
INFORMATIESTROMINGEN

ANALYSE VAN INFORMATIESTROMINGEN BINNEN EEN RAPID PROTOTYPING FACILITEIT

*DIT RAPPORT IS EEN UITEENZETTING VAN EEN ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKHEDEN,
HINDERNISSEN, CONCURRENTIE EN THEORETISCHE BASIS VAN EEN RAPID PROTOTYPING FACILITEIT
GEBASEERD OP DE BEDRIJFSFILOSOFIE VAN CNC WORKNET.*

Naam:	M.S. Essers
Studentnummer:	S 0112690
Begeleider (extern en intern):	ir. D.C. ten Dam
Extra Begeleider:	dr.ir. D. Lutters
Hoogleraar:	Prof. ir. A.O. Eger
Opdrachtgever:	CNC Worknet / Universiteit Twente Bachelor Eindopdracht Industrieel Ontwerpen Enschede, januari 2009

VOORWOORD

Universiteit Twente – Industrieel Ontwerpen

Bedrijf: CNC Worknet

Examencommissie: Prof. ir. A.O. Eger en ir. D.C. ten Dam

Dit verslag is een uiteenzetting van de resultaten en bevindingen in een onderzoek naar de basis van een Rapid Prototyping Faciliteit. In opdracht van CNC Worknet en de Universiteit Twente, heb ik een aantal analyses uitgevoerd die de een basis leggen voor de opzet van Rapid Prototyping faciliteiten, verbonden via een portal en beheerd vanaf een (of meerdere) centrale locatie(s).

Door goede samenwerking met ir. D.C. ten Dam kan ik zelf zeggen dat het resultaat mij tevreden stemt en hoop dat dit zelfde geldt voor de andere partijen.

Enschede, januari 2010

Maarten Essers

SAMENVATTING

Inleiding; CNC Worknet en de Universiteit Twente zijn bezig een Rapid Prototyping faciliteit op te zetten in Enschede. Deze faciliteit wordt aangesloten op een 'internet portal', het paradepaardje van CNC Worknet. CNC Worknet zelf heeft een productiefaciliteit in Ede waar ook het portal nog verder ontwikkeld wordt. Het portal zorgt ervoor dat faciliteiten over de hele wereld aan elkaar geschakeld worden en de capaciteitsbenutting maximaal is. Om de faciliteiten aan elkaar te schakelen, zullen deze op elkaar aangepast moeten worden. Deze opdracht omvat dan ook de opbouw van een theoretische basis om een optimaal gestandaardiseerd en geautomatiseerd Rapid Prototyping faciliteit te kunnen verwezenlijken. De onderdelen die binnen deze opdracht behandeld worden zijn een aanzet naar de realiteit maar van wezenlijk belang om een rol te spelen in de snel groeiende tak van Rapid Prototyping.

Rapid Prototyping Technieken; Ten eerste zijn er tientallen verschillende manieren om een component te creëren van een CAD bestand. Er zijn dure en minder dure Rapid Prototypers, machines met hoge en lage nauwkeurigheid, kunststof- en zelfs metaalprinters en op bijna elke soort een aantal variaties. Een handige verdeling is aan de hand van materiaal:

<i>Kunststof:</i>	Fused Deposition Modelling (FDM) (pagina 77)
<i>Metaal:</i>	Electron Beam Melting (EBM) (pagina 80), LaserCUSING (pagina 81), Direct Metal Laser Sintering (DMLS) (pagina 82), Selective Laser melting (SLM) (pagina 82), Laser Engineered Net Shaping (LENS) (pagina 82)
<i>Variëteit aan materialen:</i>	Ink-jet based (pagina 71), Stereolithografie (SLA of STL) (pagina 73), Selective Laser Sintering (SLS) (pagina 75)
<i>Hout/papier:</i>	Laminated Object Modelling (LOM) (pagina 79)

De goedkoopste en sterkste componenten komen uit Laminated Object Modelling machines. Een leuke bijkomstigheid is dat ze ongelooflijk snel bouwen, waardoor deze techniek ook als snelste uit de bus komt. Helaas laat de nauwkeurigheid en oppervlaktekwaliteit veel te wensen over ten opzicht van de andere technieken. De meest nauwkeurige is Stereolithografie, deze machine wordt dan ook gebruikt om masters te maken voor de fabricage van mallen.

De opstelling Rapid Prototypers binnen de McRapids zou er zo uit kunnen zien;

- Minstens één LaserCusing of andere Rapid Prototyper die metaal kan verwerken.
- Een groot aantal Fused Deposition Modelling Rapid Prototypers voor kunststof producten.
- Een klein aantal Ink-jet based Rapid Prototypers voor producten van gips of gietzand.
- Minstens één Stereolithografie Rapid Prototyper voor producten met een hoge oppervlaktekwaliteit.
- Eventueel één Laminated Object Modelling Rapid Prototyper voor relatief grote producten.

Er zijn ontwikkelingen op het gebied van de laatst genoemde techniek; Laminated Object Modelling. De 3D Printer genaamd 'Matrix' van een Brits bedrijf 'MCor' is klein genoeg om op een bureau te staan en maakt gebruik van lijm en a4 printpapier. De productiekosten schijnen –volgens Amerikaanse bronnen - rond de 150 dollar te liggen wat betekent dat dit een haalbaar concept is. Rapid Prototyping evolueert naar Rapid Manufacturing en huis tuin en keuken printers evolueren naar Rapid Prototypers.

Concurrentie; De sterke opkomst van betaalbare Rapid Prototypers heeft ervoor gezorgd dat tientallen bedrijven deze dienst aan zijn gaan bieden. Om de concurrentie van CNC Worknet – in het speciaal de concurrentie van de komende faciliteit in Enschede – in kaart te brengen, zijn de verschillende bedrijven eerst onverdeeld in categorieën. Deze categorieën zijn bepaald aan de hand van het soort bedrijf en de mate van extensie naar een aanliggende fase in een ontwerpproces. Zo zijn er printshops, maar ook printshops die uitbreiden richting productiefase door aan productie gerelateerde diensten aan te bieden. De grootste concurrentie van CNC Worknet lijken de printshops

met neiging naar Detail- en productiefase te zijn. Door het grote scala aan afwerkingsmogelijkheden, kleine serie reproducties en CAD diensten zijn ze ideaal voor de kleinere bedrijven die een product op de markt willen brengen. Voor bedrijven die echter alleen een upload-print-verzenden principe wensen, zal een normale printshop voldoen. Het behouden van zakelijke relaties is een belangrijk punt welke niet over het hoofd gezien mag worden. Wanneer een bedrijf keer op keer een component van goede kwaliteit binnen de gestelde korte levertermijn oplevert, zal een relatie ontstaan. Kosten zullen minder uit gaan maken als de kwaliteit en snelheid voldoende zijn. Een schaalvergroting waarbij alle capaciteit benut wordt kan uiteindelijk ook veel opleveren, maar hier is wel een groot startkapitaal voor nodig.

Informatiestromingen; CNC Worknet maakt gebruik van informatiestromingen om te kijken naar de haalbaarheid van hun bedrijvenconcept. De reeds bestaande schema's van CNC Worknet betroffen Rapid Prototyping in verspanende vorm. In dit verslag staan de resultaten van de informatiestromingen betreffende Rapid Prototyping in materiaal toevoegende vorm. Wanneer gekeken wordt naar de belangrijkste verschillen tussen de gepresenteerde en de reeds bestaande schema's (1), dan vallen een paar dingen op:

- Voorraadbeheer moet worden losgekoppeld van bestellingen – niet elke bestelling heeft nieuw materiaal nodig.
- Er zijn minder stappen naar productie – stappen als 'het genereren van een NC-code' en 'tool path genereren' zijn niet meer nodig. De gebruiksvriendelijkheid van huidige 3D printers elimineert een aantal stappen.

Afsluitend een aanbeveling op het schema 'Sales' op pagina 40 en 'Process Planning' op pagina 43; methode selectie (Method Selection) zou zeer gemakkelijk geïmplementeerd kunnen worden in het internet portal.

SUMMARY

Introduction; CNC Worknet and the 'Universiteit Twente' are building a Rapid Prototyping facility in Enschede. This facility will be connected to an internet portal, which is designed by CNC Worknet. CNC Worknet has an operating production facility in Ede and is further developing the portal. The internet portal will connect production facilities all over the world and guarantees maximum use of capacity. All facilities have to be changed according to a general facility plan to be able to be connected to all facilities. The assignment is to generate a theoretical base for building an optimally standardized and automated Rapid Prototyping facility. The assignment itself is but a very small part in the entire process but essential for competing in the fast growing Rapid Prototyping market.

Rapid Prototyping Techniques; There are dozens of ways to create a part from a CAD file. There are expensive and less expensive Rapid Prototypers, machines building with high and low accuracies, plastic and even metal printers and almost every named example has a few varieties on its own principle.

The clearest arrangement of the different techniques shows with sorting on printing material:

<i>Plastic:</i>	Fused Deposition Modelling (FDM) (page 77)
<i>Metal:</i>	Electron Beam Melting (EBM) (page 80), LaserCUSING (page 81), Direct Metal Laser Sintering (DMLS) (page 82), Selective Laser melting (SLM) (page 82), Laser Engineered Net Shaping (LENS) (page 82)
<i>Variety of Materials:</i>	Ink-jet based (page 71), Stereolithografie (SLA of STL) (page 73), Selective Laser Sintering (SLS) (page 75)
<i>Wood/paper:</i>	Laminated Object Modelling (LOM) (page 79)

LOM based machinery creates the strongest and cheapest parts. Another advantage is the speed with which the part is built. Laminated Object Modelling is the fastest way to build parts. Unfortunately, the scores are dramatically low on accuracy and surface quality, which makes it ideal for preproduction research. Stereolithography makes the most accurate technique with high quality surface finishes and the perfect candidate for creating master shapes for mould making. A facility which can provide customers with all their needs and desires concerning Rapid Prototyping would fit this arrangement;

- At least one LaserCusing or other metal Rapid Prototyper.
- A large number of Fused Deposition Modelling Rapid Prototypers for producing in plastics.
- A small number of Ink-jet based Rapid Prototypers for ceramics.
- At least one Stereolithography Rapid Prototyper for products with high quality finish.
- Possibly one Laminated Object Modelling Rapid Prototyper for fabricating larger products.

There are some developments concerning Laminated Object Modelling machines. A 3D printer named 'Matrix' made by the British company 'MCor' is small enough to fit on a desk, yet productive enough to build prototypes from nothing but glue and standard printing paper. The production costs of the matrix are – according to an American source – 150 dollars. This means the concept is well within reach, and that Rapid prototyping evolves to Rapid Manufacturing and today's printers are tomorrow's 3D printers.

Competition; The rapid flow of affordable Rapid Prototypers has made dozens of small companies appear offering a variety of different Rapid Prototyping services. Seeing the amount of companies, it's easier to categorize the competition of CNC Worknet (especially the facility in Enschede). The categories are stated as the kind of company and the extension to a different phase in a design process. The biggest thread will be print shops going both ways in the design process; detailing phase and production phase. Due to the amount of services they offer, small companies will choose these concepts over regular print shops. Companies who want a no nonsense upload-print-send principle, the regular print shop will do. The keeping of business relations is an important factor which cannot

be overlooked. When a customer gets his (high quality) product in time over and over again, a relationship will evolve. Costs will make less difference than speed of delivery and quality. *Information flows*; CNC Worknet uses information flows to predict the feasibility of a facility and company concept. CNC Worknet's existing information flows (1) only cover material-removing Rapid Prototyping techniques. This document presents the results of information flows concerning material addition Rapid Prototyping techniques. When looking at the most important differences between addition and removal Rapid Prototyping techniques, a few things should be noticed;

- Inventory management should be cut loose from individual orders – Inventory should be managed on McRapid level and not on product level.
- Fewer steps have to be taken to production – steps like 'generate NC Code' and 'generate tool path' are no longer necessary. The user friendliness of 3D Printers eliminates a number of steps.

'Method Selection' (found in 'Process Planning' on page 43) could very well be implemented in the internet portal (that would be the disc 'Sales' on page 40).

TABLE OF CONTENTS

Voorwoord	2
Samenvatting.....	3
Summary	5
Definities	10
1 Introductie.....	12
1.1 CNC Worknet	12
1.2 De Opdracht.....	12
1.3 De Opbouw van het verslag.....	13
2 Casestudie	14
2.1 Situatie	14
2.2 Transformatie	14
2.3 Consequentie	16
2.4 Conclusie	16
3 Recapitulatie 1	19
4 Rapid Prototyping Technieken	20
4.1 Introductie	21
4.2 Rapid Prototyping	22
4.3 Alternatieve Serie Reproductie methoden	23
4.4 Alternatieve Rapid Prototypers	24
4.5 Conclusie	25
5 Recapitulatie 2	26
6 Concurrentie analyse CNC Worknet	27
6.1 Introductie (Stereo(-sub-)typen)	28
6.2 Conclusie	35
7 Recapitulatie 3	36
8 Informatiestromingen	37
8.1 Introductie	38
8.2 Sales	40
8.3 Process Planning	43
8.4 Inventory Management	47
8.5 Logistics.....	50
8.6 Quality Management System	52
8.7 Manufacturing	55
8.8 Business Administration	57
8.9 Workflow	59

8.10	Conclusie	63
9	Recapitulatie 4	64
9.1	Conclusies en Aanbevelingen	64
10	Bibliography	67
11	Bijlagen	70
11.1	Rapid Prototyping Technieken	71
11.2	Rapid Quality Manufacturing	80
11.3	Alternatieve Serie Reproductie methoden	83
11.4	Concurrentie a Frustum	86
11.5	Ontwerpfasen.....	105
11.6	Design Company Profiler	106
11.7	Informatietypes	108
11.8	Workflow	119
11.9	Informatiestromingen – Schema's	122
11.10	Voorbeeld Reeds bestaande informatiestromingen: Process Planning.....	129

DEFINITIES

3D Printen	Het creëren van een object uit een CAD bestand door toevoeging van materiaal.
3D Printer	Een Rapid Prototyping machine die gebruikt maakt van materiaaltoevoeging om een object te creëren.
Dedicated McRapids	Rapid Prototyping faciliteiten die alleen draaien via CNC Worknet.
Disc	Een verzameling functionele modules en informatietypes die samen een schema vormen. Elke disc heeft een onderwerp (naam), bijvoorbeeld 'Sales', 'Process Planning' en 'Manufacturing'.
Functionele Module	Een bundel taken en handelingen die met behulp van hard- en software uitgevoerd kunnen worden.
Informatietype	Een bundel van bestanden, variabelen en verwijzingen van een bepaalde categorie. In de praktijk zou dit simpelweg een databaseverwijzing kunnen zijn.
Parttime McRapids	Rapid Prototyping faciliteiten die een deel van de capaciteit aan CNC Worknet 'verhuren'.
Rapid Manufacturer	Een Rapid Manufacturing machine.
Rapid Manufacturing	Het snel produceren van series componenten uit een CAD bestand
Rapid Prototyper	Een Rapid Prototyping machine.
Rapid Prototyping	Het creëren van een object uit een CAD bestand.

1 INTRODUCTIE

De opdracht uitgereikt door CNC Worknet in samenwerking met de Universiteit Twente, omvat de opbouw van een theoretische basis om een optimaal gestandaardiseerde en geautomatiseerde Rapid Prototyping faciliteit te kunnen verwezenlijken. De onderdelen die binnen deze opdracht behandeld worden zijn een aanzet naar de realiteit maar van wezenlijk belang om een rol te spelen in de snel groeiende tak van Rapid Prototyping.

1.1 CNC WORKNET

CNC Worknet is opgericht in 2007 door ondernemers met meer dan 20 jaar ervaring in de maakindustrie. In 2008 is de eerste Rapid Prototyping faciliteit in Ede opgebouwd en is de eerste versie van hun internet portal ontwikkeld. (2) De eerste productieomgeving in Ede is operationeel en deze levert componenten aan klanten. Het internet portal heeft als doel de communicatie tussen cliënt en bedrijf te vergemakkelijken en speelt een grote rol bij het standaardiseren en automatiseren van een groot aantal processen. De eerste versie van het internet portal wordt intern en door enkele klanten getest. Van 2009 tot 2011 wordt verder ontwikkeld aan het internet portal. Eind 2011 bevat het portal geïntegreerde en geautomatiseerde systemen voor in- en verkoop, werkvoorbereiding, calculatie en planning. Parallel wordt de productieomgeving in Ede verder ontwikkeld tot de blauwdruk voor alle toekomstige CNC Worknet bedrijven. Geautomatiseerde en gestandaardiseerde processen vormen de basis van een bedrijf dat over de hele wereld gekopieerd kan worden.

Voordelen van het internet portal:

- Toegang tot een wereldwijd productienetwerk
- Eén platform voor het distribueren van technische gegevens, plaatsen van aanvragen en orders en het volgen van productieorders
- Flexibiliteit met virtueel oneindige capaciteit
- Een zeer hoge leverbetrouwbaarheid, flexibiliteit en constante kwaliteit
- Prijsdalingen

CNC Worknet gebruikt deze vinding voor het fabriceren van componenten door middel van CNC frezen en Rapid Prototyping. Het algemene doel van CNC Worknet is een productiefaciliteit opzetten die optimaal gestandaardiseerd en geautomatiseerd is, waardoor levertijden en kosten geminimaliseerd worden.

1.2 DE OPDRACHT

De opdracht, verkregen van CNC Worknet, omvat het bekijken van geschikte Rapid Prototyping technieken, een analyse van concurrentie en een opzet van informatiestromen binnen een Rapid Prototyping faciliteit. De opdracht is verwezenlijkt met een omvangrijke uiteenzetting van veelgebruikte Rapid Prototyping technieken (deels aangevuld met een analyse van alternatieve serie reproductie methoden), een concurrentieanalyse (deels aangevuld met een marktanalyse) en schema's van informatiestromingen uitgevoerd in dezelfde stijl en opbouw van reeds bestaande schema's van CNC Worknet (zie Voorbeeld Reeds bestaande informatiestromingen: Process Planning op pagina 129). Naast de genoemde schema's wordt er een Workflow gepresenteerd welke de schema's van informatiestromingen vereenvoudigd en chronologisch weergeeft en toekomstige aanpassingen vergemakkelijkt.

Tijdens de opdracht zijn verschillende beslissingen gemaakt in het kader van relevantie voor deze opdracht. Zo geeft het hoofdstuk Rapid Prototyping Technieken (pagina 20) een beeld van veelvoorkomende Rapid Prototyping technieken, maar gaan de schema's van informatiestromingen van een ZCorp (pagina 71) en Dimension (pagina 77) 3D Printer uit. Deze keuzes zijn zo gemaakt dat een eventuele casestudie naar haalbaarheid op de Universiteit Twente uitgevoerd kan worden. Relevante beslissingen worden uitgelegd in de introducties van desbetreffende hoofdstukken.

1.3 DE OPBOUW VAN HET VERSLAG

Om aan te geven waarom gekozen is voor een technieken analyse, concurrentieanalyse en informatiestromingen analyse, wordt een casestudie aangeboden. Daarnaast wordt na elke belangrijke stap gerecapituleerd. Deze stap wordt vier maal uitgevoerd om te zorgen voor een geleidelijk opbouwend en samenhangend geheel, waarnaast de keuzes en aannames blootgelegd zullen worden. In de laatste recapitulatie zullen tevens de algehele conclusies en aanbevelingen aangeboden worden.

Om eventuele verwarringen tijdens het lezen van het verslag uit te sluiten en continuïteit te waarborgen, wordt vaak verwezen naar de bijlage. In de bijlage zijn de uitgebreide uitwerkingen, resultaten van bureau onderzoek en andere relevante ondersteunende documenten te vinden.

2 CASESTUDIE

Om de keuze van de drie hoofdonderwerpen (analyse van de mogelijkheden, analyse van de concurrentie en een informatie stromingen analyse) van dit verslag enigszins te verduidelijken, wordt een casestudie aangeboden. Deze casestudie is partieel gebaseerd op echte gebeurtenissen en partieel een gedachte-experiment. De studie wordt in vier delen aangeboden. Het eerste deel, *Situatie*, beschrijft de huidige situatie en status van het gekozen bedrijf; TIMs TimmerWerk. Het tweede deel, *Transformatie*, beschrijft welke veranderingen er door Tim zijn uitgevoerd ten opzichte van de situatiebeschrijving. Het derde deel, *Consequentie*, beschrijft de veranderingen die TIM niet direct in de hand heeft gehad ten opzichte van de situatiebeschrijving als direct gevolg van de transformatie.

2.1 SITUATIE

Tim runt in zijn eentje een timmermansbedrijf. Zijn specialiteit en grootste inkomstengenerator is 'custom' keukenbouw. Hij heeft een werkplaats aan huis en fabriceert daar dan ook de meeste onderdelen die hij vervolgens op locatie in elkaar zet. Om ook te kunnen werken op locatie, heeft Tim een bus met een ruim scala aan gereedschap en verbruiksgoederen zoals schroeven, kwasten, bouten, moeren maar ook grondverf voor verschillende ondergronden. Hoewel Tim vindt dat zijn bus goed voorzien is, alle werkzaamheden op locatie uitvoeren is vaak onmogelijk. Daarnaast vindt Tim het fijn om met fatsoenlijk licht en voorzien van alle gemakken zijn opdrachten uit te voeren.

Tim is perfectionistisch en snel, waardoor hij genoeg mond-op-mond reclame teweeg brengt om meer opdrachten binnen te krijgen dan hij kan uitvoeren. Deze opdrachten komen vooral van mensen die in de buurt wonen en, tijdens de uitvoering van deze opdrachten, vaak even een kopje koffie komen doen om te zien hoe de opdracht vordert. Tijdens deze kopjes koffie worden vaak details van de opdracht besproken, kleuren bekeken en vergeleken en laatste wijzigingen doorgevoerd wat betreft afwerking. Door deze gemoedelijke sfeer, lopen mensen met een keukenverbouwing in de planning ook vaak gewoon binnen. Door het zien van de uitvoering van andermans opdrachten, krijgen zij een idee



FIGUUR 1: TIM

van de mogelijkheden en passen zij hierop hun wensen vaak aan.

Hoewel Tim zeer perfectionistisch te werk gaat en producten van uitstekende kwaliteit levert, doet hij bijna alles uit het hoofd. Een kleine improvisatorische bouwtekening wordt er vaak wel gemaakt en de maten staan wel ergens genoteerd, maar ontwerp- of 'echte' bouwtekeningen ontbreken. Tim werkt graag op gevoel en belt zijn klanten op wanneer er onduidelijkheden zijn. Een minpunt aan deze manier van werken is dat zijn eerste kostenschattingen vaak niet duidelijk zijn. Dit minpuntje wordt echter graag voor lief genomen door de mogelijkheid tot inloop en tussentijdse besprekingen waarbij Tim altijd luistert naar de klant en hierop inspeelt.

2.2 TRANSFORMATIE

Zoals al eerder vermeld; Tim krijgt meer opdrachten binnen dan hij kan uitvoeren. Aangezien dit fenomeen zich al jaren voordoet, loopt Tim met de gedachte uit te breiden. Belastingtechnisch gezien mag Tim een 'leerling' aannemen (mits dit goedgekeurd wordt door een gerelateerde MBO opleiding) en zich nog steeds een eenmansbedrijf noemen. Een paar dagen eerder kreeg Tim een dergelijk verzoek binnen en de 15jarige jongeman is al langs geweest voor een introductie gesprek.

Na veel wikken en wegen werd de 15jarige jongeman (Tom) aangenomen en aan het werk gezet. Al snel merkte Tim op dat onderwijzen hem meer tijd oplevert dan het hem kost. Wederom speelt Tim met de gedachte uit te breiden.

Weer een paar weken later besluit Tim een oude vriend (Tieme) van hem op te zoeken voor advies. Tieme heeft zelf een succesvol bedrijf opgezet en houdt dezelfde werkwijze erop na als Tim. Hij adviseert Tim een website te maken om de bereikbaarheid van zijn bedrijf te vergroten. Wanneer Tim wederom meer opdrachten binnen krijgt dan hij kan uitvoeren, kan hij dan besluiten het bedrijf uit te breiden. De website zal klanten de mogelijkheid geven

FIGUUR 2: WWW.TIMSTIMMERWERK.NL

een vrijblijvende offerte aan te vragen. Tieme kent een mannetje (Piet) en niet lang daarna wordt een website gelanceerd; www.timstimmerwerk.nl (Figuur 2). Piet en Tim hebben lang nagedacht over welke informatie Tim nodig heeft om een goede offerte te kunnen maken;

- Naam en e-mailadres om de klant te kunnen bereiken
- Adres om voorrijkosten te berekenen
- Materialen om een schatting te maken van de materiaalkosten
- Kleuren om te kijken hoeveel en welke verf Tim moet halen
- Uitleg om eventuele onduidelijkheden uit de tekening (zie volgend punt) toe te lichten
- Daarnaast is er de mogelijkheid een tekening up te loaden zodat Tim een idee heeft van het eindproduct en maten.

