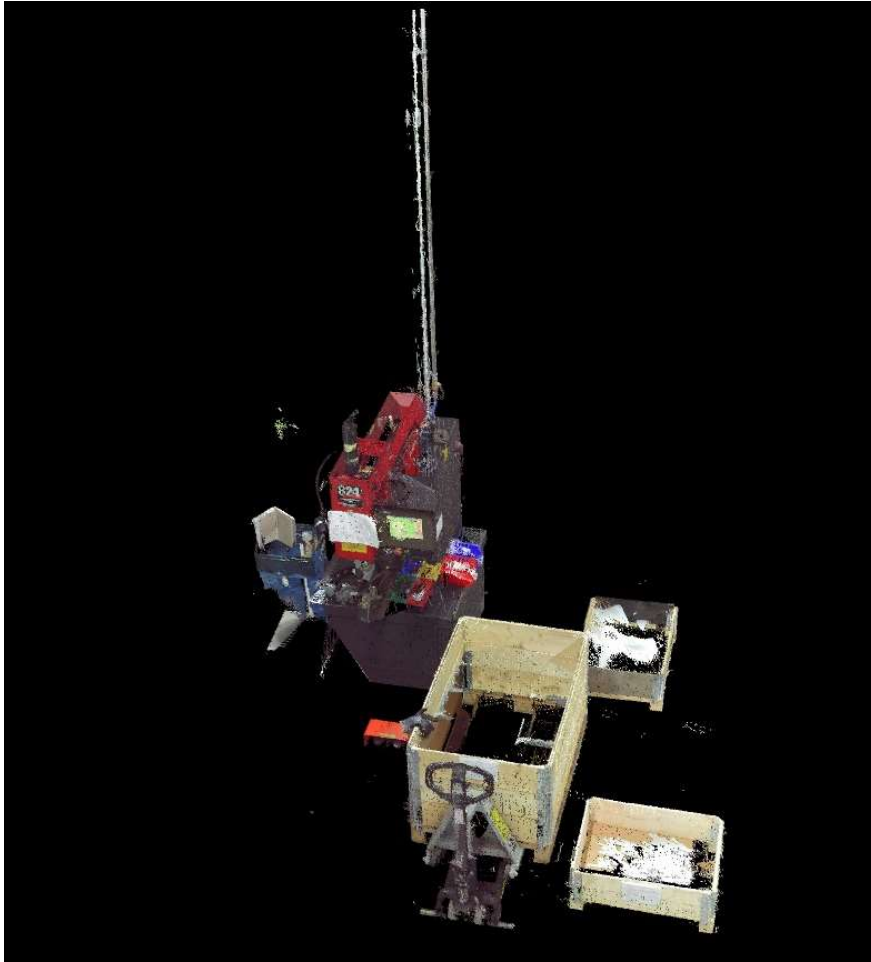
Bilaga 3. Lista på maskinerna som berörs i layoutförslagen.