Als de klant alles heeft ingevuld krijgt Tim automatisch een printklaar bestand in zijn mailbox (Figuur 3). Gezien Tim's werkwijze, is het niet apart dat hij alles uitprint voordat hij ernaar kijkt. Hij schrijft dan ook zijn aantekening onderaan het geprinte formuliertje en stuurt per email een voorlopige prijsopgave terug. Wanneer de klant dit accepteert gaat Tim aan het werk; hij tekent een bouwtekening zoals alleen hij dat kan op de achterkant van het formuliertje en gaat naar de klant om de maten na te meten. Hij weet uit ervaring dat niet elke klant zo nauwkeurig is als hijzelf en meet de hoeken, muren en gaten nog even ruw na. Daarna bespreekt hij zijn tekening en plannen met de klant en, na goedkeuring, rijdt terug naar zijn werkplaats om daar verder te werken. Tom neemt veel werk over van Tim, wat veel tijdbesparing oplevert. Wanneer Tim tevreden is met de status van zijn producten, rijdt hij naar de klant om het werk af te leveren en te installeren.

FIGUUR 3: OFFERTE FORMULIER

2.3 CONSEQUENTIE

Na de invoering van de website bleek dat het principe ‘klacht’ nieuw was voor Tim. Hij had wel vaker een klein meningsverschil met de klant na afloop, maar ontevreden klanten nog nooit. Tot nu toe had hij zelf het kostenverschil gedekt en de klant gegeven wat deze wilde. Om erachter te komen wat er fout gaat, heeft Tim een lijst gemaakt met veel voorkomende klachten:

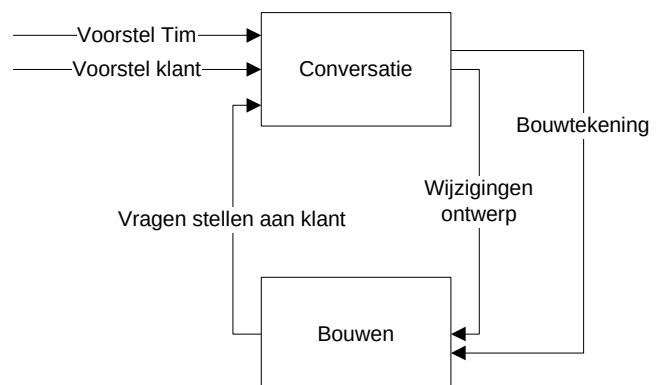
1. De vooraf gefabriceerde onderdelen pasten vaak wel, maar lieten hier en daar kieren achter, vooral bij oude, scheve huizen. Hierdoor werd de kwaliteit van Tim’ eindproduct te laag en de kosten voor de klant te hoog.
2. Kleuren waren achteraf anders dan de klant in gedachten had, hierdoor werd Tim genoodzaakt de verf door de klanten uit te laten zoeken en te halen. De verfsoorten die klant uitzocht waren echter vaak goedkope of kwalitatief slechte verfsoorten.
3. De materialen die de klant had gespecificeerd waren vaak niet de materialen die klant voor ogen had. Veel klanten zochten goedkope houtsoorten uit, of gingen alleen af op hoe een houtsoort eruit zag. Tim’s expertise in houtbewerking werd hierdoor tenietgedaan en de kwaliteit van het eindproduct werd hierdoor verlaagd.

Naast deze klachten had Tim ook een aantal licht ontevreden klanten. De ontevreden klanten gaven aan niet helemaal tevreden te zijn met door Tim gekozen details.

2.4 CONCLUSIE

Een aantal van Tim’s problemen zijn direct gerelateerd aan informatie tekort. Door de invoering van de website werd het contact met de klant verminderd en de vroegere kopjes koffie werden vrijwel volledig geëlimineerd. Het eerste punt van verbetering is dan ook: **‘feedback’**. Een volgend probleem had te maken met kleurkeuze, welke simpel opgelost kan worden door de keuzemogelijkheden van de klant te limiteren, of door de verf ter plekke te mengen. Een alternatief is het meenemen van monsters, wat wederom te maken heeft met **visuele feedback**.

Het probleem met materiaalkeuze, maatvoering en vele andere gerelateerde klachten heeft te maken met het fout vragen van informatie. Wanneer een strakke maatvoering nodig is, laat dit dan niet aan de klant over. Wanneer het noodzakelijk is om de exacte maten te verkrijgen van de klant, dan zou dit voor de klant direct duidelijk

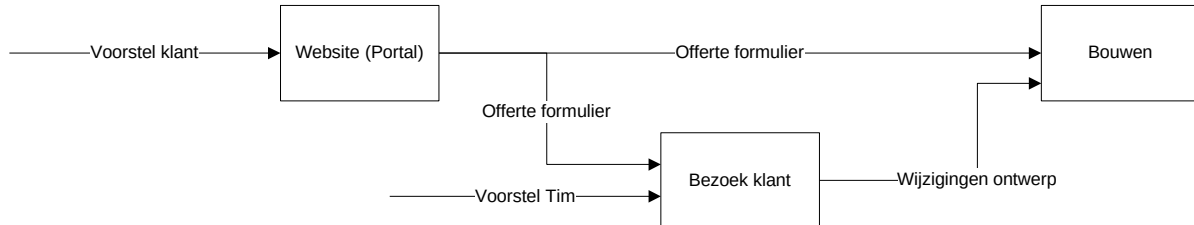


FIGUUR 4: INFORMATIESTROMINGEN – SITUATIE 1

moeten zijn (ook dat eventuele extra kosten gerelateerd aan het foutief aanvoeren van maten voor de rekening van de klant komen). Het hele idee van bouwen naar de specificaties van de klant dient ook uitgelegd te worden op de website, zodat klachten hierover niet bij Tim terecht komen. Ook moet Tim begrijpen dat de klant niet altijd precies weet wat hij wil. In extreme gevallen moet dan ook overgegaan worden op het **limiteren van keuzes**, bijvoorbeeld kwaliteitkeuze met kosten feedback in plaats van materiaalkeuze.

Veel van deze problemen hadden voorkomen kunnen worden wanneer Tim een analyse had gedaan naar de inkomende en uitgaande informatie tijdens een opdracht. Tot nu toe heeft Tim een beeld in zijn hoofd zoals Figuur 4 over zijn vroegere werkwijze zonder website. Na de introductie van de

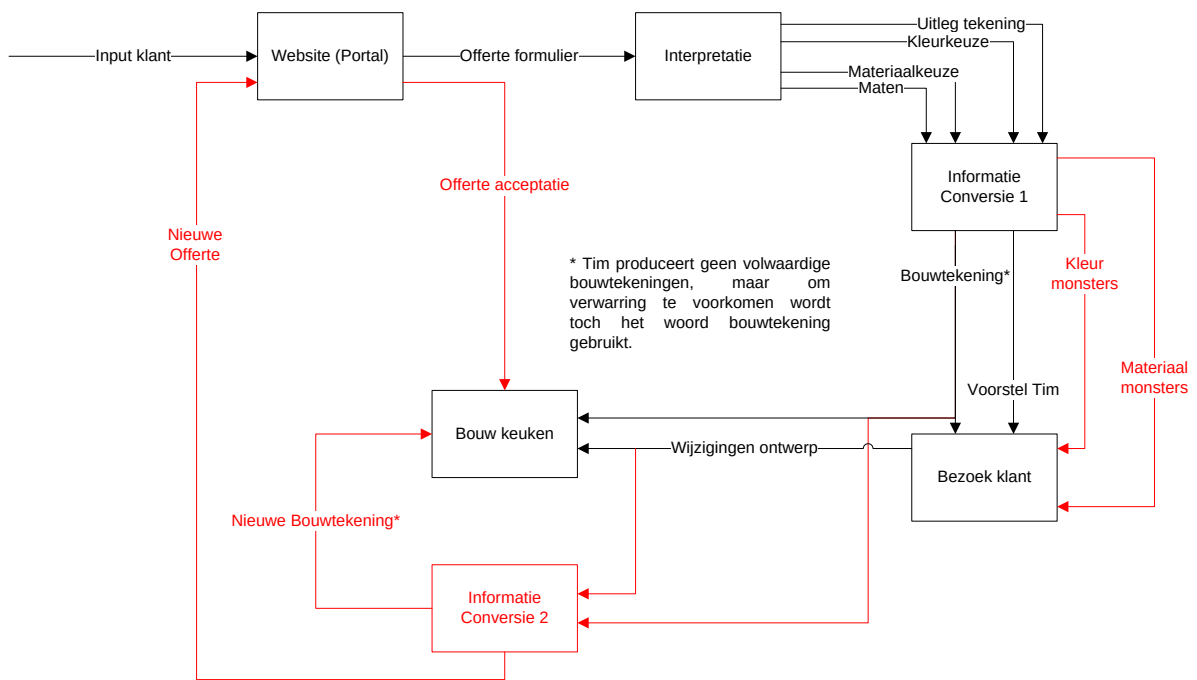
website heeft Tim een iets uitgebreider beeld van wat hij nodig heeft aan informatie (Figuur 5). Wanneer Figuur 5 bekeken wordt, kan worden geconcludeerd dat wat hier staat niet fout is; het is alleen niet voldoende om lering uit te trekken. Figuur 6 op pagina 18 geeft aan wat er eigenlijk gebeurt. De rode pijlen geven aan welke informatie mist of Tim nooit over heeft nagedacht. Zodra in detail getreden wordt, kan men zien dat Tim veel informatie mist of via verkeerde kanalen heeft doorgegeven. 'Offerte acceptatie', 'Nieuwe Offerte' en de kleur- en materiaalmonsters zijn slechts



FIGUUR 5: BEELD VAN TIM NA INVOERING WEBSITE

een paar voorbeelden van missende informatie in Tim's schema's. Wat dieper op de hokjes 'Interpretatie' en 'Informatie Conversie 1' ingaande, blijkt dat Tim een bouwtekening moet maken van 'tekening', 'uitleg tekening', 'materiaalkeuze' en 'maten'. Dit komt overeen met wat eerder besloten is door Tim. Te zien is echter ook, dat Tim geen nieuwe tekening maakt nadat hij met de klant is wezen praten. Hij neemt de wijzigingen mee, maar houdt deze apart. Dit zou een mogelijke oorzaak kunnen zijn van niet-passende prefabricages; *het kwijtraken of vergeten van essentiële wijzigingen door het bouwen naar een incomplete bouwtekening*. Verder is te zien dat Tim geen wijzigingen in de offerte doorgeeft. Dit zou een bron van ontevredenheid kunnen zijn, omdat klanten graag willen weten waar ze aan toe zijn. Ook neemt Tim na het gesprek met de klant aan dat de klant verder wil met de opdracht. Dit zou in er in de toekomst tot kunnen leiden dat Tim naar zijn geld kan fluiten bij ontevreden klanten; ze kunnen het excuus aanvoeren geen bevestiging te hebben gegeven. Al met al lijkt Tim erg veel te missen van de informatiestromingen binnen een bouwopdracht.

Naast de informatiestromingen lijkt de focus op concurrentie afwezig. Aangezien Tim graag uit wil breiden, zou een concurrentieanalyse geen overbodige luxe zijn. Om te overwegen op welke manier Tim uit moet breiden, zou hij een uitvoerige analyse kunnen (laten) doen naar relevante bedrijven in de buurt; keukengiganten die 'custom' keukens aanbieden, andere timmerlieden maar ook aannemers die huizen leveren met standaard keukens. Tim's aparte opdrachten worden vaak uitgevoerd in oude, scheve huizen. Wanneer Tim gaat uitbreiden naar een dorp met veel nieuwbouw, is de kans groot dat Tim hier geen winst op gaat maken. In een dergelijk geval is het wellicht mogelijk Tim's talenten op een andere manier in te zetten: Tim zou een analyse moeten doen naar de mogelijkheden naast 'custom' keukenbouw. Pas wanneer Tim alle problemen omtrent zijn huidige manier van werken heeft opgelost (analyse informatiestromingen), weet welke concurrentie hij gaat tegenkomen (concurrentieanalyse) en wat hij hieraan kan doen (analyse naar de mogelijkheden), heeft het zin om aan uitbreiding te denken...



FIGUUR 6: INFORMATIESTROMINGEN - TRANSFORMATIE

3 RECAPITULATIE 1

Het doel van dit verslag is CNC Worknet te ondersteunen een productiefaciliteit op te zetten die optimaal gestandaardiseerd en geautomatiseerd kan worden, waardoor levertijden en kosten geminimaliseerd kunnen worden. Dit wordt gedaan in drie etappes; een technieken analyse, concurrentieanalyse en informatiestromingen analyse. De reden voor het uitvoeren van deze stappen en de mate van uitvoering wordt uiteengezet in de casestudie met Tim de timmerman. De volgende stap is het uitvoeren van de eerste etappe; technieken analyse.



FIGUUR 7: INFORMATIE ZOEKEN...



4 RAPID PROTOTYPING TECHNIEKEN

EEN UITEENZETTING VAN DE MEEST VOORKOMENDE RAPID PROTOTYPING TECHNIEKEN EN
ALTERNATIEVE SERIE REPRODUCTIE METHODEN.

4.1 INTRODUCTIE

Binnen het begrip Rapid Prototyping bestaan diverse verschillende manieren om tot een eindresultaat te komen. Het hoofdstuk Rapid Prototyping op pagina 22 behandelt het onderwerp Rapid Prototyping technieken, de technieken zelf worden uiteengezet op pagina 71 van de bijlage.

Wanneer er gesproken wordt over Rapid Manufacturing, dan betreft dit vaak een vorm van Rapid Prototyping. Rapid Manufacturing is echter een andere tak van sport, omdat de term doelt op een snelle fabricatie van een serie componenten. Wanneer het doel het fabriceren van een enkele component betreft, spreekt men over Rapid Prototyping. Een andere doorgaans gebruikte uitleg van het verschil tussen Rapid Prototyping en Rapid Manufacturing is de fase waarin gefabriceerde producten gebruikt worden. Rapid Prototyping zou worden gebruikt in het ontwerpproces, Rapid Manufacturing zou gebruikt worden als de fabricage van eindproducten. Door de dunne lijn die getrokken wordt tussen Rapid Prototypers en Rapid Manufacturers, wordt de eerste term gebruikt voor beide. Een Rapid Manufacturer zou beschreven kunnen worden als een Rapid Prototyper met een grote capaciteit. Een bijkomend probleem is dat bedrijven hun aangeboden service vaak verkeerd verwoorden. Twee bedrijven met exact dezelfde capaciteit en machines, kunnen hun service elk Rapid Prototyping of Rapid Manufacturing noemen. Op die manier wordt de grens tussen de twee termen nog onduidelijker.

Om de term Rapid Manufacturing enige betekenis te geven, moet besloten worden dat Rapid Manufacturing op dit moment nog geen optie is. Rapid Prototyping machines worden echter steeds goedkoper, sneller, preciezer en krijgen grotere bouwplatformen. Men zou dus kunnen zeggen dat Rapid Prototyping evolueert naar Rapid Manufacturing.

Met behulp van Rapid Prototyping kunnen ook op andere manieren kleine series van componenten geproduceerd worden. Deze methoden zijn vaak goedkoper maar worden minder vaak aangeboden door de verschillende beschreven bedrijven. Het hoofdstuk Alternatieve Serie Reproductie methoden op pagina 23 geeft hierover meer informatie, de methoden zelf worden uiteengezet op pagina 83 van de bijlage.

RELEVANTE BESLISSINGEN: HOEWEL HET HOOFDSTUK ALTERNATIEVE SERIE REPRODUCTIE METHODEN OP PAGINA 23 UITWIJST DAT ALTERNATIEVE SERIE REPRODUCTIE METHODEN GOEDE ALTERNATIEVEN BIEDEN VOOR HET FABRICEREN VAN EEN SERIE COMPONENTEN, VALLEN DEZE BUITEN DE FOCUS VAN CNC WORKNET. ÉÉN VAN DE REDENEN IS DE HOEVEELHEID ARBEIDSUREN DIE DEZE METHODEN VERBRUIKEN. DAARNAAST ZIJN DE PROCESSEN LASTIG TE AUTOMATISEREN. VOORGENOEMD HOOFDSTUK GEEFT EEN VOLLEDIGE BESCHRIJVING VAN DE MOGELIJKHEDEN MAAR BESLOTEN IS DAT ALTERNATIEVE SERIE PRODUCTIE METHODEN BESCHREVEN IN VOORGENOEMD HOOFDSTUK GEEN OPTIE ZIJN VOOR CNC WORKNET.

Op pagina 71 van de bijlage worden de verschillende veelvoorkomende Rapid Prototyping technieken behandeld (3). De namen die gegeven zijn aan de verschillende technieken kunnen afwijken van de norm, maar wanneer de verschillende namen bekend zijn staan deze vermeld in de tekst. De technieken kunnen onderverdeeld worden in categorieën, namelijk 3D printtechnieken die producten produceren in alleen *kunststof*, alleen *metaal*, alleen *hout/papier* en in een *variëteit aan materialen* (*kunststoffen, harsen, zandachtige materialen etc.*):

Kunststof: **Fused Deposition Modelling (FDM)** (pagina 77)

Metaal: **Electron Beam Melting (EBM)** (pagina 80), **LaserCUSING** (pagina 81), **Direct Metal Laser Sintering (DMLS)** (pagina 82), **Selective Laser melting (SLM)** (pagina 82), **Laser Engineered Net Shaping (LENS)** (pagina 82)

Variëteit aan materialen: **Ink-jet based** (pagina 71), **Stereolithografie (SLA of STL)** (pagina 73), **Selective Laser Sintering (SLS)** (pagina 75)

Hout/papier: **Laminated Object Modelling (LOM)** (pagina 79)

Er bestaan meer Rapid Prototyping technieken dan er worden vermeld in bovengenoemde tekst. Zo zijn er bijvoorbeeld ontwikkelingen in het gebied van full-color Fused Deposition Modelling (FDM) die niet specifiek behandeld worden. De reden dat deze technieken niet behandeld worden ligt in haalbaarheid tot implementatie in een Rapid Prototyping faciliteit of in de grote gelijkheid met wel behandelde technieken. De technieken zijn bijvoorbeeld te duur om in productie te zijn, onderontwikkeld of zijn simpelweg niet te onderscheiden van technieken die wel behandeld worden.

Naast bovenstaande opmerkingen moet de aandacht gevestigd worden op de terminologie van Rapid Prototyping. In de introductie werd reeds besproken dat de terminologie soms vooruit loopt op de ontwikkelingen. Bij de term '3D printer' is het andersom. Vanwege de grote hoeveelheid beschikbare technieken die in een relatief korte periode ontwikkeld zijn, is de voorgenoemde term een verwarrende term geworden. Er zijn bronnen die aangeven dat een 3D printer wezenlijk verschilt van een Rapid Prototyping machine (4) (5).. De enige verschillen die dan aangegeven worden zijn echter zeer oppervlakkig. Zo zou een 3D printer goedkoper, minder nauwkeurig, kleiner, gemakkelijker te gebruiken en goedkoper te onderhouden zijn. Ook zouden de componenten kleiner zijn en er minder keus zijn in materialen. In wezen wordt hier gezegd dat een goedkope en gebruiksvriendelijke Rapid Prototyping machine een 3D printer genoemd moet worden. Er zijn ook bronnen die aangeven dat alle Rapid Prototypers die materiaal toevoegen om van een CAD file een fysiek component te fabriceren 3D printers genoemd worden (6). Weer andere bronnen geven aan dat 3D printen een techniek betreft, niet een verzameling oppervlakkige eigenschappen (7). Gezien de matige nuttige toevoeging die verkregen kan worden door een kleine Rapid Prototyping machine een 3D printer te noemen, gebruikt dit document het woord '3D printen' om aan te geven dat een component verkregen wordt vanuit een CAD file door materiaaltoevoeging. 'Ink-jet based' wordt gebruikt om de techniek aan te duiden die vaak met '3D printen' bedoeld wordt.

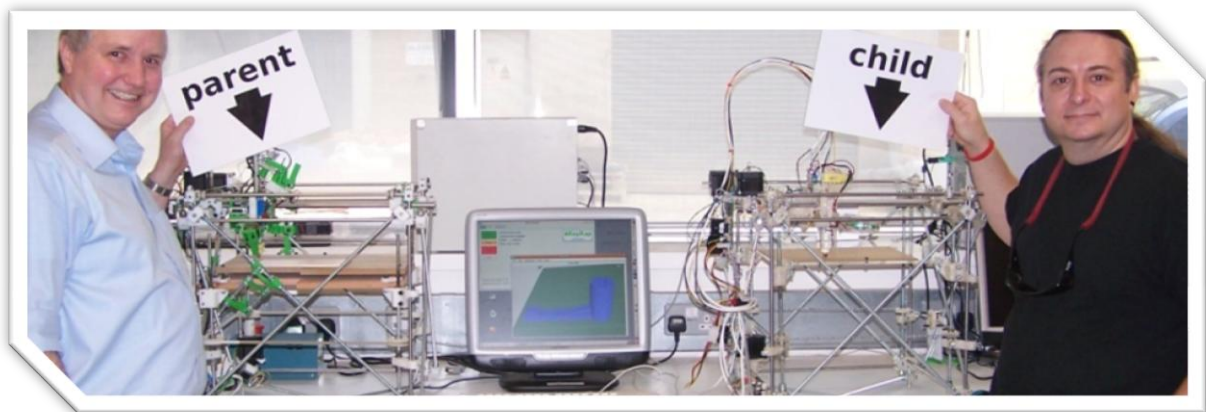
De dure titel boven dit hoofdstuk wil niets meer zeggen dan gietmethoden omtrent Rapid Prototyping. Er zijn echter twee manieren waarop dit bekeken kan worden. De eerste manier is de meest voor de hand liggende; men print een product, maakt er een mal van en giet er (bijvoorbeeld) kunststof in. De tweede, minder voor de hand liggende, methode, is de Rapid Prototyper een mal te laten printen. Deze mal kan vervolgens volgegoten worden met (bijvoorbeeld) kunststof. De volgende twee methoden worden behandeld, met een korte uitleg en uiteenzetting van de mogelijkheden. Met productgericht gieten wordt de eerst uitgelegde opvatting bedoeld, met malgericht de tweede.

Er is meer nodig dan een Rapid Prototyper om gieten te verwezenlijken. Dit lijkt heel logisch, maar voor bijvoorbeeld 'Metal Casting' moet er een warmtebron aangeschaft worden naast werktuigen die metaal kan doen smelten. Voor de beste resultaten bij kunststoffen is ook een vacuümkast en – pomp nodig. Ten slotte zijn kleurstoffen, zuurkasten, exacte weegschalen, handschoenen, eventuele spuitcabines, gereedschappen voor nabewerking en tal van andere werktuigen onmisbaar. Deze opmerkingen worden geplaatst omdat de uiteenzettingen van gietprocessen een foutief beeld kunnen geven over het gemak dat gietprocessen kunnen bieden. Een sleutelwoord blijkt seriegrootte; gieten begint met opstartkosten (mal, arbeidsuren vooraf, gebruik gereedschappen vooraf enzovoort). De uiteenzetting van gietmethoden op pagina 83 van de bijlage geeft ruwweg aan bij welke hoeveelheid gieten goedkoper zou kunnen zijn en welke voor- en nadelen bij gietprocessen komen kijken.

4.4 ALTERNATIEVE RAPID PROTOTYPERERS

Naast de gebruikelijke, industriële Rapid Prototypers, doen veel hobbyisten een poging om zelf bruikbare Rapid Prototypers te maken. In de jaren dat Rapid Prototyping bestaat zijn er al een groot aantal gefabriceerd, uitgestorven, geüpdate en vernieuwd. Ze zijn grofweg in twee categorieën te verdelen en we gebruiken het woord ‘hobbyprinters’ in de afwezigheid van een betere woordkeus; hobbyprinters die technieken overnemen en hobbyprinters die materialen overnemen van bestaande Rapid Prototypers. Er worden twee voorbeelden gegeven.

Het eerste voorbeeld is de RepRap (8), een printer gestript tot de essentiële en functionele basis, gebaseerd op Fused Deposition Modelling (FDM) (pagina 77). Een vloeibare polymeer ‘print’ een cross-section van een product waarna het bouwplatform zakt. Een leuk extra aan deze formule is, dat wanneer iemand de printer heeft besteld en geassembleerd, de hobbyprinter onderdelen kan printen voor een volgende hobbyprinter (zie Figuur 8). Dit wordt dan ook gestimuleerd. De RepRap kost ongeveer €500 en wordt geleverd als een bouwpakket.



FIGUUR 8

De CandyFab (9) is gebaseerd op Selective Laser Sintering (SLS) (pagina 75). Het verschil zit in de warmtebron en materiaal. In tegenstelling tot SLS, verwarmt de CandyFab de poeder met een grote föhn. De poeder is poedersuiker, waardoor het eindproduct van karamel gemaakt is (zie Figuur 9). Deze machine wordt niet te koop aangeboden. Wat leuk is om hierbij te noemen, is dat de producten die uit deze printer rollen een factor 100 goedkoper zijn dan producten uit reguliere Rapid Prototypers.



FIGUUR 9

4.5 CONCLUSIE

Rapid Prototyping is een dure aangelegenheid, er dient veel geld geïnvesteerd te worden in de machines en de investering terugverdienen zal jaren duren. Een conclusie op basis van de Rapid Prototyping technieken en eventuele alternatieven is moeilijk te verwoorden; alle beslissingen en conclusies hangen af van andere beslissingen en conclusies. Zo besloot CNC Worknet alleen machines te laten werken. Handwerk zal hier nauwelijks aan te pas komen. Dit betekent dat Alternatieve Serie Reproductie methoden afvallen vanwege de grote hoeveelheid handwerk en arbeidsuren die hier bij komen kijken. In het hoofdstuk Alternatieve Serie Reproductie methoden op pagina 83 wordt gezegd dat de beste Rapid Prototyper om samen met product gebaseerde gietmethoden te gebruiken gebaseerd moet zijn op de Stereolithografie techniek. Zelfs wanneer men geen gebruik wil maken van gietmethoden is het verstandig om minstens één hoge kwaliteit Rapid Prototyper in gebruik te hebben. In voorgenoemd hoofdstuk wordt ook gesproken over mal gericht gieten. Hierbij wordt vermeld dat de beste, snelste en goedkoopste resultaten behaald worden in combinatie met een Rapid Prototyper gebaseerd op de inkjet-based techniek (bijvoorbeeld een ZCorp). Wederom geldt dat het verstandig is om deze machine in gebruik te hebben zelfs zonder het gebruik van gietmethoden.

Een andere aanbeveling is het kunnen verwerken en creëren van metalen producten. Er staan meerdere machines beschreven in het hoofdstuk Rapid Quality Manufacturing op pagina 80 die dit kunnen. Door de grote gelijkenissen in de techniek achter deze machines en kleine kwaliteitsverschillen in de producten zal hier vooral prijs een rol gaan spelen.

De opstelling Rapid Prototypers binnen de McRapids zou er zo uit kunnen zien¹;

- Minstens één LaserCusing of andere Rapid Prototyper die metaal kan verwerken.
- Een groot aantal Fused Deposition Modelling Rapid Prototypers voor kunststof producten.
- Een klein aantal Inkjet-based Rapid Prototypers voor producten van gips of gietzand.
- Minstens één Stereolithografie Rapid Prototyper voor producten met een hoge oppervlaktekwaliteit.
- Eventueel één Laminated Object Modelling Rapid Prototyper voor relatief grote producten.

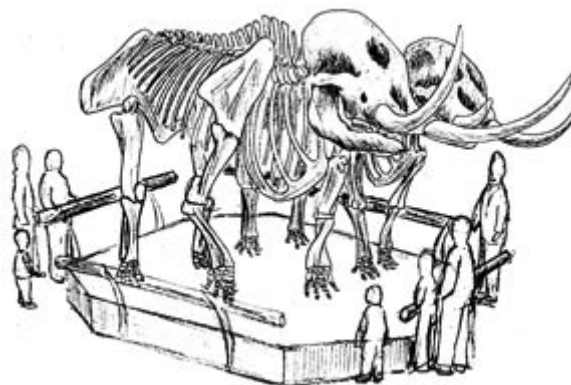
¹ Exacte hoeveelheden worden niet gegeven, omdat de orde van grootte nog vastgesteld moet worden.

5 RECAPITULATIE 2

CNC Worknet is op zoek naar informatie betreffende de mogelijkheden voor de nieuwe Rapid Prototyping faciliteit in Enschede. Tot nu toe is er een zeer compleet beeld gegeven van de technieken die mogelijk gebruikt kunnen worden. Ook is er een resultaat betreffende een ideale opstelling resulterende uit bureau onderzoek:

- Minstens één LaserCusing of andere Rapid Prototyper die metaal kan verwerken.
- Een groot aantal Fused Deposition Modelling Rapid Prototypers voor kunststof producten.
- Een klein aantal Inkjet-based Rapid Prototypers voor producten van gips of gietzand.
- Minstens één Stereolithografie Rapid Prototyper voor producten met een hoge oppervlaktekwaliteit.
- Eventueel één Laminated Object Modelling Rapid Prototyper voor relatief grote producten.

Daarnaast is een rekenvoorbeeld gegeven van alternatieve reproductie methoden waarbij aangemerkt moet worden dat deze geen reële optie zijn voor CNC Worknet. CNC Worknet zelf zal zich hoogstwaarschijnlijk vooral toeleggen op Fused Deposition Modelling, aangezien deze bekend is bij veel potentiële klanten en erg in opkomst is. De volgende stap is het kijken wat de concurrentie biedt op Rapid Prototyping gebied en wat CNC Worknet wel en niet moet evenaren/overtreffen qua mogelijkheden voor de klant.



FIGUUR 10: **SCIENTISTS USE MANUFACTURING METHODS TO RECONSTRUCT MASTODON**

"...In the past, scientists and exhibit preparators used a variety of techniques—borrowing bones from another specimen of the same species, size and stage of development, for instance, or manually sculpting a replacement bone, based on measurements and comparisons with the rest of the skeleton..."

"...Now, however, Fisher and his team are using 3-D digitization, modeling and rapid prototyping—technologies that are widely used in manufacturing, especially in the automobile industry—to produce full-scale replicas of the bones they lack...." - www.ns.umich.edu²

² <http://www.ns.umich.edu/?Releases/2005/Apr05/r040405>



6 CONCURRENTIE ANALYSE CNC WORKNET

EEN SAMENVATTENDE EN CONCLUSERENDE VISIE OP HET HOOFDSTUK CONCURRENTIE A FRUSTUM
OP PAGINA 86.

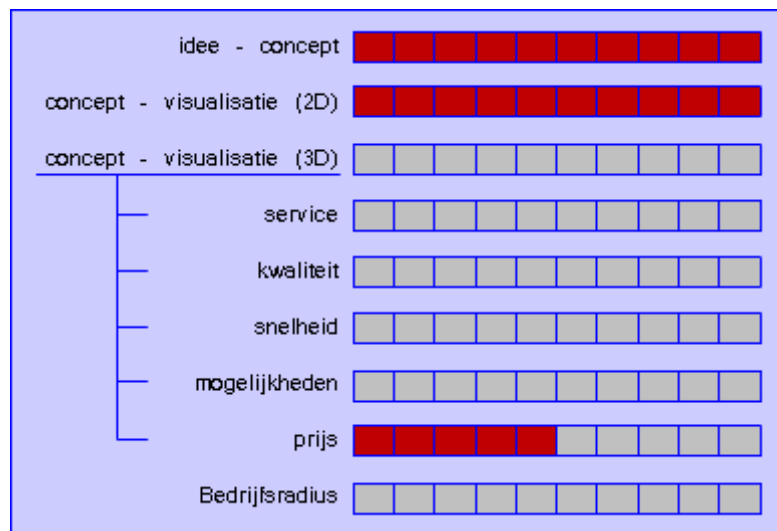
6.1 INTRODUCTIE (STEREO(-SUB-)TYPEN)

In dit concurrentie onderzoek is gebleken dat er een aantal stereotype bedrijven zijn die mogelijke concurrenten zijn van CNC Worknet; onder andere ontwerpbureaus (met - en zonder - 3D printers) en 3D Printshops. Een bedrijfsprofiel van een stereotype ontwerpbureau (zonder 3D printers) wordt gegeven in Figuur 11, een stereotype printshop in Figuur 12. Naast het feit dat elk bedrijf een specialisatie heeft, zijn er meer subtypes te definiëren. Elk subtype concurreert in bepaalde mate met de komende faciliteit in Enschede van CNC Worknet. De subtypes zijn te definiëren door de mate waarin zij meespelen in een ontwerpproces (Figuur 45). Zo speelt de stereotype ontwerpbureau mee in alle fasen weergegeven in Figuur 45. Dat wil niet zeggen dat zo'n bureau in elke fase even sterk vertegenwoordigd is. Zoals net al vermeld, heeft elk bureau een specialisatie. Een ontwerpbureau met een 3D printer heeft zijn positie in de *Evaluatie Fase* verstevigd, een ontwerpbureau met vooral Design en Styling specialisaties is sterker vertegenwoordigd in de *Concept Fase*. 3D Printshops zijn ook vertegenwoordigd in het ontwerpproces. Zij spelen een rol bij het versnellen van de *Evaluatie Fase*. De subtypes zijn vooral gedefinieerd door het uitbreiden van hun invloed in het ontwerpproces. Zoals al eerder gezegd is het ontwerpbureau met een 3D printer een vorm van het verstevigen van de invloed in de *Evaluatie Fase*. 3D Printshops met de mogelijkheid tot gietprocessen breidt zijn invloed uit richting de *Productie Fase*, zij het in kleine series. Het uitbreiden van invloed heeft logischerwijs invloed op de doelgroep en daardoor op de markt. Er volgen een aantal subtypes met voorbeelden van bedrijven. Dit stereo(sub)typen krijgen een waardering van de mate waarin zij mogelijke concurrentie zijn voor een Rapid Prototyping Faciliteit in Enschede. Deze waardering is een schatting, lopend van nul tot vijf rode balkjes. Vijf zijnde de grootste concurrentie, nul zijnde geen concurrentie. In (pagina 71) worden alle bedrijven genoemd die behandeld zijn, met een omschrijving van het bedrijf, specialisaties en bedrijfsprofiel. De methode die gebruikt is om de bedrijven te beoordelen alsmede een uitleg van de (voor dit doel alleen) geschreven applicatie is te vinden onder Design Company Profiler op pagina 106.

Concurrentie:



Zoals eerder vermeld wordt hier een voorbeeld gegeven van een stereotype ontwerpbureau. Figuur 11 geeft het bedrijfsprofiel aan, met de te verwachten volledige aantal punten voor *idee naar concept* en *concept naar visualisatie in 2D*. Dit bedrijfsprofiel van voorgenoemd stereotype wordt puur gegeven als vergelijkingsmateriaal met andere bedrijfsprofielen. Ontwerpbureaus zonder Rapid Prototypers behoren niet (of nauwelijks, gezien de optie tot het manueel fabriceren van prototypes die de meeste ontwerpbureaus wel aanbieden) tot de concurrentie van CNC Worknet.

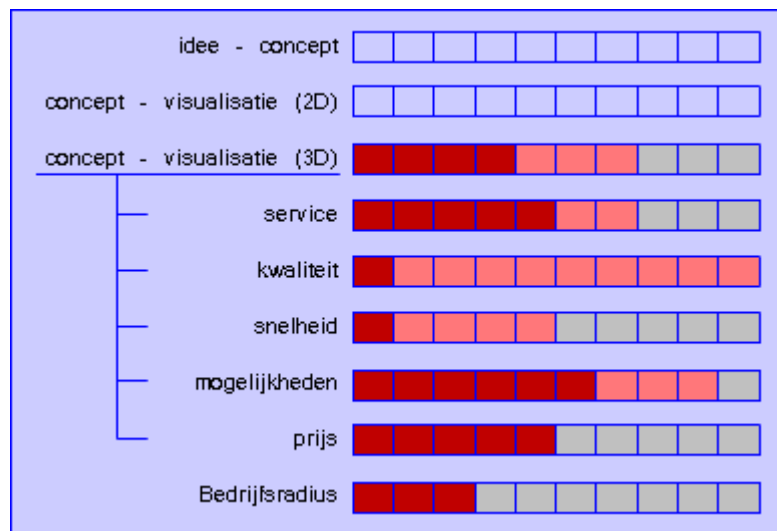


FIGUUR 11

Aangezien deze bedrijven geen directe concurrentie vormen van een Rapid Prototyping faciliteit in Enschede, worden hier geen verdere voorbeelden bij genoemd.

Concurrentie:


Printshops presenteren zich door veel mogelijkheden in afwerking en materiaalkeus van het te fabriceren component te bieden. De mogelijkheid om zich redelijk te vertegenwoordigen in de omgeving van de faciliteit Enschede door een upload-print-verzenden principe is echter niet alleen hier goed vertegenwoordigd. Zoals in Figuur 12 te zien is, speelt dit soort bedrijven geen enkele rol in voorgaande fasen in het ontwerpproces (**Figuur 45**). De printshop is puur bedoeld om een aangeleverd bestand te printen.

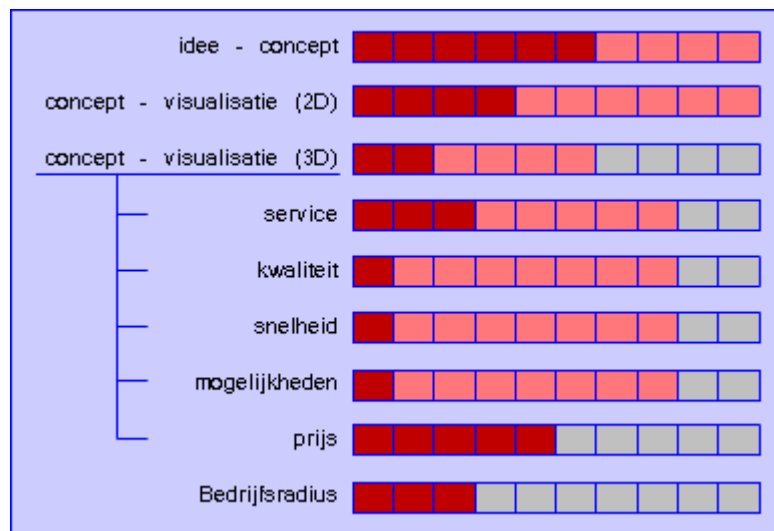

FIGUUR 12³

Bedrijven die voldoen aan het samenvattende bedrijfsprofiel in Figuur 12 zijn bijvoorbeeld **Shapeways** (pagina 87), **3D – Prototyping.nl** (pagina 91), **3D – PrintExpert** (pagina 94) en in mindere mate **Gravotech** (pagina 89). Deze bedrijven zijn een directe concurrent van Rapid Prototyping faciliteiten.

³ De donker gekleurde hokjes geven het minimaal aantal punten aan wat de geanalyseerde bedrijven scoorden op desbetreffend onderwerp. De licht gekleurde hokjes geven het maximale aantal punten aan wat de bedrijven scoorden op desbetreffend onderwerp.

Concurrentie:


Ontwerpbureaus met de mogelijkheid tot Rapid Prototyping hebben bepaalde voordelen; een Rapid Prototyper tot hun beschikking en de mogelijkheid tot capaciteitsbenutting door het aanbieden van Rapid Prototyping. Het voordeel van dit soort bureaus, is dat bedrijven hulp zouden kunnen krijgen met meer dan alleen het te printen onderdeel. Vaak wordt een Rapid Prototyper samen aangeboden met diensten als CAD bewerkingen en afwerkingsmogelijkheden van het te fabriceren component. Dit soort bureaus kunnen een rol spelen in het gehele ontwerpproces.

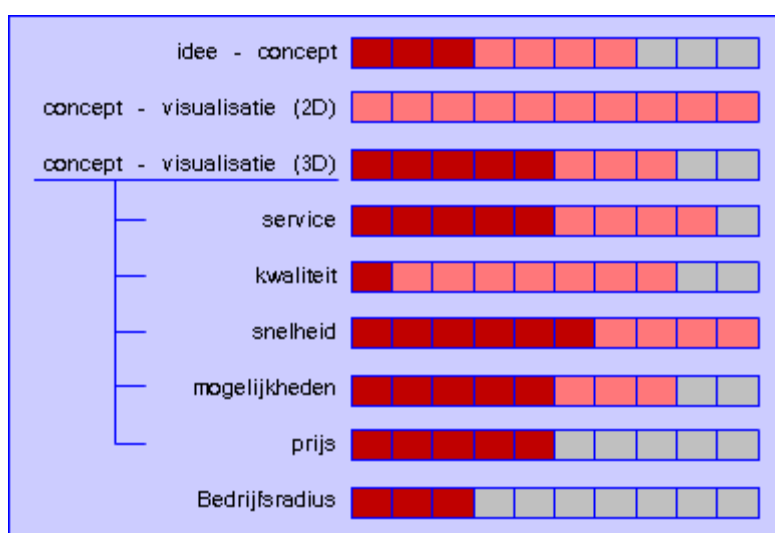


FIGUUR 13

Bedrijven die voldoen aan het samenvattende bedrijfsprofiel in Figuur 13 zijn bijvoorbeeld **Sotopia Concepts** (pagina 88), **Van der Molen Design** (pagina 97), **Dimarco** (pagina 101) en **Tricas** (pagina 103). Dit soort bedrijven zijn in mindere mate directe concurrenten van een Rapid Prototyping faciliteit in Enschede. Ten eerste is er, in tegenstelling tot het principe van printshops, vaak behoefte aan persoonlijk contact. Ten tweede hebben dit soort bedrijven vaak één, maximaal twee Rapid Prototypers staan, wat de mogelijkheden en capaciteit drastisch verminderd.

Concurrentie: 

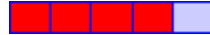
Bedrijven die, naast Rapid Prototyping, ook diensten als CAD bewerkingen aanbieden, hebben de kans op een wat gevarieerdere markt. Hoewel het onwaarschijnlijk is in het geval van een ontwerpbureau als klant, kan dit bedrijf een rol gaan spelen in een groter gedeelte van het ontwerpproces dan de 'normale' printshops (pagina 30), ze breiden uit van *Evaluatiefase* naar *Detailfase*.



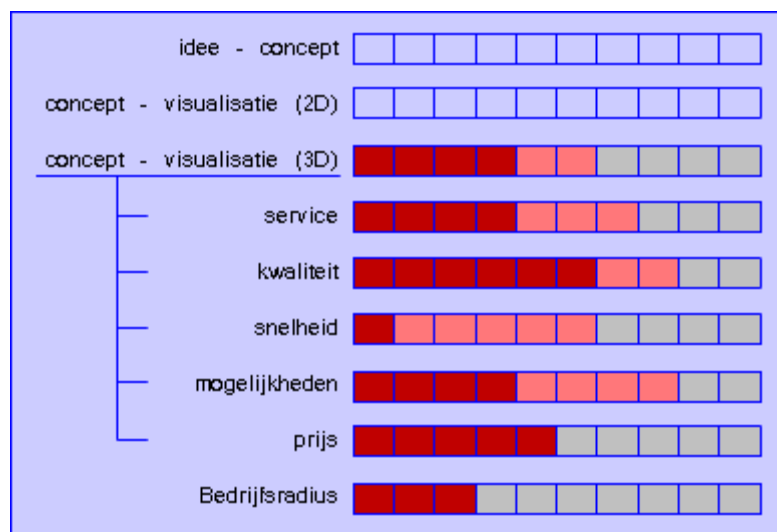
FIGUUR 14

Bedrijven die voldoen aan het samenvattende bedrijfsprofiel in Figuur 12 zijn bijvoorbeeld **3D – PrintService** (pagina 92), **3D – PrintingService** (pagina 93), **3D – Protoprint** (pagina 90) en **3D Parts** (pagina 102). Door niet alleen een printservice, maar ook extra diensten aan te bieden, zijn deze bedrijven een directe, en grote, concurrent van Rapid Prototyping faciliteiten. De meeste bedrijven binnen dit subtype bieden diensten aan in de richting van CAD bewerkingen, samen met functionele en visuele 3D modellen.

Concurrentie:



Er zijn ook bedrijven die, naast Rapid Prototyping, verdergaan met een door Rapid Prototypers gefabriceerd component. Een groot aantal bedrijven biedt vacuümgieten aan, een aantal de optie tot verchromen en tal van andere nabewerkingmogelijkheden. De bedrijven in dit subtype bieden allen de optie tot kleine serie reproducties van het component. Op deze manier breiden de printshops zich in zekere mate uit naar de *Productiefase*.

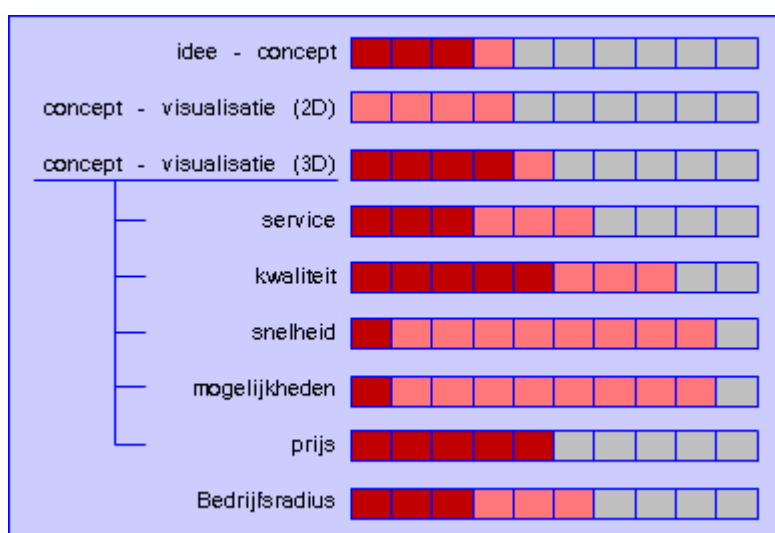


FIGUUR 15

Bedrijven die voldoen aan het samenvattende bedrijfsprofiel in Figuur 15 zijn bijvoorbeeld **RP2** (pagina 99), **VRT** (pagina 100) en **First Model** (pagina 98). Deze bedrijven zijn een directe, en grote, concurrent van Rapid Prototyping faciliteiten. Net als de printshops met neiging naar Detailfase bieden deze bedrijven extra diensten aan, zoals kleine serie reproducties van een component, bijzondere afwerkingsmogelijkheden zoals verchromen en reproducties in andere materialen dan kunststof.

Concurrentie: 

Bedrijven die aan beide voorgaande profielen voldoen komen samen in dit aparte subtype. Zij bieden een scala aan afwerkingsmogelijkheden, helpen mee in verschillende fasen van een ontwerpproces naast de *Evaluatiefase* en spelen een rol in de *Productiefase* door de mogelijkheid tot kleine serie reproducties.



FIGUUR 16

Bedrijven die voldoen aan het samenvattende bedrijfsprofiel in Figuur 16 zijn bijvoorbeeld **RapidPrototyping.nl** (pagina 95), **Amitek Prototyping** (pagina 96) en **Kemo** (pagina 104). Bedrijven in deze soort bieden diensten aan variërend van CAD bewerkingen tot kleine serie reproducties van componenten. Door hun uitbreiding van invloed in het ontwerpproces zijn ze een directe, en grote, concurrent.

6.2 CONCLUSIE

De grootste concurrentie lijken de printshops met neiging naar *Detail-* en *productiefase* te zijn. Door het grote scala aan afwerkingsmogelijkheden, kleine serie reproducties en CAD diensten zijn ze ideaal voor de kleinere bedrijven die een product op de markt willen brengen. Voor bedrijven die echter alleen een upload-print-verzenden principe nodig hebben, zal een normale printshop voldoen. Een direct nadeel van de andere stereo(sub)types is de afwezigheid van meer dan één 3D printers. Dit kan voor vervelende situaties zorgen bij grote drukte.

Het behouden van zakelijke relaties is een belangrijk punt welke niet over het hoofd gezien mag worden. Wanneer een bedrijf keer op keer een component van goede kwaliteit binnen de gestelde korte levertermijn oplevert, zal een relatie ontstaan. Kosten zullen minder uit gaan maken als de kwaliteit en snelheid voldoende zijn. Een schaalvergroting waarbij alle capaciteit benut wordt kan uiteindelijk ook veel opleveren, maar hier is wel een groot startkapitaal voor nodig.