Göteneds bockningsmaskin



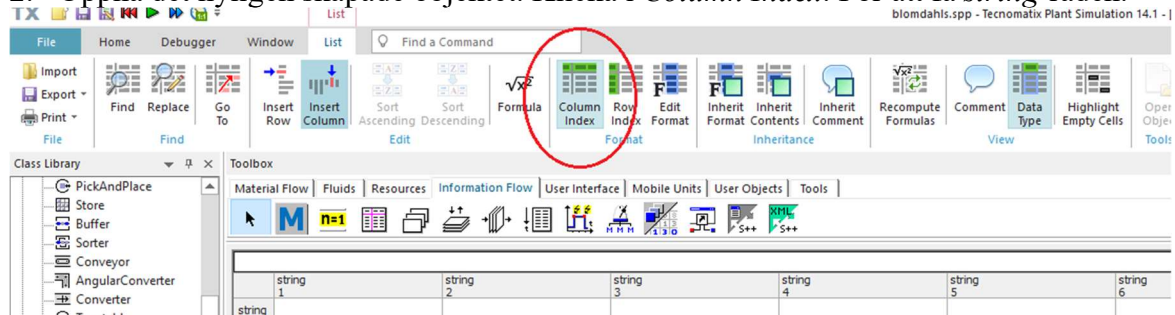
Två likadana Amada kantpressar



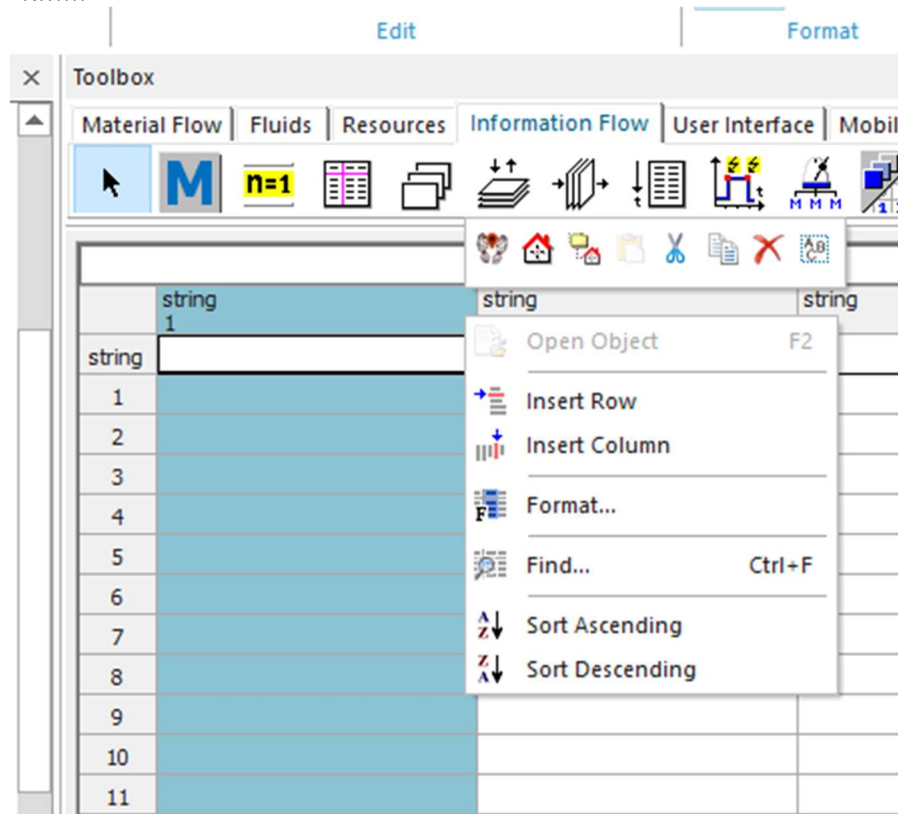
Pressmaskin

Bilaga 4. TableFile-guide

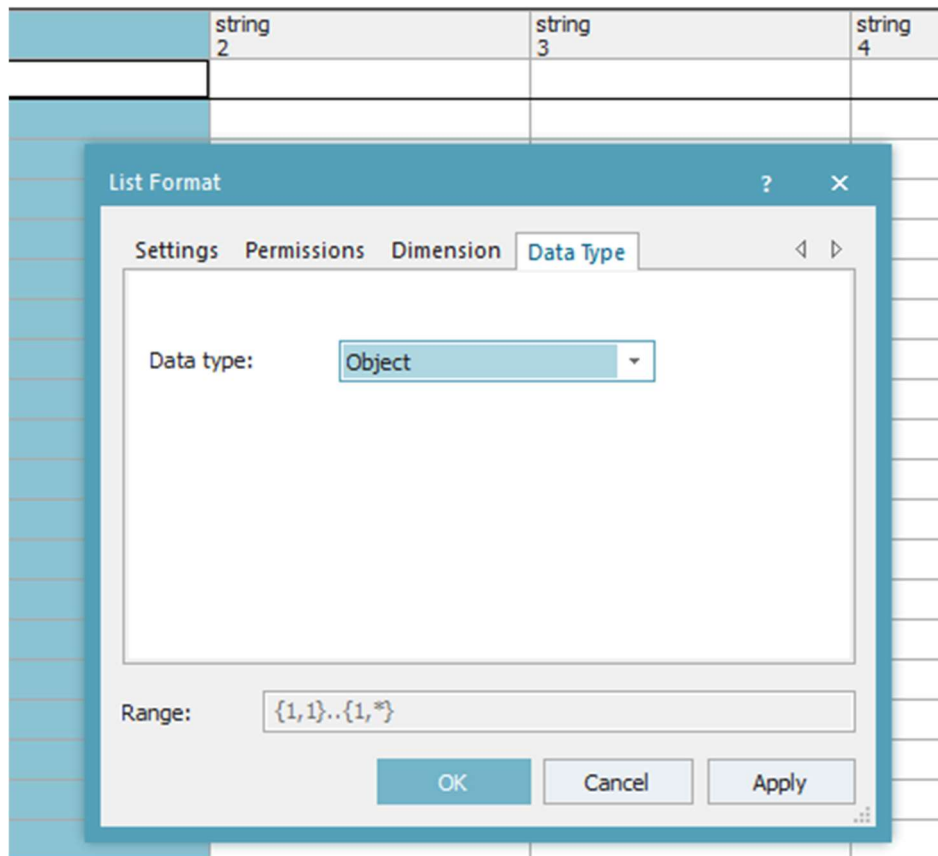
1. Skapa en *Tablefile* genom att dra *TableFile*-ikonen under *InformationFlow* mappen eller fliken i *Class Library* respektive *Toolbox* ut till din arbetsplan.
2. Öppna det nyligen skapade objektet. Klicka i *Column Index*. För att få *string*-raden.



3. Ändra kolumnen attribut genom att markera hela kolumnen och högerklicka och tryck på *Format*....



4. Ändra *Data type* till önskat attribut. (Kolumn 1: *Object*, 2: *Real*, 3: *Intergrer*, 4: *String*, 5: *Table*).



5. Lägg till produkter till objektet *TableFile* till den första kolumnen genom att dra produkterna till en egen cell.
6. Övrigt värden se figur X. för att se projektets *TableFile* objekt, *Produktionslista*

Bilaga 5. Digitaliseringsmetod med frågor och Blomdahls mekaniska svar i grönt.