De profielen geven duidelijk aan dat bij veel bedrijven er een gebrek is aan snelheid, alsook aan de bedrijfsradius. Deze laatste is gesteld op gebieden binnen Enschede, waar RapidPrototyping.nl (pagina 95) als enige gevaarlijke concurrentie is. Niet alleen is dit bedrijf gemakkelijk vanuit Enschede en omstreken te bereiken (Nijverdal), maar het bedrijf levert een grote variëteit aan diensten en heeft een groot aantal machines ter beschikking. Daar weer naast heeft het bedrijf goede contacten met 'spuitgieterende' bedrijven. Qua snelheid lijkt 3D Protoprint (pagina 90) te winnen, gezien het feit dat ze zeggen binnen 24 uur te kunnen leveren. Dit geldt alleen voor de omgeving Barneveld, aangezien het onwaarschijnlijk is dat een bedrijf meer dan 60 minuten gaat reizen om een model op te halen. Dit geeft de Rapid Prototyping Faciliteit in Enschede een kleine buffer, maar een levertijd van 48 uur lijkt een minimum te worden.

Update (16-08-'09) : Amitek Prototyping is gestopt met het aanbieden van serie reproducties door middel van gietmethoden. Dit betekent dat Amitek Prototyping niet langer behoort tot 'Printshops met de neiging naar detail- en productiefase, maar uitkomt in de categorie 'Printshops met de neiging naar detailfase'.

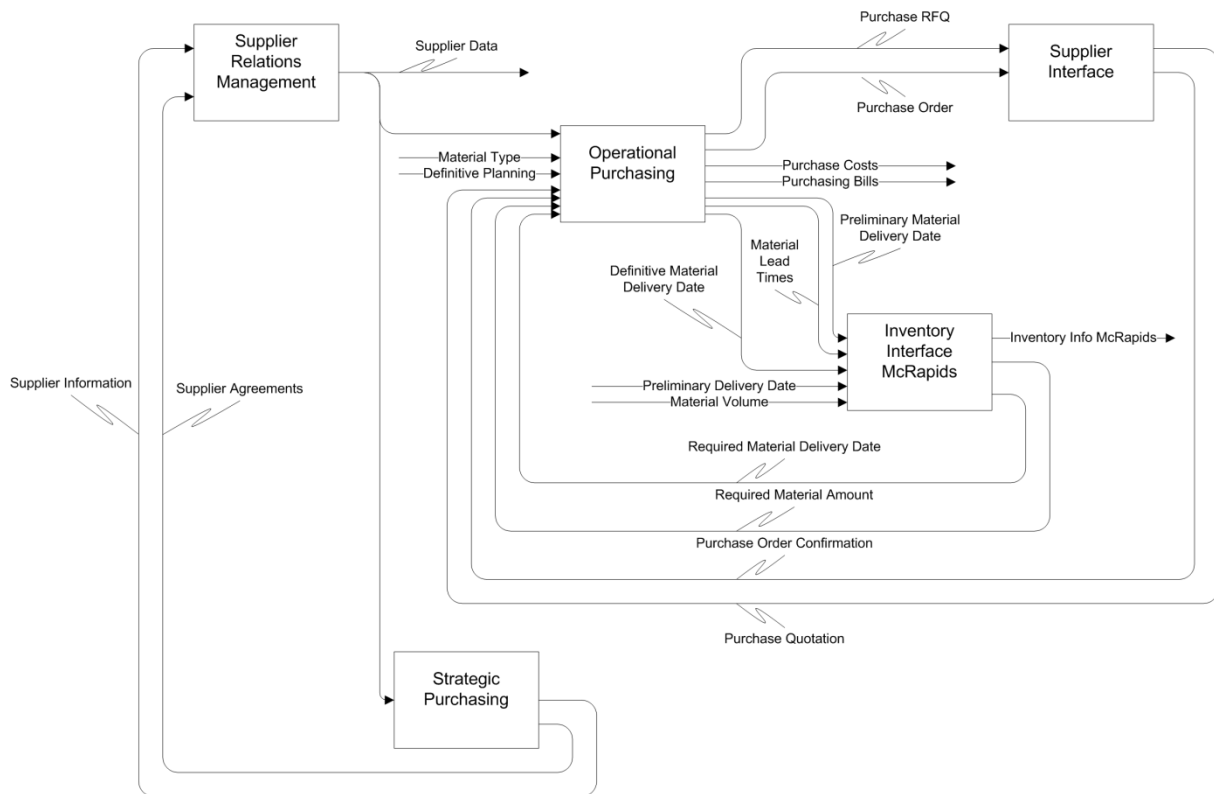
7 RECAPITULATIE 3

De sterk opkomende markt van Rapid Prototyping is terug te zien in het grote aantal bedrijven wat genoemde service aanbiedt. De technieken analyse zorgt voor herkenning van de mogelijkheden en maakt een redelijke interpretatie mogelijk. Een inzicht is verkregen in het doel waar verschillende technieken momenteel voor ingezet worden. Van alle bekeken bedrijven is een bedrijfsprofiel gemaakt, waarna deze zijn samengevat in profielen van stereosubtypen bedrijven. De uitkomst van deze analyse is dat 'PRINTSHOPS MET NEIGING NAAR DETAIL- EN PRODUCTIEFASE' de belangrijkste concurrent gaan zijn van CNC Worknet. Daarnaast is de 'gewone 3D printshop' een grote concurrent. Deze informatie geeft aan dat het bedrijfsprofiel van CNC Worknet zich moet kunnen meten aan zowel de uitgebreide printshops als de gewone printshops. Verdere conclusies zijn te vinden op pagina 35.

Nu duidelijk is *waaraan* CNC Worknet zich moet meten (concurrentie analyse) en *hoe* CNC Worknet dat kan doen (technieken analyse), kan gekeken worden naar de informatiestromingen in een toekomstig Rapid Prototyping faciliteit.



FIGUUR 17: KEN JE CONCURRENTIE...



8 INFORMATIESTROMINGEN

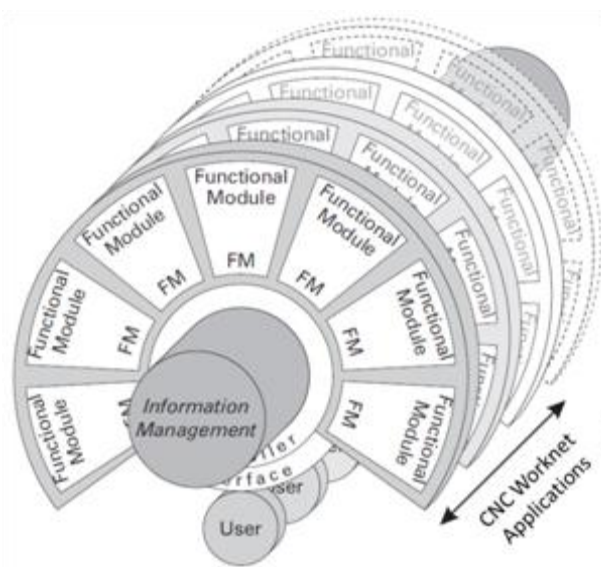
EEN UITEENZETTING VAN ALLE RELEVANTE STROMEN VAN INFORMATIETYPES BINNEN EEN RAPID PROTOTYPING FACILITEIT.

8.1 INTRODUCTIE

De volgende pagina's betreffen een uiteenzetting van de informatiestromingen binnen een Rapid Prototyping faciliteit (McRapid) - of meerdere Rapid Prototyping faciliteiten (McRapids)- binnen CNC Worknet. Deze informatiestromingen zijn gebaseerd op meerdere schijven (discs), bestaande uit verschillende modules (Figuur 18). De schijven worden aan elkaar gekoppeld door een centrale informatie management kern. De (reeds bestaande) architectuur (10) van CNC Worknet lag aan de basis van het gepresenteerde resultaat.

8.1.1 ARCHITECTUUR

Zoals eerder vermeld, bestaat de visualisatie van de informatiestromingen uit verschillende schijven, gekoppeld door een informatie management kern. Deze kern is verantwoordelijk voor de opslag en provisie van alle data benodigd en gegenereerd door de verschillende schijven. Elke schijf bestaat uit een aantal onafhankelijke functionele modules. Deze modules beschrijven een (serie van) taak(en) die uitgevoerd kunnen worden met de informatie die beschikbaar wordt gesteld door de informatie management kern. Wanneer de functionele module klaar is met de informatie wordt deze terug in de informatie management kern gestopt om naar een andere functionele module op dezelfde - of andere- schijf te reizen. Door de onafhankelijkheid van de modules, kan de focus gelegd worden op het uitvoeren van een specifieke taak. Deze taak/taken van een module kunnen uitgevoerd worden door zowel mensen als applicaties. Alle modules van dezelfde aard zijn gegroepeerd op voorgenoemde schijven. Zo is er een schijf met de naam 'Sales' welke onder andere inkomende- en uitgaande offertes beschrijft.



FIGUUR 18

8.1.2 DE DISCS

De zeven gepresenteerde schijven van de architectuur van CNC Worknet met betrekking tot Rapid Prototyping zijn gegroepeerd in; 'Sales', 'Process Planning', 'Inventory Management', 'Logistics', 'Quality Management System', 'Manufacturing' en 'Business Administration'. Zoals eerder vermeld is 'Sales' verantwoordelijk voor het verwerken van binnenkomende offertes en het verspreiden van aanvragen om informatie aan andere schijven. 'Process Planning' verzorgt een voorlopige en permanente planning van de binnenkomende offertes en bestellingen waarna 'Manufacturing' zorgt voor de eindproducten. 'Inventory Management' houdt voorraden bij van de aangesloten McRapids en 'Quality Management System' zorgt ervoor dat alleen producten die aan de kwaliteitseisen voldoen worden afgeleverd. De aflevering zelf wordt verzorgd door 'Logistics' waarna de betalingsgerelateerde informatie verwerkt wordt bij 'Business Administration'. Deze zeven schijven zijn gebaseerd op reeds bestaande schijven betreffende meerdere CNC Frees faciliteiten binnen CNC Worknet (1). De schema's zijn zo gemaakt dat ze volledig aansluiten bij de stijl, inhoud en opzet van

voorgenoemde schema's van schijven. Naar aanleiding van deze aansluiting is dan ook gekozen om de naamgeving in het Engels te doen, zoveel mogelijk functionele modules (de rechthoekige vormen in de schema's) ongewijzigd te laten en de 'Schijfindeling' (schema indeling) zoveel mogelijk met rust te laten. Een gemakkelijker te begrijpen schema wordt gepresenteerd in het hoofdstuk Workflow op pagina 59. De Workflow is een chronologische versie van de zeven schema's (uitvergrootte versies van de schema's zijn te vinden vanaf pagina 122).

8.1.3 FUNCTIONELE MODULES

De meeste functionele modules (definitie op pagina 10) hebben zowel een input als een output. De functionele modules zijn, zoals de naam doet suggereren, verzamelingen van een reeks functies en handelingen die verricht worden met inkomende informatie (input). De uitgaande informatie (output) dient dan weer als input voor andere functionele modules. Een groot voordeel van deze manier van taakverdeling is dat alle modules vervang- en aanpasbaar zijn. Wanneer een software programma bijvoorbeeld taken van mensen over gaat nemen of simpelweg een verouderd software programma vervangt, kan door middel van het bekijken van functionele modules bepaald worden welke taken niet vervuld worden of welke extra functionele modules dit software programma vervult. Dit modulair systeem zorgt voor een grote mate van flexibiliteit in een doorlopend verbeteringsproces van CNC Worknet. De in- en output van de verschillende functionele modules worden informatietypes (definitie op pagina 10) genoemd, en er wordt naar verwezen met een nummer en pagina. De beschrijvingen van alle informatietypes zijn te vinden in de bijlage vanaf pagina 108.

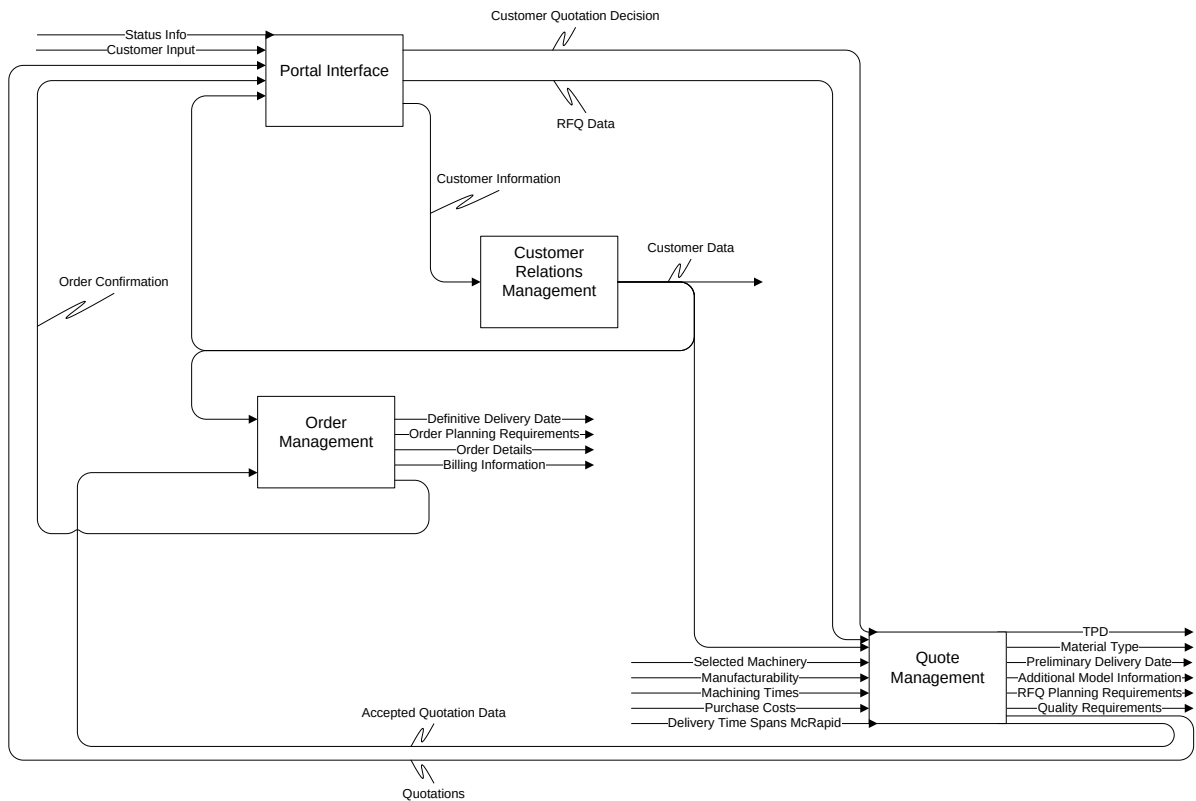
Paradigmatische Invulling

Elke functionele module kan gezien worden als een (of meerdere) concrete handelingen met concrete hard- en software. Een voorbeeld van zo'n voorbeeldinvulling voor elke functionele module wordt gegeven onder de subkopjes 'Paradigmatische Invulling'. Aangezien de orde van grootte nader vastgesteld moet worden, wordt er vanuit gegaan dat elke taak door een aparte persoon wordt ingevuld. Realistisch gezien kunnen veel taken worden samengenomen en uitgevoerd door een persoon met een computer. De tekst gaat echter uit elke functionele module wordt uitgevoerd door een opzichzelfstaand persoon

Database

Wanneer gesproken wordt over een (of de) database, dan wordt hiermee een nog ongedefinieerd programma bedoeld welke direct of indirect gekoppeld wordt aan het internet portal. Wenselijk is de mogelijkheid dit programma ook direct te koppelen aan een programma als Microsoft Outlook of een andere (multi-)agenda-applicatie.

8.2 SALES



CNC WORKNET ARCHITECTURE INTERFACES 1 – 'SALES'

8.2.1 FUNCTIONAL MODULES

Portal Interface; Alle communicatie van CNC Worknet en de cliënt verloopt via deze module.

Functies; Status van de offerte en bestelling weergeven
Weergeven van de input van cliënt en CNC Worknet

Extra Functies; De Rapid Prototyping techniek bepalen aan de hand van materiaal-, tolerantie- en kleurkeuzes.

Customer Relations Management; Alle informatie betreffende communicatie en relaties tussen cliënt en CNC Worknet worden beheerd in deze module. Er wordt gezorgd voor actuele cliënt informatie betreffende contact informatie, kredietwaardigheid en communicatie buiten het portal om.

Functies; Managen van cliënt data
Controle van kredietwaardigheid van de cliënt
Registreren van communicatie tussen CNC Worknet en de cliënt buiten het portal om

Order Management; Alle offertes die binnenkomen worden gecontroleerd en verwerkt door deze functionele module. Na de controle van een offerte wordt deze geregistreerd als een bestelling en een bestellingbevestiging wordt gegenereerd. De bestellingbevestiging wordt via het portal gepresenteerd aan de cliënt.

Functies; Bestelling controle
Bestelling acceptatie
Bestelling registratie

Quote Management; Deze module zet offerteaanvragen om in offertes. Om dit te verwezenlijken worden de aanvragen gecontroleerd op compleetheid en worden ze geregistreerd. Verschillende berekeningsmethoden worden gebruikt om deze offertes aan te maken, welke regelmatig gecontroleerd worden op juistheid en beheerd worden door deze module. Na het aanmaken van een offerte wordt deze via het portal gepresenteerd aan de cliënt. De reacties en beslissingen na het presenteren van de offerte aan de cliënt, lopen ook via deze module.

Functies; Controle op compleetheid van de offerteaanvragen
Registreren van offerteaanvragen
Genereren van offertes
Registreren van offertes
Managen van offerte berekeningsmethoden
Navolging van de offertes

8.2.2 INFORMATIETYPES

Accepted Quotation Data	<i>nummer 7, pagina 109</i>
Additional Model Information	<i>nummer 18, pagina 111</i>
Billing Information	<i>nummer 13, pagina 110</i>
Customer Data	<i>nummer 3, pagina 108</i>
Customer Information	<i>nummer 2, pagina 108</i>
Customer Input	<i>nummer 1, pagina 108</i>
Customer Quotation Decision	<i>nummer 6, pagina 109</i>
Definitive Delivery Date	<i>nummer 11, pagina 110</i>
Delivery Time Spans McRapid	<i>nummer 43, pagina 115</i>
Machining Times	<i>nummer 22, pagina 112</i>
Manufacturability	<i>nummer 21, pagina 112</i>
Material Type	<i>nummer 15, pagina 111</i>
Order Confirmation	<i>nummer 8, pagina 109</i>
Order Details	<i>nummer 12, pagina 110</i>
Order Planning Requirements	<i>nummer 9, pagina 109</i>
Preliminary Delivery Date	<i>nummer 10, pagina 110</i>
Purchase Costs	<i>nummer 34, pagina 114</i>
Quality Requirements	<i>nummer 17, pagina 111</i>
Quotations	<i>nummer 5, pagina 109</i>
Request for Quotation (RFQ) Data	<i>nummer 4, pagina 108</i>
Request For Quotation (RFQ) Planning Requirements	<i>nummer 14, pagina 110</i>
Selected Machinery	<i>nummer 20, pagina 111</i>
Status Info	<i>nummer 44, pagina 115</i>
Technical Product Data (TPD)	<i>nummer 16, pagina 111</i>

8.2.3 PARADIGMATISCHE INVULLING

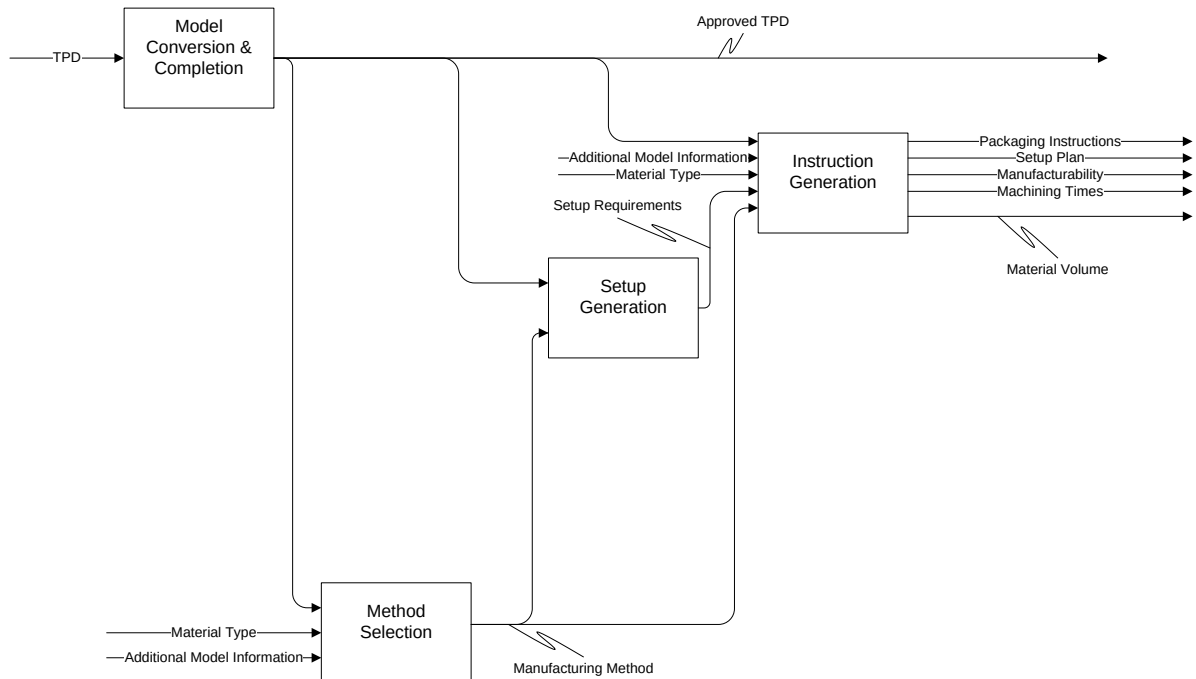
Portal Interface; Hier hoeft weinig over gezegd te worden; CNC Worknet is hard aan het werk het portal online te krijgen. Het betreft een webapplicatie met verschillende processen geïmplementeerd in de software.

Customer Relations Management; Deze module wordt hoogwaarschijnlijk ingevuld door een persoon achter een pc met hoge mate van toegang tot bestanden en berichten in het portal. Belangrijke informatie wordt bijgehouden in een database.

Order Management; Hoewel er standaard formulieren en zelfs applicaties zullen verschijnen om offertes om te zetten in bestellingen, zal een persoon deze handmatig moeten controleren. Een mogelijkheid is een gedeelte van deze module te implementeren in het portal waarbij variabelen als verzenddatum, kosten, maakbaarheid en eventueel gegenereerde bestanden gewijzigd kunnen worden in een applicatie binnen het portal. Alle belangrijke informatie zal worden bijgehouden in een database.

Quote Management; Deze module gaat werken zoals 'Order Management'; een persoon zal de offertes handmatig moeten controleren en informatie beschikbaar moeten stellen voor overige modules. Wederom worden variabelen als verwachte verzenddatum, kosten, maakbaarheid en een samenvatting van de voortgang via een applicatie teruggekoppeld aan de cliënt. Daarnaast worden vastgestelde gegevens bijgehouden in een database.

8.3 PROCESS PLANNING



CNC WORKNET ARCHITECTURE INTERFACES 2 – 'PROCESS PLANNING'

8.3.1 FUNCTIONAL MODULES

Model Conversion & Completion; Deze module controleert het ontvangen 3D bestand (Technical Product Data, nummer 16, pagina 111) op fouten en corrigeert deze.

Funcities; Vinden van fouten in het 3D bestand
Correctie van de gevonden fouten

Extra Funcities; Converteren van bestanden in de juiste format (.STL)

Method Selection; Deze module bepaalt aan de hand van de materiaalkeuze en het gecontroleerde (en eventueel gecorrigeerde) 3D model welke Rapid Prototyping methode gebruikt gaat worden. Daarnaast geeft deze module aan hoe het model moet worden opgebouwd en houdt het een database bij met de verschillende machines en hun mogelijkheden.

Funcities; Vaststellen welke methoden geschikt zijn voor de productie
Managen van de machinedatabase

Setup Generation; Deze module weegt de voor- en nadelen af van de verschillende mogelijke opstellingen van het product in de machine. Vervolgens wordt een keus gemaakt en een beschrijving van de opstelling en eventuele voorwaarden worden doorgezonden naar de volgende module.

Funcities; Vaststellen van de benodigde opstelling van het (te printen) product

Instruction Generation; Aan de hand van het gecorrigeerde en CAD bestand, de 'Request For Quotation Data', de 'Manufacturing Methods' en de 'Setup Requirements', bepaalt deze module of het product gemaakt kan worden, hoelang dit gaat duren en of het product op een speciale manier ingepakt moet worden voor verzending naar de klant. Daarnaast creëert deze module een 'Setup

Plan', waarin het volledige plan staat; Rapid Prototyping methode, materiaalkeuze, opstellingsvoorwaarden en eigenschappen en verwijzingen naar belangrijke documenten.

Functies; Verpakkingseisen vaststellen
 Vaststellen productietijd
 'Setupplan' creëren

8.3.2 INFORMATIETYPES

Additional Model Information	<i>nummer 18, pagina 111</i>
Approved Technical Product Data (TPD)	<i>nummer 19, pagina 108</i>
Machining Times	<i>nummer 22, pagina 112</i>
Manufacturability	<i>nummer 21, pagina 112</i>
Manufacturing Method	<i>nummer 62, pagina 118</i>
Material Type	<i>nummer 15, pagina 111</i>
Material Volume	<i>nummer 64, pagina 118</i>
Packaging Instructions	<i>nummer 23, pagina 112</i>
Setup Plan	<i>nummer 24, pagina 112</i>
Setup Requirements	<i>nummer 63, pagina 118</i>
Technical Product Data (TPD)	<i>nummer 16, pagina 111</i>

8.3.3 PARADIGMATISCHE INVULLING

Model Conversion & Completion; Het controleren, afmaken en eventueel converteren van CAD bestanden wordt gedaan met Autodesk Inventor © of een samenhangende applicatie. Wanneer besloten wordt om afmaken en converteren aan de cliënt over te laten, zou afgedaan kunnen worden met de applicaties die meegeleverd worden bij de Rapid Prototypers (11). Eventuele fouten zouden hier ook zichtbaar moeten zijn maar correcties kunnen niet uitgevoerd worden. Wanneer het model goedgekeurd is door CNC Worknet, wordt deze opgeslagen in een database.

Converteren (12): Autodesk VIZ 2008 kan de volgende bestanden importeren, bewerken en/of converteren:

Alleen import:

- .CHR (Character Studio)
- .DEM/.DDF (LandXML)
- .IPT/.IAM (Autodesk Inventor)
- .LS/.VW (LightScape)
- .SHP (3D Studio)
- .WRZ (VRML)
- .XML (VIZ material)

Alleen export:

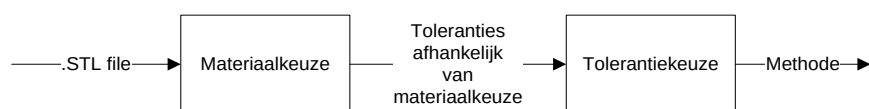
- .ASE (ASCII scene)
- .ATR (LS material)
- .BLK (LS block)
- .DF (LS parameter)

- .DWF (Autodesk)
- .LAY (LS layer)
- .VW (LS view)
- .W3D (Shockwave 3D)

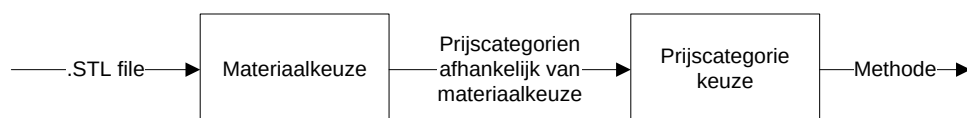
Zowel import als export:

- .MAX
- .AI (Illustrator)
- .3DS/.PRJ (3D Studio)
- .DWG/.DXF (AutoCAD)
- .DRF
- .FBX/.DAE (Autodesk/Collada)
- .IGS (IGES)
- .LP (LS preparation)
- .STL (Stereolithography)
- .WRL (VRML97)

Method Selection; De selectie van de Rapid Prototyping methode hangt in de meeste gevallen samen met materiaalkeuze, tolerantiekeuze en het al dan niet gebruiken van kleur. Wanneer de klant de keuze krijgt tussen bijvoorbeeld gips, kunststof en metaal dan horen hier een zCorp, Dimension en een Sinterstation bij respectievelijk. Wanneer er ook de beschikking is over een Rapid Prototyper van Fortus, IPro of andere merken, dan zou de tolerantie aangegeven door de klant uitkomst kunnen bieden. In dat geval zou Method Selection een simpele ‘if then else’ structuur kunnen hebben en direct geïmplementeerd kunnen worden in het portal.



Een tweede optie zou de keuze van een prijscategorie kunnen zijn. In dit geval zou de cliënt de toleranties moeten kunnen bekijken, maar een prijscategorie moeten kiezen. Uiteraard moet voor deze keuze de materiaalkeuze al gemaakt zijn. Dit betekent een iets uitgebreidere applicatie maar cliënten die (relatie) nieuw zijn met het concept Rapid Prototyping kunnen dan alsnog een valide keuze maken.



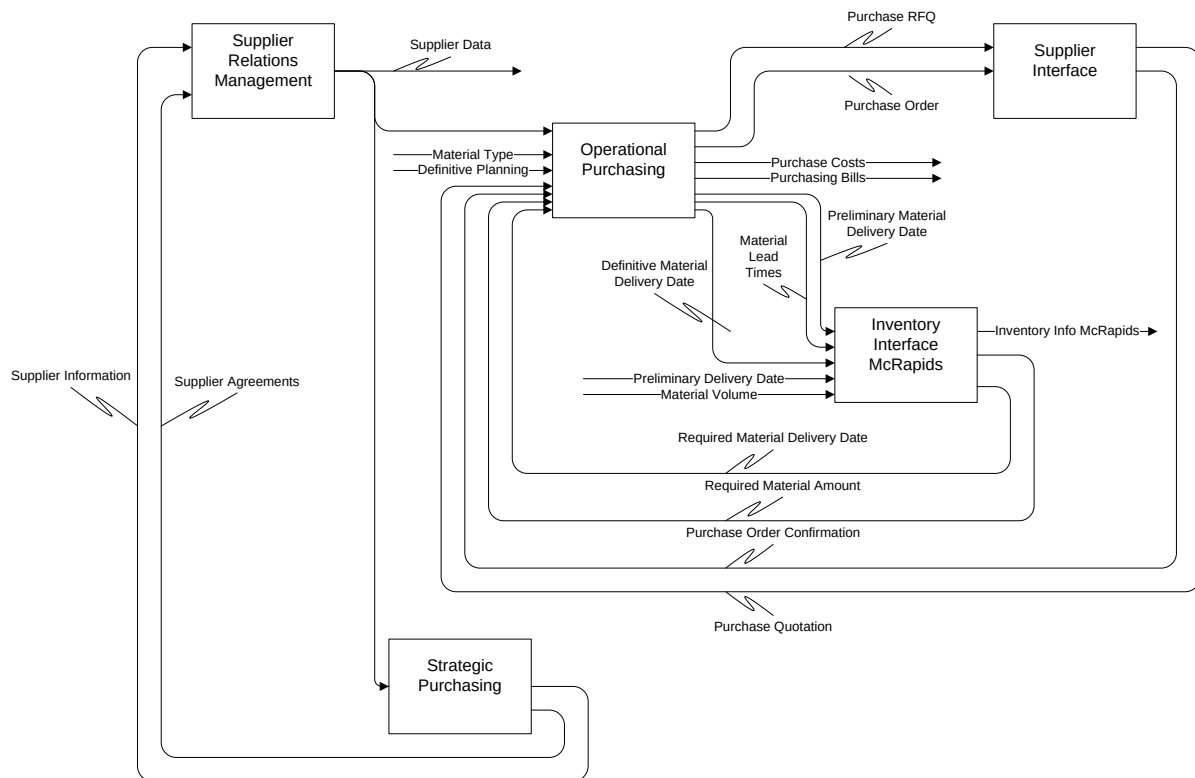
Naast het simpele selecteren van een methode zal deze module ook een lijst met mogelijke methodes bij gaan houden. Deze lijst zal constant up to date moeten worden gehouden om efficiënt en effectief met de productiemogelijkheden om te gaan. De uiteindelijke lijst zal in de alom gebruikte database beschikbaar zijn.

Setup Generation; Een simpele applicatie zou een aantal opstellingseisen kunnen genereren, maar zolang de software geen producttechnisch onwenselijke features kan herkennen zal een persoon de opstelling moeten aangeven. Een opstellingseis zou bijvoorbeeld kunnen zijn ‘het rechtop printen van cilindrische producten’. Bij sommige 3D-printers willen gekantelde cilinders wel eens licht

inzakken wat een ovale cilinder oplevert. Deze en andere problemen zouden simpelweg in een 'feature recognition guide' verwerkt kunnen worden, maar dat neemt niet weg dat een persoon deze handmatig moet controleren.

Instruction Generation; Nadat de opstellingseisen zijn binnengekomen zal er een productieplanning gemaakt moeten worden. In deze productieplanning moet zoveel informatie staan dat elke persoon die een Rapid Prototyper kan bedienen het product moet kunnen printen. Teveel informatie zou problemen op kunnen leveren. Hoewel een groot deel van de informatie automatisch zou kunnen worden verstuurd, dient een persoon deze nog steeds te moeten controleren en eventuele extra richtlijnen zelf aan te vullen. De productietijden kunnen worden gegenereerd door de software van de Rapid Prototyping machine.

8.4 INVENTORY MANAGEMENT



CNC WORKNET ARCHITECTURE INTERFACES 3 – 'INVENTORY MANAGEMENT'

8.4.1 FUNCTIONAL MODULES

Supplier Relations Management; Alle leveranciers en desbetreffende informatie wordt hier beheerd. Zoals 'Customer Relations Management' de communicatie tussen cliënt en CNC Worknet regelt, doet deze module hetzelfde voor CNC Worknet met leveranciers. Informatie en afspraken over prijzen en levertijden worden beheerd, evenals de prestaties van de verschillende leveranciers.

Functies;

- Beheren van leveranciersdata
- Beheren van een lijst met goedgekeurde leveranciers
- Bijhouden van een prestatiekaart van de verschillende leveranciers
- Managen van prijsafspraken met de leveranciers
- Managen van leveringsafspraken met de leveranciers

Strategic Purchasing; Deze module beheert de inkoopbeisen van CNC Worknet en onderhandelt met de leveranciers over vastgestelde levertijden, leveringsvoorwaarden en prijzen.

Functies;

- Onderhandelen over prijzen met de leveranciers
- Onderhandelen over leveringsvoorwaarden met de leveranciers
- Onderhandelen over levertijden met de leveranciers

Operational Purchasing; Deze module behandelt McRapid-specifieke inkoopbeisen. Naar aanleiding van een geplaatste bestelling worden materialen ingekocht en specifieke levertijden opgevraagd.

Functies;

- Aanvragen van offertes van leveranciers
- Vaststellen van inkoopbeisen

Genereren van materiaal bestellingen
Plaatsen van materiaal bestellingen
Volgen van materiaal bestellingen

Inventory Interface McRapids; Deze module beheert de voorraad data van de verschillende McRapids. Voorraad data en materiaal bestellingen kunnen opgevraagd worden met het doel effectief en efficiënt bestellingen te kunnen plaatsen.

Functies; Voorraad data van verschillende McRapids managen
Status van de materiaal bestellingen weergeven

Extra Funtcies; Eventuele functies die niet ter sprake zijn of nog niet ter sprake zijn geweest..

Supplier Interface; De 'Supplier Interface' is, net als de 'Portal Interface' een doorgeefluik van informatie van CNC Worknet en de leveranciers.

Functies; Offerte- en bestellingdata managen
Status van de offertes en bestellingen weergeven

8.4.2 INFORMATIETYPES

Definitive Material Delivery Date	<i>nummer 33, pagina 113</i>
Definitive Planning	<i>nummer 38, pagina 114</i>
Inventory Info McRapids	<i>nummer 41, pagina 115</i>
Material Lead Times	<i>nummer 36, pagina 114</i>
Material Type	<i>nummer 15, pagina 111</i>
Material Volume	<i>nummer 64, pagina 118</i>
Preliminary Delivery Date	<i>nummer 10, pagina 110</i>
Preliminary Material Delivery Date	<i>nummer 32, pagina 113</i>
Purchase Costs	<i>nummer 34, pagina 114</i>
Purchase Order	<i>nummer 28, pagina 113</i>
Purchase Order Confirmation	<i>nummer 31, pagina 113</i>
Purchase Quotation	<i>nummer 30, pagina 113</i>
Purchase Request For Quotation (RFQ)	<i>nummer 29, pagina 113</i>
Purchasing Bills	<i>nummer 35, pagina 114</i>
Required Material Amount	<i>nummer 40, pagina 115</i>
Required Material Delivery Date	<i>nummer 39, pagina 114</i>
Supplier Agreements	<i>nummer 27, pagina 112</i>
Supplier Data	<i>nummer 25, pagina 112</i>
Supplier Information	<i>nummer 26, pagina 112</i>

8.4.3 PARADIGMATISCHE INVULLING

Supplier Relations Management; Deze module wordt hoogwaarschijnlijk ingevuld door een persoon achter een pc met hoge mate van toegang tot bestanden en berichten in de 'supplier interface'. Belangrijke informatie wordt bijgehouden in een database.

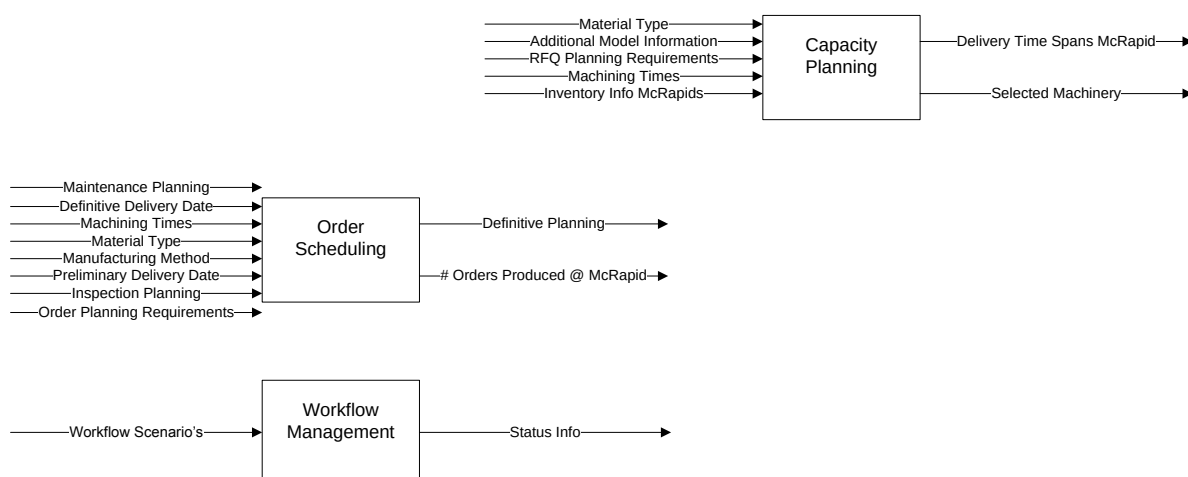
Strategic Purchasing; Met de informatie verkregen van 'Supplier Relations Management' gaat een persoon vanuit CNC Worknet onderhandelen met verschillende leveranciers. Dit zal vooral communicatief ingevuld worden en belangrijke informatie wordt geregistreerd in de database.

Operational Purchasing; Op basis van informatie van 'Inventory Interface Management' en 'Supplier Relations Management' zal een persoon de verbruikte materialen aanvullen binnen de verschillende McRapids. Dit zal hoofdzakelijk gebeuren in de 'Supplier Interface', aangezien prijs- en leveringsafspraken al gemaakt zijn.

Inventory Interface McRapids; De module kan gezien worden als een voorraadmeter. In de praktijk kan deze module op verschillende manieren ingevuld worden. Tijdens de beginperiode zal een persoon handmatig aangeven hoeveel materiaal verbruikt is en hoeveel materiaal er dan nog over is. Later kan deze informatie geïntegreerd worden in het bestelsysteem afhankelijk van variabelen als 'Material Volume', 'Material Type' en 'McRapid'. 'Dedicated McRapids' (definitie op pagina 10) zullen beter congruent zijn een implementatie van voorraadbeheer dan 'parttime McRapids' (definitie op pagina 10) vanwege ongeregistreerd gebruik van de machines in de laatstgenoemde McRapid variant.

Supplier Interface; De 'Supplier Interface' is, net als de 'Portal Interface' een doorgeefluik van informatie van CNC Worknet en de leveranciers.

8.5 LOGISTICS



CNC WORKNET ARCHITECTURE INTERFACES 4 – 'LOGISTICS'

8.5.1 FUNCTIONAL MODULES

Order Scheduling; Het inplannen van bestellingen in de verschillende McRapids is de hoofdtak van deze module. Daarnaast wordt de verzending van producten naar cliënten en het verpakken van deze producten ook in deze module gepland.

Functies;

- Genereren van gedetailleerde inspectieplanning
- Genereren van gedetailleerde opstellingsplanning
- Genereren van gedetailleerde planning van verzendingen vanuit de McRapid
- Updaten van de planning naar actuele situaties

Capacity Planning; Deze module zorgt ervoor dat de machines bij de verschillende McRapids optimaal benut worden. Er wordt vooruit gepland door te kijken naar verwachte bestellingen en levert een daarop gebaseerd overzicht van de tijdsduur van leveringen.

Functies;

- Lange termijn capaciteitsplanning
- Vaststellen van levertijd voor offertes
- Vaststellen welke machine waarvoor en wanneer ingezet gaat worden

Workflow Management; Deze module voert de verschillende workflows voor de processen binnen een McRapid uit. Het zorgt er ook voor dat de status van de bestelling op belangrijke punten teruggekoppeld wordt naar de cliënt.

Functies;

- Uitvoeren van workflows
- Terugkoppelen van de status van de bestelling

8.5.2 INFORMATIETYPES

Orders Produced @ McRapid
Additional Model Information

nummer 42, pagina 115
nummer 18, pagina 111

Definitive Delivery Date	<i>nummer 11, pagina 110</i>
Definitive Planning	<i>nummer 38, pagina 114</i>
Delivery Time Spans McRapid	<i>nummer 43, pagina 115</i>
Inspection Planning	<i>nummer 45, pagina 115</i>
Inventory Info McRapids	<i>nummer 41, pagina 115</i>
Machining Times	<i>nummer 22, pagina 112</i>
Maintenance Planning	<i>nummer 55, pagina 117</i>
Manufacturing Method	<i>nummer 62, pagina 118</i>
Material Type	<i>nummer 15, pagina 111</i>
Order Planning Requirements	<i>nummer 9, pagina 109</i>
Preliminary Delivery Date	<i>nummer 10, pagina 110</i>
Request For Quotation (RFQ) Planning Requirements	<i>nummer 14, pagina 110</i>
Selected Machinery	<i>nummer 20, pagina 111</i>
Status Info	<i>nummer 44, pagina 115</i>
Workflow Scenario's	<i>nummer 49, pagina 116</i>

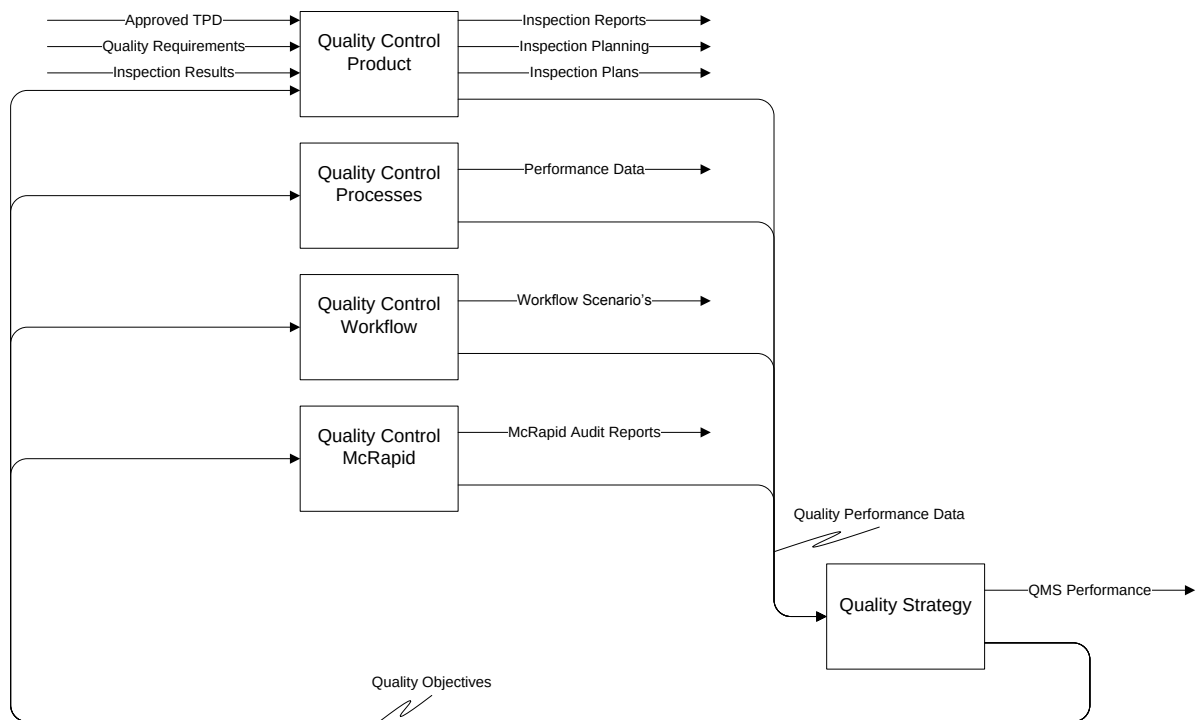
8.5.3 PARADIGMATISCHE INVULLING

Order Scheduling; De invulling van deze module is een omvangrijke maar bestaat volledig uit het managen en genereren van (mogelijke) planningen. Deze planningen moeten uiteraard beschikbaar zijn in de reeds besproken database, maar kunnen bijgehouden worden in bijvoorbeeld Microsoft Outlook. De voordelen van een dergelijk programma komen vooral naar boven bij het managen van verschillende faciliteiten vanaf één centraal punt. Een directe koppeling aan een database applicatie zou de interface een stuk versimpelen. Desalniettemin kan deze module niet volledig geautomatiseerd worden. Het controleren van planningen, zoeken naar dubbele boekingen van machines of het aanpassen van planningen naar actuele situaties blijft een menselijke taak.

Capacity Planning; Met informatie van 'Order Scheduling' kan een persoon een lange termijn planning genereren voor McRapids of zelfs voor individuele machines. De lange termijn planning staat echter nooit volledig vast, aangezien offertes soms worden geweigerd, ongeplande situaties zich af en toe voordoen of de planning simpelweg niet klopte. Wel kan een redelijk exacte levertijd gegenereerd worden met de hulp van ervaring en/of kansberekening in combinatie met geplande activiteiten.

Workflow Management; Deze module kan volledig geautomatiseerd worden. Wanneer een faciliteit ervoor zou zorgen dat elke voltooide stap aangegeven wordt in de database of in het internet portal, dan kan een simpele applicatie de status van bestelling terugkoppelen aan de cliënt. Het beheren en uitvoeren van workflows zou ook geautomatiseerd kunnen worden door deze te koppelen aan de planning.

8.6 QUALITY MANAGEMENT SYSTEM



CNC WORKNET ARCHITECTURE INTERFACES 5 – 'QUALITY MANAGEMENT SYSTEM'

8.6.1 FUNCTIONAL MODULES

Quality Control Product; Deze module genereert de kwaliteitseisen van het product tijdens verschillende productie stadia binnen een McRapid. De resultaten van inspecties worden geanalyseerd in deze module en goedgekeurde producten worden vrijgegeven voor verzending naar de cliënt. Eventuele problemen worden geanalyseerd en opgelost.

Functies;

- Vaststellen van de kwaliteitseisen waaraan de producten moeten voldoen
- Genereren van inspectie plannen
- Vaststellen van inspectie frequentie
- Analyseren van inspectie resultaten
- Vrijgeven van goedgekeurde producten
- Probleemgevallen analyseren en oplossen

Quality Control Processes; Deze module controleert de kwaliteit van de verschillende processen binnen een McRapid.

Functies;

- Proces controle
- Analyse van 'Statistical Process Control'
- Proces validatie

Quality Control Workflow; Deze module regelt en controleert de kwaliteit van de workflow binnen CNC Worknet. Er worden bestellingsspecifieke workflows gegenereerd en de status wordt bijgehouden om eventuele oneffenheden direct uit te kunnen vlakken.