Layout					
Planering	1	2	3	4	5
Vid en ombyggnation, hur planeras layoutförändringarna. Hur planeras en ombyggnation? vilka visuella hjälpmedel	2D, Pappersritningar	2D-bild, digitalritning	3D, rörlig, ej redigeringsbar	3D, rörlig, redigeringsbar (CAD)	3D, verklig modell (CAD i punktmoln)
Vilka medel används för att avgöra placeringen av cell/utrustning.	2D, Pappersritningar	2D-bild, digitalritning	3D, rörlig, ej redigeringsbar	3D, rörlig, redigeringsbar (CAD)	3D, verklig modell (CAD i punktmoln)
Vilka verktyg används för uppmätning i planeringsstadiet.	Analoga mätinstrument	Digitala offline instrument	Digitala online instrument	Laser utan punktmoln temporära refer	Laser med punktmoln fasta refer
Uppdatering	1	2	3	4	5
Vilka förändringar i huvudlayouten görs efter ombyggnation? Vad tas med i huvudlayouten efter ombyggnation? Till vilken grad uppdateras huvudlayouten efter ombyggnation?	Har ingen huvudlayout	Tar inte med förändringar	Importerar enskilda objekt och uppdater	Importerar hela modellen	Fullständigt allt är med, ny scanning g
Hur ofta uppdateras huvudlayouten? Till vilken grad uppdateras huvudlayouten efter mindre förändringar?	Har ingen huvudlayout	Inte alls	Med jämna mellanrum	Vid större förändringar	Vid alla väsentliga förändringar
Hur uppdaterar ni er huvudlayout?	Har ingen huvudlayout	Ritar in i 2D-skiss	Uppdaterar digital 2D	Uppdaterar digital 3D bild	Ny scanning, uppdaterat punktmoln
Vilka typer av refer använder ni vid en uppmätning/scanning.	Vi gör inga uppmätningar/scanningar		Temporära refer		Fasta refer
Installation	1	2	3	4	5
Till hur stor grad överensstämmer den virtuella modellen den fysiskt installerade.	Ingen virtuell modell	Stämmer inte alls	Stämmer lite	Stämmer bra	Stämmer exakt
Vilka verktyg används för fysisk uppmätningen av cellens/utrustningens placering.	Analoga mätinstrument	Digitala offline instrument	Digitala online instrument	Laser utan punktmoln temporära refer	Laser med punktmoln fasta refer
Vid installation, hur verifierar man att objektet får plats?	2D, Pappersritningar	2D-bild, digitalritning blob	3D, rörlig, ej redigeringsbar	3D, rörlig, redigeringsbar (CAD)	3D, verklig modell (CAD i punktmoln)
Hur programmerar ni det nyinstallerade objektet? (Online, offline)	Online		Offline men bekräftar online		Enbart Offline
Virtuella modellen	1	2	3	4	5
Till vad kan ni använda er digitala tvilling/modell?	Har ingen virtuell modell	Marknadsföring	planering (ombyggnation)/programering	simulering och planering/programering	allt
Till vilken grad använder ni er digitala tvilling/modell?	Har ingen virtuell modell	Marknadsföring och visualisering	Markn. planering	Markna. plan. simulering	markna. plan. sim. Optimering
Hur byggs cellen upp virtuell?	Byggs inte upp virtuell	2D program (digital ritning)		3D program som CAD	3D modell insatt i punktmoln
Har ni 3D scannat fabrik mm: Hur är er fabrik visualiserad?	Inte visualiserad	Pappersritning	2D-ritning	3D-bild	Punktmoln, 3D-scannat
Finns all relevant information i huvudlayouten?	Har ingen virtuell modell	Nej	ja, men inte tex vatten/el-ledningar	Ja	Ja, exakt kopia
Vid optimeringsarbete hur testas och verifieras det.	Gör inga optimeringsarbeten	Klockade tider samt pappersuträkningar	Analoga mätinstrument, digitala program	Simuleras med hjälp manuell handdata	Simuleras med hjälp auto. handdata
Vid installation, är objektet uppbyggt i en virtuell värld innan?	Har ingen virtuell modell	Nej	Bara sett hur det sett ut	Simulerat	simulerat och korrigerat

Bilaga 6. Produktionsinformation från Blomdahls Mekaniska

Artikelnummer:	Benämning:	Antal bockar	Kundnummer: Förbr, 2017: Förbr, 2018:	<u>Batch</u>
21010-155		3		
16128A		8		
1005173		3		
VE13081		3		
16127A		4		
17683A		8		
T5204-KT-3020-00		8		
84744293		2		
84737677		1		
T5204-KT-1016-AL		6		
MS1-45		6		
MA11086		1		
MU84744586		4		
T5204-KT-2006-AL		4		
62029-001		8		
14975A		2		
MV84754777		2		
MV84754745		2		
MV581861		2		
62029-004		8		
T5204-KT-1001-AL		6		
1006251		2		
697340-006		4		
T5204-KT-2001-AL		4		



Censurerad Data