Functies; Managen van workflow
 Genereren van workflow scenario's
 Bijhouden en controleren van de workflows

Quality Control McRapid; Deze module is bedoeld om te garanderen dat alle McRapids produceren volgens vastgestelde kwaliteitseisen. De module beheert, controleert en inspecteert het kwaliteitsniveau van de verschillende McRapids met behulp van kwaliteitsrapporten en door de proces data te analyseren. Verder moet deze module bijspringen in McRapids die het kwaliteitsniveau niet halen.

Functies; Kwaliteitsrapporten opstellen
 Analyseren van kwaliteitsrapporten
 Ondersteunen van McRapids die het kwaliteitsniveau niet halen

Quality Strategy; Deze module functioneert als de algemene manager van de 'Disc'. Het genereert kwaliteitseisen en beleidsregelingen voor de 'Quality Management System' van CNC Worknet op lange en korte termijn.

Functies; Vaststellen van het kwaliteitsbeleid
 Vertalen van kwaliteitsbeleid naar kwaliteitsdoelen
 Vaststellen van kwaliteitsdoelen voor 'Quality Control McRapid', 'Quality Control Workflow', 'Quality Control Processes' en 'Quality Control Product'.
 Managen van 'Quality Management System'

8.6.2 INFORMATIETYPES

Approved Technical Product Date (TPD)	<i>nummer 19, pagina 111</i>
Inspection Planning	<i>nummer 45, pagina 115</i>
Inspection Plans	<i>nummer 46, pagina 115</i>
Inspection Reports	<i>nummer 47, pagina 116</i>
Inspection Results	<i>nummer 54, pagina 117</i>
McRapid Audit Reports	<i>nummer 50, pagina 116</i>
Performance Data	<i>nummer 48, pagina 116</i>
Quality Management System (QMS) Performance	<i>nummer 52, pagina 116</i>
Quality Objectives	<i>nummer 53, pagina 117</i>
Quality Performance Data	<i>nummer 51, pagina 116</i>
Quality Requirements	<i>nummer 17, pagina 111</i>
Workflow Scenario's	<i>nummer 49, pagina 116</i>

8.6.3 PARADIGMATISCHE INVULLING

Quality Control Product; Deze module moet worden ingevuld door een aantal mensen met verstand van Rapid Prototyping op het gebied van statica, mechanica, kwaliteit en afwerking, mogelijkheden en de machine zelf. De personen moeten;

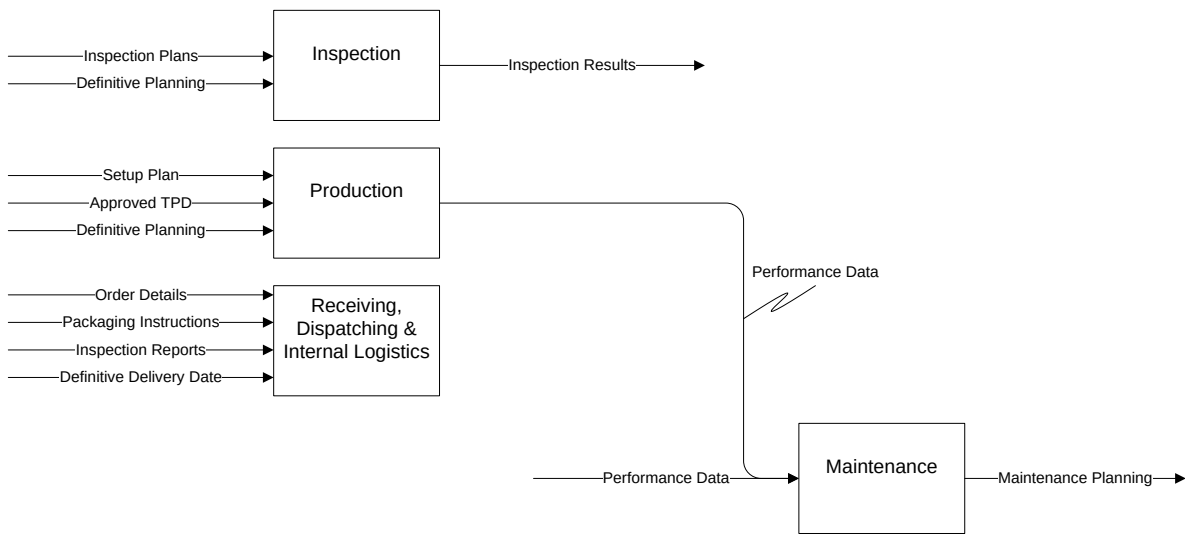
- genoeg weten van de machines om eventuele problemen aan producten op te kunnen lossen
- genoeg weten van de machines en statica om te beoordelen of een product sterk genoeg is

- genoeg weten van de machines en mechanica om te beoordelen of bewegende delen goed functioneren
- genoeg weten van de mogelijkheden om fatsoenlijke kwaliteitseisen te genereren
- genoeg weten van de gemiddelde kwaliteit van elke machine om te kunnen beoordelen of een product kwaliteitshalve voldoende
- genoeg weten van de oppervlaktekwaliteit van producten uit een machine om te beoordelen of deze voor elk product voldoende is

Uiteraard kunnen al deze onderdelen door verschillende personen ingevuld worden of kan men volstaan met een simpele vergelijkingstest. Ervaring zal een grote rol spelen in voorgenoemde punten, het genereren van inspectieplannen vergt dit echt niet. Met vooraf vastgestelde eisen en frequentie informatie kan een inspectieplan automatisch of handmatig gegenereerd worden.

Vanwege de ongedefinieerde aard van de rest van de modules in paradigmatische zin, kan deze disc niet verder beschreven worden.

8.7 MANUFACTURING



CNC WORKNET ARCHITECTURE INTERFACES 6 – ‘MANUFACTURING’

8.7.1 FUNCTIONAL MODULES

Inspection; Deze module gedraagt zich als een inspecteur op het gebied van kwaliteit en inspecteert zoals de plannen dat aangeven.

Functies;

- Inspectie van binnenkomende goederen
- Inspectie van (gedeeltelijk) voltooide producten
- ‘Statistical Product Control’ data registreren voor kwaliteitscontrole
- Controleren op processen en producten die niet aan de kwaliteitseisen voldoen

Production; Deze module stelt de concrete productie voor in een machine van een McRapid. De productie wordt uitgevoerd naar de plannen en opstellingen zoals gegenereerd in vorige modules.

Functies;

- Produceren van producten aan de hand van productie instructies gegenereerd door andere modules

Receiving Dispatching & Internal Logistics; Deze module beheert het ontvangen, lokaliseren en verzenden van goederen en producten in de productie faciliteiten. Het verpakken van de bestellingen en logistieke taken binnen de McRapids worden ook beheert door deze module.

Functies;

- Ontvangen van goederen en producten
- Verzenden van bestellingen
- Verpakken van bestellingen
- Interne logistiek

Maintenance; Alle aan onderhoud gerelateerde taken worden beheerd door deze module. Er wordt gecontroleerd welke machines onderhoud nodig hebben, kleine onderhoudswerkzaamheden worden direct uitgevoerd. Uitvoerige onderhoudswerkzaamheden worden ingepland.

<i>Functies;</i>	Uitvoeren van machine onderhoud Instellen van de machines Identificeren van onderhoudseisen
------------------	---

8.7.2 INFORMATIETYPES

Definitive Delivery Date	<i>nummer 11, pagina 110</i>
Order Details	<i>nummer 12, pagina 110</i>
Approved Technical Product Data (TPD)	<i>nummer 19, pagina 111</i>
Packaging Instructions	<i>nummer 23, pagina 112</i>
Setup Plan	<i>nummer 24, pagina 112</i>
Definitive Planning	<i>nummer 38, pagina 114</i>
Inspection Plans	<i>nummer 46, pagina 115</i>
Inspection Reports	<i>nummer 47, pagina 116</i>
Performance Data	<i>nummer 48, pagina 116</i>
Inspection Results	<i>nummer 54, pagina 117</i>
Maintenance Planning	<i>nummer 55, pagina 117</i>

8.7.3 PARADIGMATISCHE INVULLING

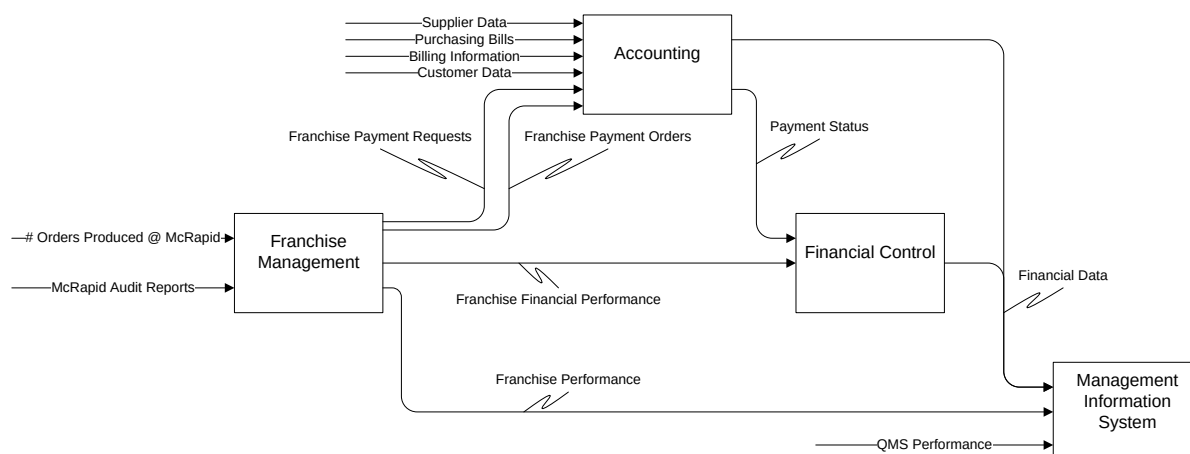
Inspection; Zoals de beschrijving van de functionele module al aangeeft, kan deze module ingevuld worden door een inspecteur. Deze controleert processen en binnengekomen en uitgaande producten. De kwaliteitseisen werden opgesteld door 'Quality Control Product' en 'Quality Strategy' waardoor de invulling van deze module een stuk simpeler wordt.

Production; Zoals de module al aangeeft beslaat dit het productiegedeelte van CNC Worknet. Vanuit de 'Discs' gezien controleert en genereert deze module ook data over de prestaties van de machines. Dit betekent dat de beheerder van de Rapid Prototypers ook informatie over tijdsduur van productie en eventuele problemen tijdens productie moet registreren in de database.

Receiving Dispatching & Internal Logistics; Deze module kan op twee manieren opgevat worden. Allereerst zou deze ingevuld kunnen worden door alle logistieke zaken ter plekke te regelen. Dit betekent dat elke McRapid zelf spullen moet verzenden en zijn eigen goederen ontvangt. Een tweede methode zou zijn dat alles loopt via een hoofdkantoor. Dit betekent meer werk, tijd en kosten in absolute zin, maar er is een grotere mate van controle en effectiviteit. Een tussenweg zou gevonden kunnen worden door internationale verzendingen via een hoofdkantoor en nationale verzendingen via de McRapids te laten lopen.

Maintenance; Elke McRapid heeft onderhoud. De machines moeten worden gecontroleerd en gerepareerd. Net als bovenstaande module kan deze op twee manieren ingevuld worden. Elke McRapid zou zijn eigen onderhoudsmedewerker kunnen hebben, of onderhoudsmedewerkers reizen van McRapid naar McRapid om machines te repareren. De laatste keuze is efficiënter en effectiever. Daarnaast wordt veel ervaring opgedaan door 'dedicated maintenance'. Wanneer er grote problemen ontdekt worden en/of onderhoud veel tijd gaat kosten zal deze aangegeven moeten worden in de planning. Wederom kan dit door het gebruik van Microsoft Outlook met een wenselijke koppeling naar de database.

8.8 BUSINESS ADMINISTRATION



CNC WORKNET ARCHITECTURE INTERFACES 7 – 'BUSINESS ADMINISTRATION'

8.8.1 FUNCTIONAL MODULES

Franchise Management; Alle organisatorische regelingen, afspraken en overzichten worden beheert en verwerkt in deze module. Selectie en acceptatie van potentiële franchise alsook de communicatie en prestatiecontrole met franchise behoren tot de taken van deze module.

Functies;

- Selectie en acceptatie van nieuwe franchise
- Prestatiecontrole van franchise
- Franchiseregels opstellen en beheren
- Managen van financiële regelingen omtrent de franchise

Accounting; Deze module beheert alle financiële data binnen CNC Worknet. De taken bestaan vooral uit het opvragen en verwerken van betalingen van cliënten, verwerken van betalingen aan leveranciers en franchise.

Functies;

- Verwerken van betalingen van cliënten
- Verwerken van betalingen van/aan franchise
- Verwerken van betalingen aan leveranciers
- Verwerken van interne betalingen

Financial Control; Deze module overziet en registreert de financiële status van CNC Worknet. De data wordt gebruikt door hogere management functies om balans op te maken binnen CNC Worknet.

Functies;

- Liquiditeitscontrole
- Opmaken van financiële balans

Management Information System; Deze module wordt gebruikt door de hogere management functies om inzicht te verkrijgen in de prestaties van CNC Worknet.

Functies;

- Managen van prestatie indicators

8.8.2 INFORMATIETYPES

Customer Data	<i>nummer 3, pagina 108</i>
Billing Information	<i>nummer 13, pagina 110</i>
Supplier Data	<i>nummer 25, pagina 112</i>
Purchasing Bills	<i>nummer 35, pagina 114</i>
# Orders Produced @ McRapid	<i>nummer 42, pagina 115</i>
McRapid Audit Reports	<i>nummer 50, pagina 116</i>
Quality Management System (QMS) Performance	<i>nummer 52, pagina 116</i>
Financial Data	<i>nummer 56, pagina 117</i>
Payment Status	<i>nummer 57, pagina 117</i>
Franchise Payment Orders	<i>nummer 58, pagina 117</i>
Franchise Payment Requests	<i>nummer 59, pagina 118</i>
Franchise Financial Performance	<i>nummer 60, pagina 118</i>
Franchise Performance	<i>nummer 61, pagina 118</i>

8.8.3 PARADIGMATISCHE INVULLING

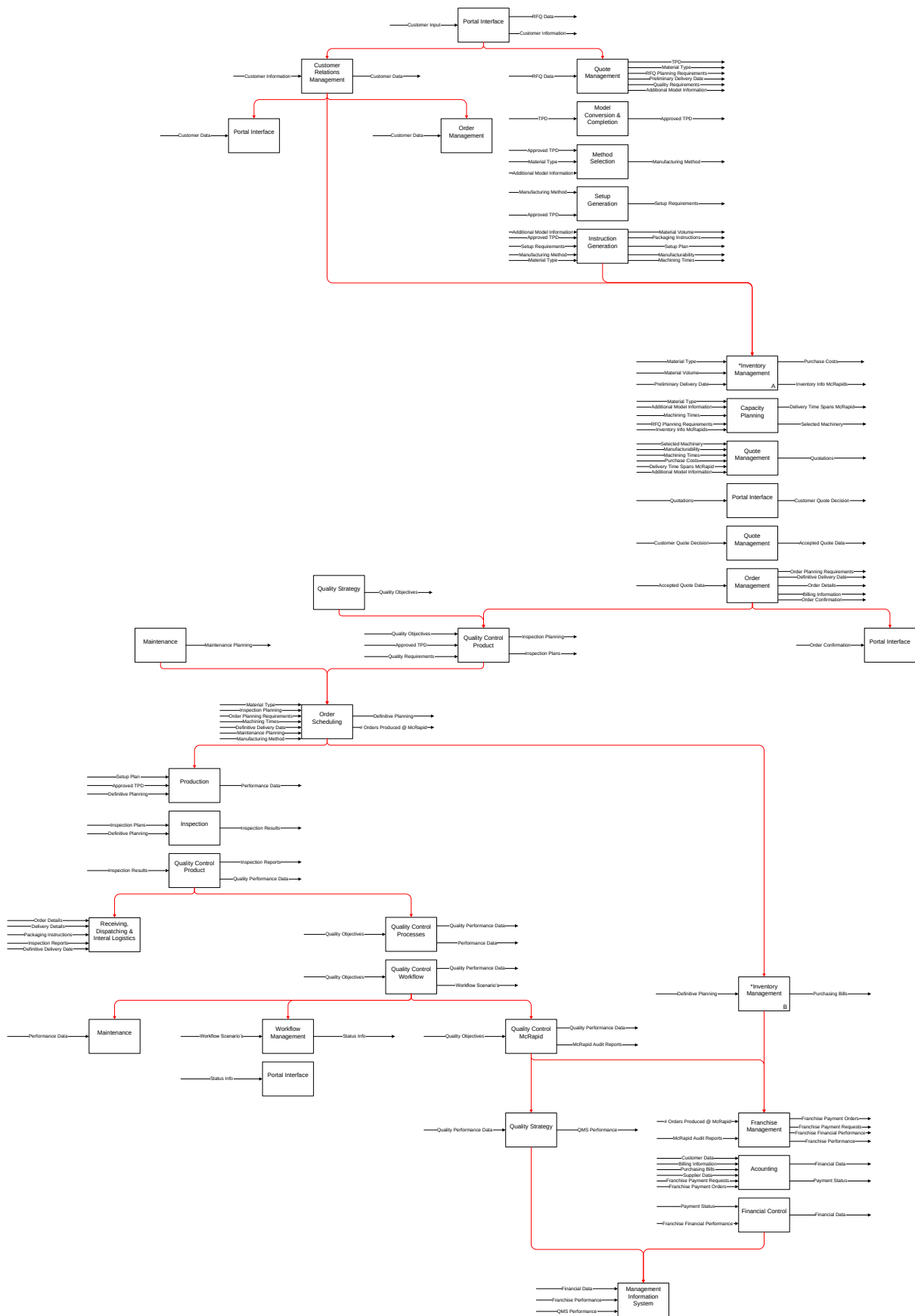
Vanwege de ongedefinieerde aard van de modules in paradigmatische zin, kan deze disc niet beschreven worden.

De schema's zoals uiteengezet in voorgaande pagina's zijn samen te vatten in een workflow. In bovenstaande schema's komt elke functionele module slechts één keer voor, maar wordt chronologisch gezien meerdere keren bezocht. Een simpel voorbeeld is de functionele module 'Quote Management'. De eerste keer dat deze module wordt bezocht, genereert deze data voor andere functionele modules. De tweede keer genereert 'Quote Management' met data van de andere functionele modules een 'quotation' voor de cliënt. De product georiënteerde workflow doorloopt de weergegeven modules slechts één keer, maar de meeste functionele modules komen vaker voor. Het principe van de workflow is simpel; start bovenaan en loop naar beneden. Wanneer een lijn gesplitst wordt in tweeën, dan betekent dit dat de opsplitsingen onafhankelijk zijn van elkaar, maar beide afhankelijk van bovenstaande module(s).

'Inventory Management' is opgesplitst in twee aparte schema's om de workflow overzichtelijk te houden en materiaalbestellingen praktisch onafhankelijk te stellen van de andere functionele modules. Wanneer men door de functionele module '*Inventory Management' met de letter 'A' loopt, wordt eigenlijk het gehele schema met dezelfde naam doorlopen. Ditzelfde geldt voor de functionele module '*Inventory Management' met de letter 'B'.

De Workflow schema's zijn vergroot te vinden op pagina 119.

8.9.1 WORKFLOW

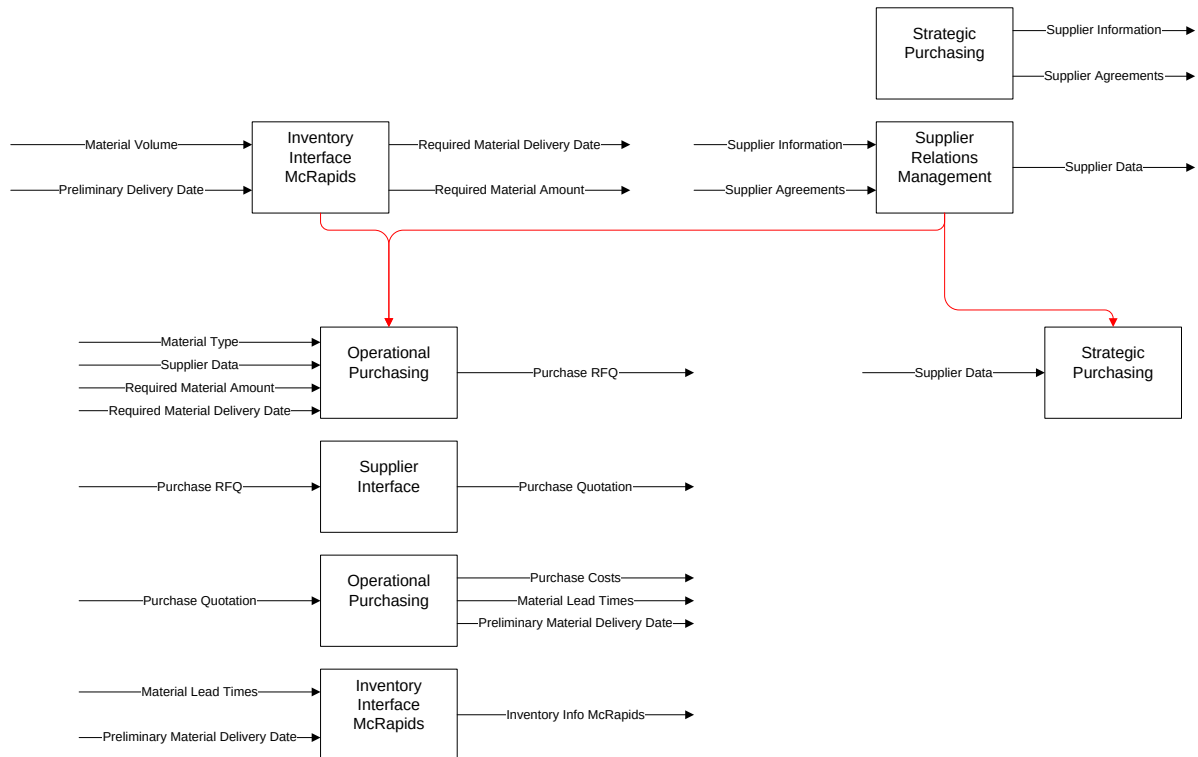


8.9.1.1 INVENTORY MANAGEMENT

Zoals hierboven al vermeld, 'Inventory Management' is opgesplitst in twee delen. Deze twee delen worden hieronder kort behandeld.

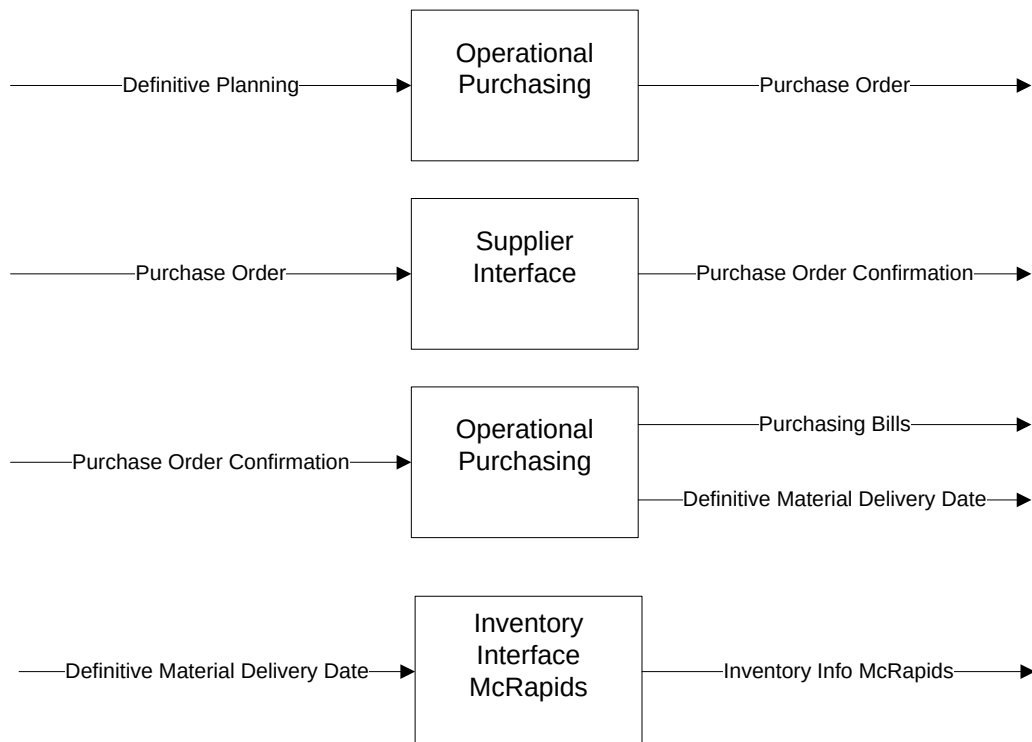
8.9.1.1.1 INVENTORY MANAGEMENT A

Zoals hierboven reeds beschreven doorloopt 'Inventory Management A' een deel van het gehele 'Inventory Management'. Deel A doorloopt het voorraadbeheer en zorgt voor actuele prijs- en leveringsinformatie van materiaal.



8.9.1.1.2 INVENTORY MANAGEMENT B

'Inventory Management B' doorloopt het aankopen van materialen en het actueel houden van de voorraadinformatie.



8.10 CONCLUSIE

Wanneer gekeken wordt naar de belangrijkste verschillen tussen de gepresenteerde en de reeds bestaande schema's (1), dan vallen een paar dingen op:

- Voorraadbeheer moet worden losgekoppeld van bestellingen – niet elke bestelling heeft nieuw materiaal nodig.
- Er zijn minder stappen naar productie – stappen als 'het genereren van een NC-code' en 'tool path genereren' zijn niet meer nodig. De gebruiksvriendelijkheid van huidige 3D printers elimineert een aantal stappen.

Afsluitend een aanbeveling op het schema 'Sales' op pagina 40 en 'Process Planning' op pagina 43; methode selectie (Method Selection) zou zeer gemakkelijk geïmplementeerd kunnen worden in het internet portal.

9 RECAPITULATIE 4

De gepresenteerde informatiestromingen zijn een tussenstap en waardevol voor de verdere ontwikkelingen rond het opzetten van een Rapid Prototyping faciliteit. Door de combinatie van analyses kunnen verantwoorde aannames gedaan worden over de aanschaf van Rapid Prototyping machines, levertijden, de hoeveelheid feedback naar de klant etcetera. De laatste stap is het presenteren van de conclusies en aanbevelingen, welke hieronder gegeven worden.

9.1 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Technieken; Rapid Prototyping is een dure aangelegenheid, er dient veel geld geïnvesteerd te worden in de machines en de investering terugverdienen zal jaren duren. Een conclusie op basis van de Rapid Prototyping technieken en eventuele alternatieven is moeilijk te verwoorden; alle beslissingen en conclusies hangen af van andere beslissingen en conclusies. Zo besloot CNC Worknet alleen machines te laten werken. Handwerk zal hier nauwelijks aan te pas komen. Dit betekent dat Alternatieve Serie Reproductie methoden (pagina 83) afvallen vanwege de grote hoeveelheid handwerk en arbeidsuren die hier bij komen kijken. In het hoofdstuk Alternatieve Serie Reproductie methoden wordt gezegd dat de beste Rapid Prototyper om samen met product gebaseerde gietmethoden te gebruiken gebaseerd moet zijn op de Stereolithografie techniek. Zelfs wanneer men geen gebruik wil maken van gietmethoden is het verstandig om minstens één hoge kwaliteit Rapid Prototyper in gebruik te hebben. In voorgenoemd hoofdstuk wordt ook gesproken over mal gericht gieten. Hierbij wordt vermeld dat de beste, snelste en goedkoopste resultaten behaald worden in combinatie met een Rapid Prototyper gebaseerd op de inkjet-based techniek (bijvoorbeeld een ZCorp). Wederom geldt dat het verstandig is om deze machine in gebruik te hebben zelfs zonder het gebruik van gietmethoden.

Een andere aanbeveling is het kunnen verwerken en creëren van metalen producten. Er staan meerdere machine beschreven in het hoofdstuk Rapid Quality Manufacturing op pagina 80 die dit kunnen. Door de grote gelijkenissen in de techniek achter deze machines en kleine kwaliteitsverschillen in de producten zal hier vooral prijs een rol gaan spelen.

De opstelling (zonder orde van grootte) van Rapid Prototypers binnen de McRapids zou er zo uit kunnen zien:

- Minstens één LaserCusing of andere Rapid Prototyper die metaal kan verwerken.
- Een groot aantal Fused Deposition Modelling Rapid Prototypers voor kunststof producten.
- Een klein aantal Ink-jet based Rapid Prototypers voor producten van gips of gietzand.
- Minstens één Stereolithografie Rapid Prototyper voor producten met een hoge oppervlaktekwaliteit.
- Eventueel één Laminated Object Modelling Rapid Prototyper voor relatief grote producten.

Concurrentie; De grootste concurrentie van CNC Worknet lijken de printshops met neiging naar *Detail-* en *productiefase* te zijn. Door het grote scala aan afwerkingsmogelijkheden, kleine serie reproducties en CAD diensten zijn ze ideaal voor de kleinere bedrijven die een product op de markt willen brengen. Voor bedrijven die echter alleen een upload-print-verzenden principe wensen, zal een normale printshop voldoen.

Het behouden van zakelijke relaties is een belangrijk punt welke niet over het hoofd gezien mag worden. Wanneer een bedrijf keer op keer een component van goede kwaliteit binnen de gestelde korte levertermijn oplevert, zal een relatie ontstaan. Kosten zullen minder uit gaan maken als de kwaliteit en snelheid voldoende zijn, een groot machinepark kan deze kosten echter ook drukken.

RapidPrototyping.nl (13) en 3D Protoprint (14) zijn bedrijven die eruit springen qua contacten en snelheid respectievelijk.

Informatiestromingen; Wanneer gekeken wordt naar de belangrijkste verschillen tussen de gepresenteerde en de reeds bestaande schema's (1), dan vallen een paar dingen op:

- Voorraadbeheer moet worden losgekoppeld van bestellingen – niet elke bestelling heeft nieuw materiaal nodig.
- Er zijn minder stappen naar productie – stappen als 'het genereren van een NC-code' en 'tool path genereren' zijn niet meer nodig. De gebruiksvriendelijkheid van huidige 3D printers elimineert een aantal stappen.

Afsluitend een aanbeveling op het schema 'Sales' op pagina 40 en 'Process Planning' op pagina 43; methode selectie (Method Selection) zou zeer gemakkelijk geïmplementeerd kunnen worden in het internet portal.

10 BIBLIOGRAPHY

1. *CNC Worknet Architecture Interfaces*. **Dam, Ir. D.C. ten**. Enschede / Ede : Ir. D.C. ten Dam, 30 juni 2009.
2. Over CNC Worknet. *CNC Worknet*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.cnc-worknet.nl/about/over%20CNC%20Worknet.htm>.
3. *Kunststof en Rubber*. **Grimonprez, Bart e.a.** 5, Rotterdam : Suzanne Wanders, 2007.
4. What is the difference between an RP machine and a 3D printer? *Castle Island's Worldwide Guide to Rapid Prototyping*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://home.att.net/~castleisland/3dprint.htm>.
5. Applications. *Dimension*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.dimensionprinting.com/applications/rapid-prototyping.aspx>.
6. 3D Printing. *The Free Dictionary*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/3D%20printing>.
7. 3D Printing. A definition and links. *Shapeways*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.shapeways.com/blog/archives/39-3D-Printing.-A-definition-and-links.html>.
8. *RepRap*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.reprap.org>.
9. Solid freeform fabrication: DIY, on the cheap, and made of pure sugar. *Evil Mad Scientist Laboratories*. [Online] 1 mei 2007. [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.evilmadscientist.com/article.php/candyfab>.
10. *CNC Worknet: a network of flexible production plants*. **Dam, D.C. ten, et al.** Enschede : CIRP 42, 2009.
11. *ZPrinter 310 User Manual*. [PDF Document] sl : ZCorp, 2004. Chapter 5 - Using ZPrint Software.
12. What file formats are supported by Autodesk VIZ 2008? *CAD Forum*. [Online] 1 mei 2007. [Citaat van: 23 augustus 2009.] http://www.cadforum.cz/cadforum_en/qaID.asp?tip=5540.
13. *RapidPrototyping.NL*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.rapidprototyping.nl/>.
14. *3D Protoprint*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.3d-protoprint.nl/>.
15. *Z Corporation*. [Online] Z Corporation. [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.zcorp.com>.
16. Process. *Key 3D*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.key3d.com/>.
17. SLA Systems - IPro. *3D Systems*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.3dsystems.com/products/sla/iPro/index.asp>.
18. SLA Systems - Viper S. *3D Systems*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] http://www.3dsystems.com/products/sla/viper/viper_sla.asp.
19. *EOS e-Manufacturing Solutions*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.eos.info/en/home.html>.
20. Sinterstation HiQ SLS Sytem. *3D Systems*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] http://www.3dsystems.com/products/sls/sinterstation_hiq/index.asp.
21. *Dimension*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.dimensionprinting.com/>.

22. *Fortus*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.fortus.com/>.
23. *Stratasys*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.stratasys.com/>.
24. *Shapeways*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.shapeways.com/>.
25. *Sotopia Concepts*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] www.sotopiaconcepts.com/.
26. *GravoTech-Holland*. [Online] GravoTech BV. [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.gravotech.nl/>.
27. *3D Prototyping.nl*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.3dprototyping.nl/>.
28. *3D - printservice.nl*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.3d-printservice.nl/>.
29. *3D - PrintingService.nl*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.3d-printingservice.nl/>.
30. *3D - PrintExpert*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.3d-printexpert.nl/>.
31. *Amitek Prototyping*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.amitek.nl/>.
32. *Van der Molen Design*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.vandermolendesign.nl/>.
33. *First Model*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.firstmodel.nl/>.
34. *RP2*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.rp2.nl/>.
35. *Venture Rapid Technologies*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.vrt.nl/>.
36. *Dimarco*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.dimarco.nl/>.
37. *3DParts*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.3dparts.nl/>.
38. *Tricas Industrial Design*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.tricas.nl/>.
39. *KEMO*. [Online] [Citaat van: 23 augustus 2009.] <http://www.kemo.nl/>.



11 BIJLAGEN

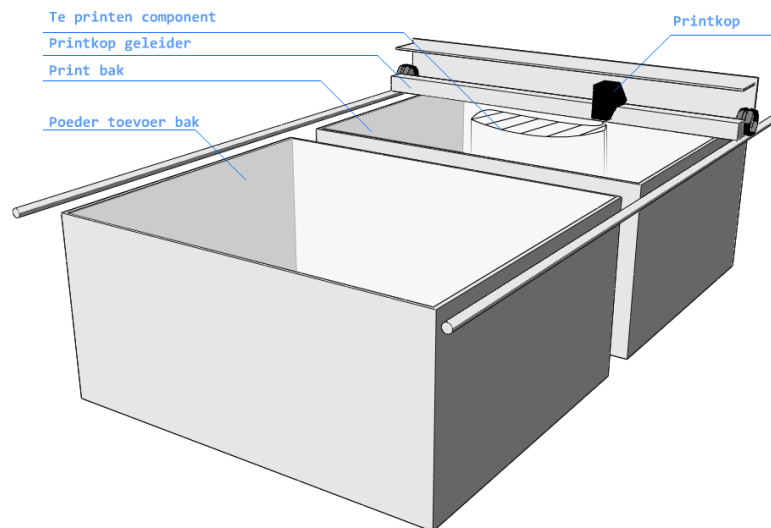
EEN VERZAMELING DOCUMENTEN EN AFBEELDINGEN

11.1 RAPID PROTOTYPING TECHNIKEN

11.1.1 INK-JET BASED

Ink-jet based is een techniek gebaseerd op de standaard (huis-en-tuin) deskjet printer. Een printkop print een patroon (doorsnede van de te printen component) in bindmiddel. Vervolgens wordt er een vooraf gekozen poedermateriaal overheen gestreken, waarna het proces zich herhaalt. Na elke printhandeling verschuift de printbak (aangegeven in Figuur 19) een laagdikte naar beneden en de poeder toevoer bak een laagdikte naar boven. Hierdoor komt wordt de component tussen de poeder onder de printkop opgebouwd. Door het gebruik van een printkop is het, naast het gebruik van verschillende materialen, mogelijk om in full-color te printen.

Een voorbeeld van Rapid Prototypers die gebruik maken van deze techniek zijn de printers van ZCorp. (15)



FIGUUR 19

Materialen: High-performance composites, direct casting materials, elastomeric materials, investment casting materials

Prijs:		4
Bouwsnelheid:		
Nauwkeurigheid:		5
Oppervlakte kwaliteit:		6
Sterkte:		
Inert:		7 (16)

⁴ De term 'Prijs' doelt op de fabricagekosten van componenten

⁵ De term 'Nauwkeurigheid' zou concreet opgevat kunnen worden als tolerantie

⁶ De term 'Oppervlakte kwaliteit' zou concreet opgevat kunnen worden als laagdikte

⁷ De term 'Inert' zou opgevat kunnen worden als de weerstand tegen chemische reacties

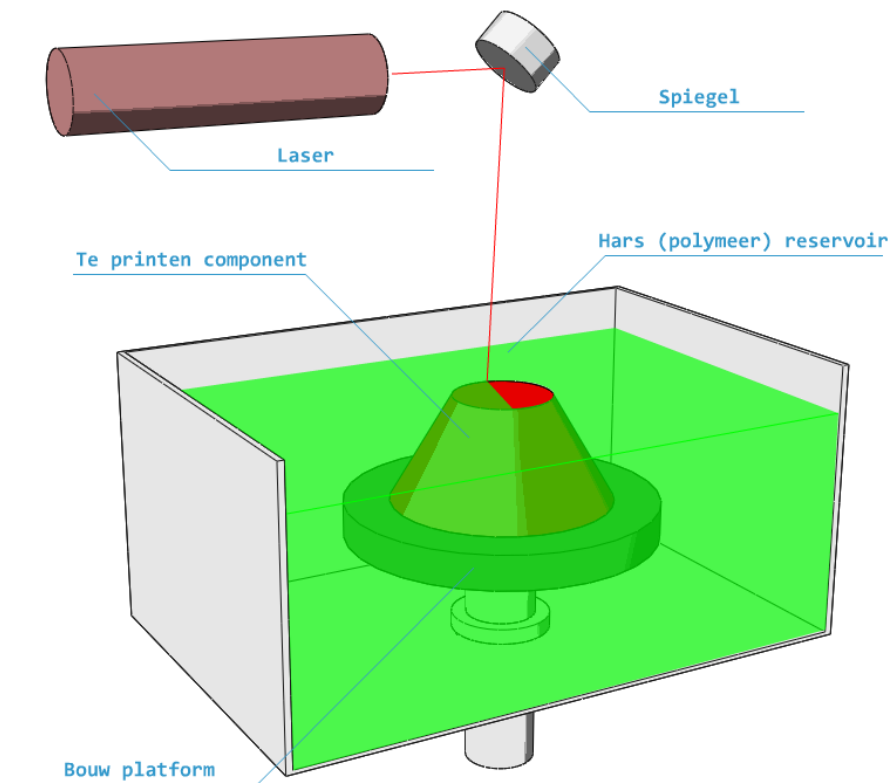
11.1.2 STEREOLITHOGRAFIE (SLA⁸ OF STL)

Bij Stereolithografie worden prototypes laagsgewijs vervaardigd door uitharding van een vloeibaar hars. De doorsneden van het 3D model worden eerst door de software gegenereerd. De laser projecteert laag voor laag op de oppervlakte van een harsreservoir. De laser heeft hierbij precies de goede golflengte om het hars te laten uitharden, zodoende wordt een doorsnede contour van het prototype vervaardigd. Door het verplaatsen van het bouwplatform naar beneden (laagdikte) in het harsreservoir vloeit er nieuw hars over de reeds uitgeharde contour waardoor de laser weer een nieuwe doorsnede kan vervaardigen. Stereolithografie maakt het mogelijk uit 3D volume modellen precieze prototypes te vervaardigen met een hoge mate van detaillering en een glad oppervlak. De componenten die geprint worden met deze techniek, zijn ideaal om te gebruiken als zichtmodellen of 'master' vormen voor gietprocessen.

Voorbeelden van printers die deze techniek gebruiken zijn de machines van IPro (17) en Viper (18).

Polyjet lijkt hier sterk op, maar heeft een andere manier van aanleveren en uitharden van materiaal.

⁸ Stereolithography Apparatus (SLA) betekent Stereolithografie apparaat



FIGUUR 20

Materialen: Poly1500, TuskXC2700T, Tusk2700W, Protogen White, Rigi2200, Rubber-like resins, DMX-SL100, Xtreme, Flex70B

Prijs:	
Bouwsnelheid:	
Nauwkeurigheid:	
Oppervlakte kwaliteit:	
Sterkte:	
Inert:	

Polyjet

Materialen: Objet FullCure720, Objet VeroWhite, Objet TangoBlack, Objet TangoPlus

Prijs:	
Bouwsnelheid:	
Nauwkeurigheid:	
Oppervlakte kwaliteit:	
Sterkte:	
Inert:	

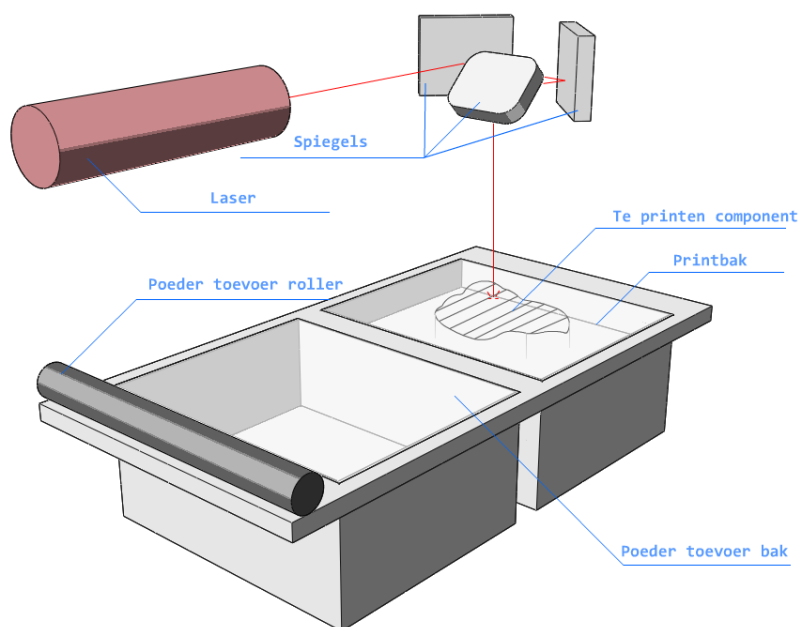
11.1.3 SELECTIVE LASER SINTERING (SLS)

Selective laser sintering (SLS) is een Rapid Prototyping techniek welke gebruik maakt van het sinter proces. Met behulp van een laser wordt laag na laag een poeder versmolten tot een vast product. Een virtueel CAD model wordt in lagen opgedeeld. Deze lagen worden met een laser, gestuurd met een prisma, één voor één gesinterd tot er een volledige kopie van het virtuele model is verkregen. Het sinterpoeder wordt met de sinterpoeder toevoertafel omhooggeduwd. De SLS model tafel met daarop het model in wording zakt gelijktijdig omlaag. De schraperrol strijkt een laag vers sinterpoeder over het model. Vervolgens smelt de laser het sinterpoeder plaatselijk aan elkaar. Zo wordt laag na laag gevormd. Omdat het te sinteren product bij het vervaardigen omgeven is door ongesinterd poeder, is er geen structuur nodig om het product in wording te ondersteunen.

Vergeleken met andere 'Rapid Prototyping' methoden, is het met het SLS proces mogelijk om te kiezen uit een breed scala van materialen, van nylon, PS, staal, titaan tot en met gietzand. Afhankelijk van het te sinteren materiaal kan een 100% dichtheid worden bereikt.

Lasergesinterde prototypes kunnen - door infiltratie met epoxy - vloeistofdicht gemaakt worden voor toepassing in bijvoorbeeld de sanitair -, verwarming - en automobiellindustrie.

Voorbeelden van machines die deze techniek toepassen zijn printers van EOS (19) en Sinterstation (20).



FIGUUR 21

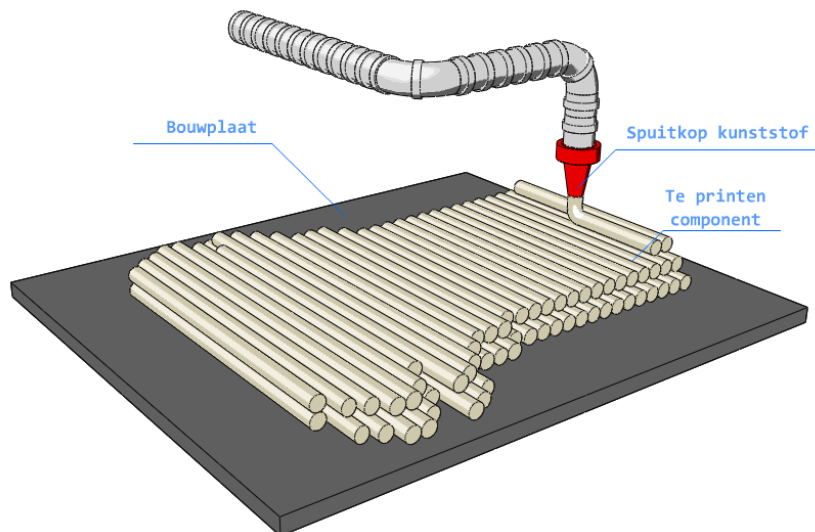
Materialen: PA, PA-GF, Alumide

Prijs:	
Bouwsnelheid:	
Nauwkeurigheid:	
Oppervlakte kwaliteit:	
Sterkte:	
Inert:	

11.1.4 FUSED DEPOSITION MODELLING (FDM)

Fused Deposition Modelling is een op extrusie gebaseerde techniek. Op een X/Y-tafel wordt een volledig versmolten, dun draadje 'model' kunststof op een plaat uitgeschreven. De methode is te vergelijken met het uitknippen van een tube tandpasta. Zodra een laag volledig is uitgeschreven, zakt de plaat in de Z-richting naar beneden en wordt een volgende laag weer aangebracht; laagoplaag ontstaat op deze wijze een prototype. Een volledige vormgevingsvrijheid wordt behaald door gebruik van een tweede materiaal. Dit supportmateriaal ondersteunt overhangende delen van het model. De modellen vertonen de typische getrapte structuur, maar zijn af te werken met een plamuurcoating en ze daarna te schuren. De prototypes zijn in beperkte mate functioneel. Dit is afhankelijk van de oriëntatie van de lagen. De gebruikte materialen zijn vaak ABS en polycarbonaat. De techniek kan, afhankelijk van het machinetype, variëren van het sneller conceptueel bouwen tot het trager bouwen met hoge nauwkeurigheid en resolutie.

Voorbeelden van Rapid Prototypers die gebruik maken van deze techniek zijn de machines van Dimension (21) en Fortus (22). Deze merken baseren zich op de Stratasys FDM technologie (23).



FIGUUR 22

Materialen: ABS, ABSI, PC-ISO, ABS-M30, PC-ABS, PC, PPSU

Prijs:

--	--	--	--	--	--

Bouwsnelheid:

--	--	--	--	--	--

Nauwkeurigheid:

--	--	--	--	--	--

Oppervlakte kwaliteit:

--	--	--	--	--	--

Sterkte:

--	--	--	--	--	--

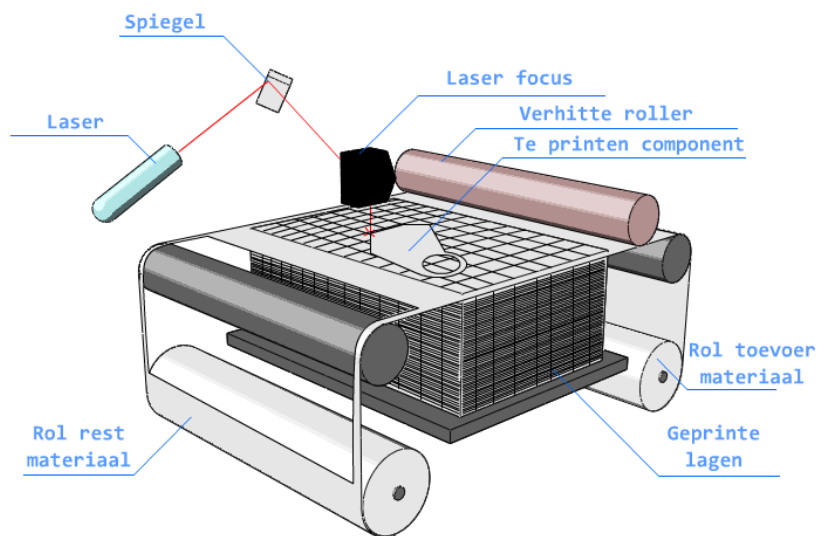
Inert:

--	--	--	--	--	--

11.1.5 LAMINATED OBJECT MODELLING (LOM⁹)

Bij deze technologie wordt een model gevormd door laagjes papier of kunststof in de juiste vorm te snijden en vervolgens met lijm, druk en warmte op elkaar te persen. Deze methode zorgt voor componenten die veel gelijkenissen vertonen met hout wat betreft nabewerken.

Het merk Helisys maakt LOM machines.



FIGUUR 23

Materialen: Papier, hout, kunststof

Prijs:	
Bouwsnelheid:	
Nauwkeurigheid:	
Oppervlakte kwaliteit:	
Sterkte:	
Inert:	¹⁰

⁹ Laminated Object Modelling wordt soms ook afgekort door LMO

¹⁰ Deze waarden zijn gebaseerd op conclusies uit context, niet op valide bronnen

11.2 RAPID QUALITY MANUFACTURING

Veel van deze technieken worden ook wel Rapid Prototypers genoemd, Rapid Manufacturers en Metal Direct Digital Manufacturing (MDDM). Hoewel de naam doet suggereren dat het hier om Rapid Manufacturing gaat, beschouwen we deze machines toch als Rapid Prototypers. Het enige verschil tussen deze machines en de machines genoemd onder het hoofdstuk Rapid Prototyping Technieken (pagina 22), is het materiaal waarin de componenten geprint worden. Door de aard van het materiaal, metaal, zijn deze componenten vaak direct bruikbaar in een product. Door de (extreem hoge) prijs van de machines, de kosten van het materiaal en de specialisatie van een bedrijf met desbetreffende machines, worden componenten die ‘geprint’ worden met deze machines vaak gebruikt in onderzoeken en producten van bedrijven die te maken hebben met vliegtuig-, automobielen- en zelfs ruimtevaartindustrie. In een wat meer ‘down to earth approach’, kan gedacht worden aan hoge kwaliteit mallen om bijvoorbeeld kunststoffen en sommige metalen mee te gieten.

Naast Metal Direct Digital Manufacturing bestaat ook Metal Indirect Digital Manufacturing. Deze laatste techniek gebruikt een coating van een ander materiaal (vaak een polymeer) om de hechting van de poederdeeltjes te bevorderen. Dit heeft als groot nadeel dat het product poreus wordt en ongeschikt voor tal van applicaties.

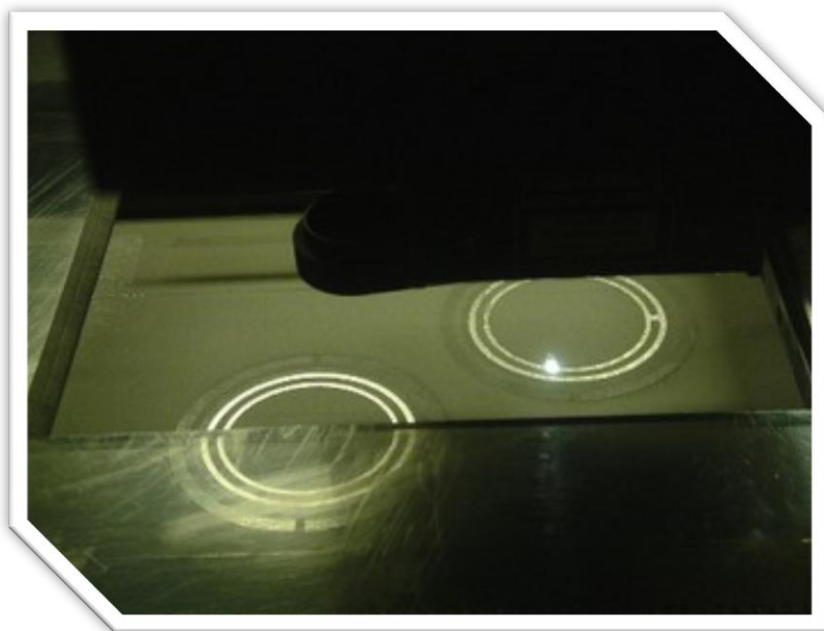
11.2.1 ELECTRON BEAM MELTING (EBM)

Deze techniek heeft veel overeenkomsten met LaserCUSING (pagina 81). Beide maken gebruik van een metaalpoeder, laser en laag voor laag opbouwen van het product. Het belangrijkste verschil zit in de laser, EBM gebruikt een elektronen straal, laserCUSING gebruikt een optische laser. Beide technieken fabriceren een product met een grote dichtheid, en materiaal karakteristieken gelijk aan de eigenschappen van het metaalpoeder. EBM en laserCUSING zijn geschikt voor bijvoorbeeld het fabriceren van duurzame mallen voor tal van kunststoffen en, afhankelijk van de soort metaalpoeder, sommige metalen. Een bekend merk dat zich identificeert met EBM is bijvoorbeeld *Arcam's CAD to Metal® technology*.

11.2.2 LASERCUSING

Zoals al vermeld in Electron Beam Melting (EBM) (pagina 80) heeft deze techniek veel gelijkenissen met voorgenoemde. Een laser smelt de (metaal)poederdeeltjes op de juiste plekken, waardoor een solide metalen onderdeel ontstaat.

LaserCUSING maakt gebruik van een optische laser, en Concept Laser is een producent van een dergelijke machine. Zowel EBM als laserCUSING hebben veel weg van Selective Laser Sintering (SLS) (pagina 75).



FIGUUR 24

11.2.3 OVERIGE 'METAL DIRECT DIGITAL MANUFACTURING' TECHNIEKEN

Er zijn nog een aantal ander Rapid Prototyping technieken waarmee metalen producten 'geprint' kunnen worden. Deze technieken vereisen echter nabewerking of zijn (waarschijnlijk door hoge prijzen) weinig te vinden op de markt.

11.2.3.1 DIRECT METAL LASER SINTERING (DMLS)

Deze techniek baseert zich volledig op de Selective Laser Sintering (SLS) (pagina 75). De machines zijn bijna gelijk; met een CO² laser worden poederdeeltjes verhit tot smeltpunt in een cross-section van het product. De bak met poeder zakt, een roller verdeelt een laag nieuwe poeder en het proces herhaalt zich. De gelijkenissen met Electron Beam Melting (EBM) (pagina 80) en LaserCUSING (pagina 81) zijn zonder verdere uitleg wel te vinden. Er wordt geopperd dat producten gefabriceerd door middel van dit proces na fabricage een warmte behandeling nodig hebben, om stressen in het product te minimaliseren.

11.2.3.2 SELECTIVE LASER MELTING (SLM)

Deze techniek is weer bijna gelijk aan Selective Laser Sintering (SLS) (pagina 75), LaserCUSING (pagina 81) en Direct Metal Laser Sintering (DMLS) (pagina 82). Een voordeel van dit proces is dat de producten van die via deze techniek tot stand komen een 100% dichtheid kunnen hebben, naar gelang de wensen van de maker. Het proces maakt gebruik van een infrarood fiber laser, wat deze techniek 'uniek' maakt ten opzichte van voorgenoemde technieken. Deze vorm van Rapid Prototyping wordt vaak gebruikt om 'tools' te maken voor specifieke doeleinden. Hierbij kan gedacht worden aan mallen met koelkanalen erin en specifieke 'inserts' voor meer traditionele werktuigen.

11.2.3.3 LASER ENGINEERED NET SHAPING (LENS)

Deze techniek is wederom een variant op het Selective Laser Sintering (SLS) (pagina 75). Het verschil zit in het aanleveren van het materiaal. In dit proces wordt metaalpoeder aangeleverd via een of meerdere spuitkoppen. Door middel van een laser wordt het materiaal direct na het inspuiten verhit en versmolten met de reeds voltooide lagen of bouwplatform. Deze vorm van Rapid Prototyping zorgt voor een 100% dichtheid van materiaal na fabricage en is dus geschikt om mallen in te produceren. De producten zijn direct bruikbaar en deze techniek wordt, zoals hierboven ook genoemd, vooral gebruikt in industrieën waar kleine series producten met complexe vormen vaak voorkomen.

11.3 ALTERNATIEVE SERIE REPRODUCTIE METHODEN

11.3.1 PRODUCTGERICHT GIETEN

Zoals eerder vermeld, betreft deze uitleg een vervolg op het printen van een product. Dit product kan gefabriceerd zijn van elk materiaal, maar dit hangt wel af van de materiaalkeuze van de mal.

Een veelgebruikte reproductie methode is vacuümgieten. Dit kan (bij grotere of gespecialiseerde) bedrijven gebeuren in een speciale machine, bij kleinere bedrijven wordt het gietmateriaal handmatig gemengd en in een vacuümkamer gestopt.

Bij het gieten met kunststoffen wordt vaak siliconen als materiaal voor de mal genomen. Siliconen heeft het voordeel dat, na uitharding, de mal zo'n 300% rekvermogen heeft. Dit geeft de mogelijkheid om niet-lossende onderdelen zonder al te veel problemen te gieten. Materialen zonder rekvermogen hebben dit voordeel uiteraard niet, en de mal zal dan uit meerdere delen moeten bestaan. Deze materialen hebben wel vaak als voordeel dat ze vaker te gebruiken zijn. Over het algemeen voldoet siliconen bij kleine series, bij grotere series zal gekeken moeten worden naar andere materialen voor de mal, of zal de mal meerdere keren gefabriceerd moeten worden.

Gietmaterialen kunnen uiteenlopen van edelmetalen tot siliconen, van ijzer tot kunststof. Het materiaal waarmee uiteindelijk het product gereproduceerd wordt, bepaalt van welk materiaal de mal gemaakt gaat worden. Wanneer gekozen wordt voor een metaal, dan zal de mal niet van siliconen gemaakt kunnen worden. Andersom geldt hetzelfde; wanneer gekozen wordt voor een kunststof, dan zal (voor kleine series) de mal niet van metaal gemaakt (hoeven te) worden.

In principe kan van elk 3D geprint object een mal gemaakt worden. Bij Rapid Prototyping met gips als basismateriaal, zal het object eerst verstevigd moeten worden voordat deze klaar is voor de mal. Er zijn echter altijd sporen van de Rapid Prototyper te zien (layers). Bij objecten van gips kost het nabewerken dan ook iets meer tijd, gezien de tussentijdse noodzakelijke versteviging. Bij producten van kunststof zou eventuele nabewerking minder tijd kosten. De beste techniek om toe te passen voor een reproductiemethode is stereolithografie (pagina 73). De producten gemaakt met deze techniek zijn superieur in afwerking ten opzichte van de overige technieken. Deze producten behoeven dan ook geen nabewerking.

De primaire kosten voor het reproduceren van een product hangen af van drie dingen; de kosten van het materiaal van de mal, de kosten van het gietmateriaal en de arbeidsuren. Metalen mallen zijn vaak duur, siliconen mallen (relatief) erg goedkoop. Nog goedkoper zijn kunststofmallen (bijvoorbeeld polyurethaan mallen). Een 3D geprint en bruikbaar product kost al snel €150,-. Een mal voor dit product gemaakt van siliconen zou aan materiaalkosten rond de €40,- kunnen kosten. Afhankelijk van welke kunststof gebruikt zou worden voor het gieten, zou een product aan gietmateriaal tussen de €3,- en de €10,- kosten. Dit zijn uiteraard schattingen, en nog steeds afhankelijk van de hoeveelheid materiaal dat gebruikt is. Wat wel direct duidelijk is, is dat arbeidsuren een groot deel van de rekening uit zullen maken. Een laatste rekenvoorbeeld; wanneer een product gereproduceerd wordt van polyurethaan met een mal van siliconen met bovenstaande minimum prijzen, zou een serie van tien producten op €70,- uitkomen. Dat is €7,- per stuk, exclusief arbeidsuren. Wanneer de mal goed is voor 50 producten, dan is de prijs al gezakt naar €3,80. Ongeacht de exacte prijs van het Rapid Prototyping en ongeacht de arbeidskosten, is te zien dat deze manier van reproduceren veel goedkoper is dan het product tien keer uitprinten. Zonder erbij na te denken hebben we hier bewezen dat Rapid Manufacturing nog niet ver genoeg gevorderd is om zich te introduceren in het fabriceren van componenten voor de consumentenindustrie. Let wel dat

alleen de primaire kosten zijn meegenomen, het aanschaffen en de afschrijving van adequate gereedschappen en machines zijn hier niet meegenomen in de berekeningen.

Methoden om producten in metaal te gieten zijn meestal omslachtiger en een orde van grootte duurder. Een voorbeeld is de verloren-wasmethode. Het product zelf overleeft het gieten niet. Wanneer men dit niet zou kunnen veroorloven, zou eerst het product nogmaals gereproduceerd moeten worden in bijvoorbeeld een kunststof. Wanneer hiermee een serie producten gemaakt zou moeten worden, zou dan ook allereerst een serie kunststof replica's gefabriceerd moeten worden. Een andere manier is het stuk voor stuk 'printen' met de LaserCusing techniek. Voor meer mogelijkheden, zie Malgericht gieten (pagina 84). De laatste techniek die genoemd wordt is het maken van een mal van zand. Aangezien dit een zeer gespecialiseerde bezigheid is voor gecompliceerde vormen, zal deze methode ook hoog in de kosten lopen. De kosten worden dramatisch gedrukt als het object een simpele, lossende vorm heeft naar een platte kant. Op deze manier is het mogelijk de mal in één deel te maken. Hiermee gaat het product niet verloren, de kosten van de mal blijven (ten opzichte van de andere methoden om metalen te gieten) laag. Deze methode vereist wel dat de mal na elke succesvolle (en onsuccesvolle) gietpoging opnieuw gemaakt wordt.



FIGUUR 25: TWEE SILICONEN MALLEN, VERSTEVIGD MET EEN GLASVEZEL JASJE. DOOR DE VERSTEVING ZIJN DE MALLEN BETER BRUIKBAAR, LEKKEN ZE NIET EN WORDEN ZE PRECIJS GOED OP ELKAAR GEDRUKT. DEZE METHODE WORDT TOEGEPAST BIJ GECompliceerde VORMEN VAN OBJECTEN.

Zoals de naam al impliceert, gaat het hier om een manier waarbij de mal eerst gefabriceerd wordt. Door middel van CAD software is het mogelijk een inverse (mal) te maken van een product. Daarna zou in theorie elke 3D printer de mal uit moeten kunnen printen. Maar zoals eerder vermeld, is het gietmateriaal de belangrijke factor, wat betekent dat niet elk printmateriaal bij voorbaat geschikt is. De meeste gietmaterialen bestaan uit twee componenten die een exotherme reactie aan gaan (er komt hitte vrij) of moeten vooraf verwarmd worden om de viscositeit klein genoeg te maken om het te kunnen gieten. Dit zorgt ervoor dat veel kunststof mallen bij voorbaat al afvallen. De printers van ZCorp (Ink-jet based, pagina 71) kunnen bijvoorbeeld 'zandmallen' printen (15). Deze mallen van een zandachtig materiaal kunnen hoge temperaturen aan, en zijn geschikt om zelfs metaal mee te gieten (zie Figuur 26). De laatstgenoemde 3D printers die als printmateriaal meerdere metalen aankunnen, zijn in principe ook geschikt om mallen mee te maken. Ze zijn echter wel duurder dan bijvoorbeeld een zandmal uit een ZCorp, maar gaan dan ook langer mee.



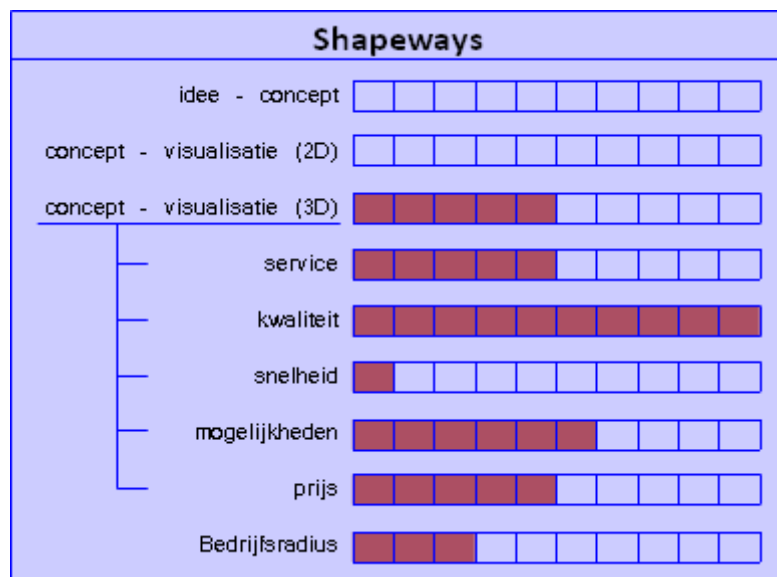
FIGUUR 26

11.4 CONCURRENTIE A FRUSTUM

De (voor kleine bedrijven en consumenten) relatief nieuwe technologie van het Rapid Prototyping heeft gezorgd voor een overvloed aan bedrijfjes die deze service aanbieden. Elk bedrijf heeft zijn eigen unieke eigenschappen om zich te onderscheiden van de overige bedrijven in dezelfde markt. In dit hoofdstuk wordt een groot aantal bedrijven behandeld die direct of indirect de concurrentie aangaan met een Rapid Prototyping Faciliteit in Enschede. Dit hoofdstuk is puur bedoeld als achtergrond informatie betreffende de vorige pagina's en hoofdstukken van deze tekst.

Dit bedrijf richt zich vooral op de creatieve particulier. Kenmerkend is de 'gallery' op www.shapeways.com, waar reeds geproduceerde creaties door iedereen te bestellen zijn. Shapeways biedt ook een 'creator', waardoor het hebben van een duur CAD programma niet een absolute noodzaak is. Deze spin-off van Philips biedt de mogelijkheid zelf een 'shop' op te zetten, waarbij het de bedoeling is dat je zelfgemaakte creaties aanbiedt die door andere mensen dan weer besteld kunnen worden. Hoeveel je verdient door het 'verkopen' van je eigen creaties is een keus die Shapeways aan jou over laat. Tegelijkertijd worden jouw creaties beoordeeld door bezoekende of bestellende klanten.

Specialisme: Toegankelijkheid CAD/CAM

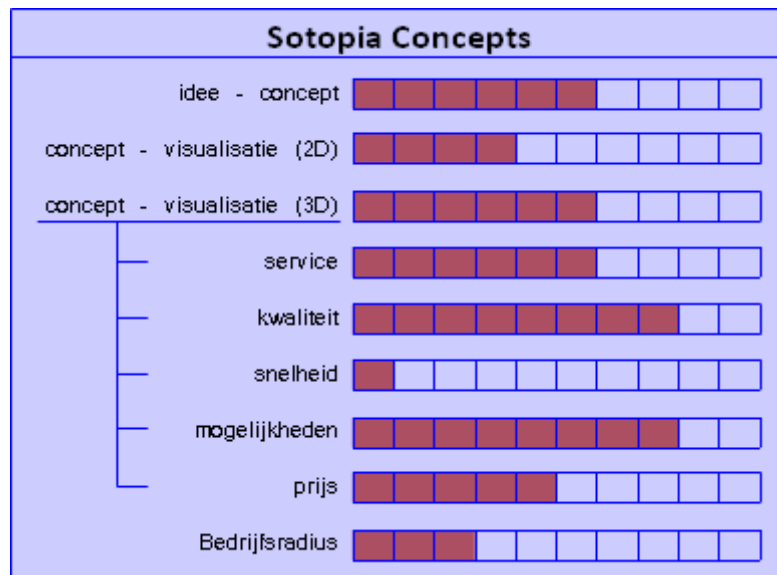


FIGUUR 27



Sotopia is een bedrijf dat van vele virtuele markten thuis is. Dit bedrijf print maquettes van zetmeel en kunststof, zet ideeën en concepten om naar CAD en maakt 360° panorama foto's om te converteren naar virtuele rondleidingen. In de 'concept naar visualisatie' sector geeft Sotopia aan de keuze te hebben uit vier Rapid Prototype technieken; SLA, SLS, 3D printen en FDM. Hiernaast is Sotopia ook actief in de marketing fase en biedt het bedrijf hulp aan in de ideeën generatie fase. Sotopia heeft geen webapplicatie zoals Shapeways, communicatie gaat via email. De klant (vastgoed bedrijven, architecten, zzp'ers lijken de belangrijkste doelgroep) stuurt een STL, 3DS of WRL bestand op, waarna handmatig een quote wordt aangemaakt.

Specialisme: Maquettebouw



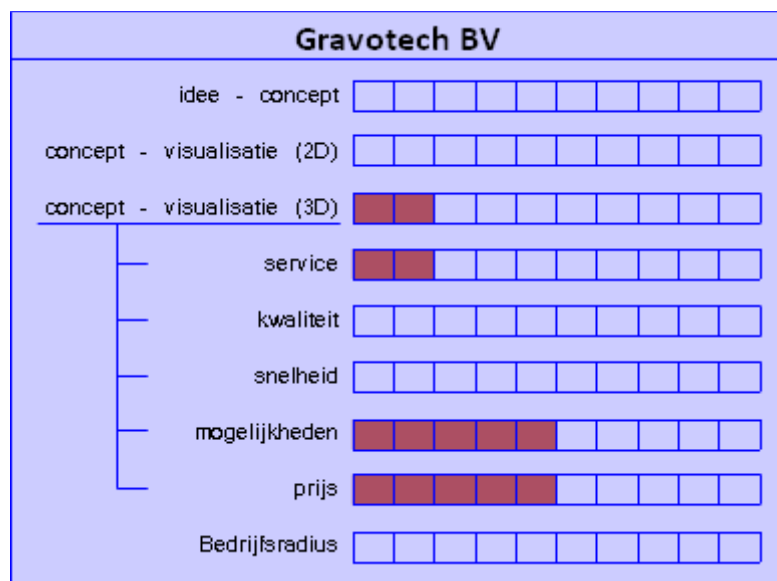
FIGUUR 28



11.4.3 GRAVOTECH BV (26)

Dit bedrijf specialiseert zich in alles wat met CAD files en een tastbare gelijkenis te maken heeft. 3D scannen, 3D printen, medische software welke MRI en CT scans kan verwerken (3D Doctor) en geografische software (R2V) staan aangegeven op de website. Gezien de slechte staat waarin de website verkeert, zal de verkoop van producten en diensten via een andere weg lopen en zal de klantenkring hoofdzakelijk uit bedrijven bestaan.

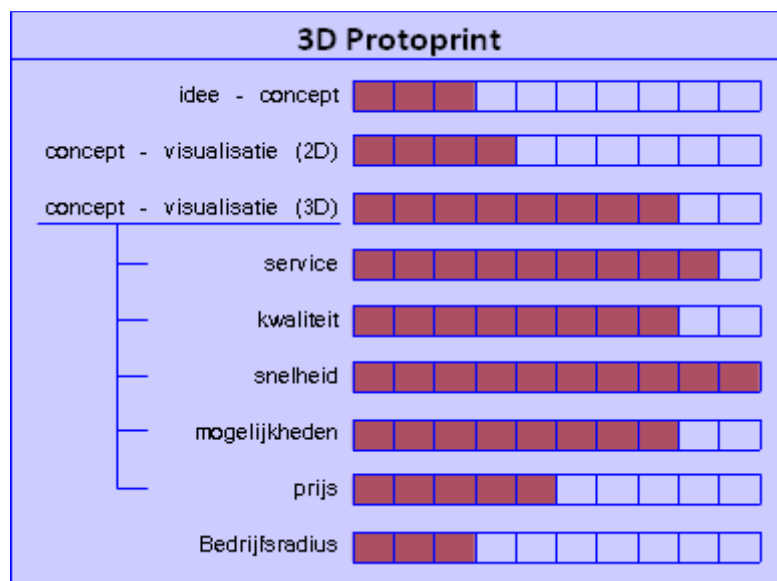
Specialisme: Medische CAD/CAM toepassingen



FIGUUR 29

Dit bedrijf lijkt erg op de gangbare (2D) printshops. Het biedt een upload-print-verzenden principe, de mogelijkheid 2D tekeningen om te zetten naar 3D, hulp bij vroege stadia in het ontwerpproces en de mogelijkheid een component binnen 24 uur te leveren. In tegenstelling tot wat de naam en services doen suggereren, presenteert 3D-Protoprint zichzelf als een tekenbureau. Door de nadruk die nu gelegd is op 3D printen behoort dit bedrijf voor onze doeleinden echter tot de printshops.

Specialisme: CAD conversie

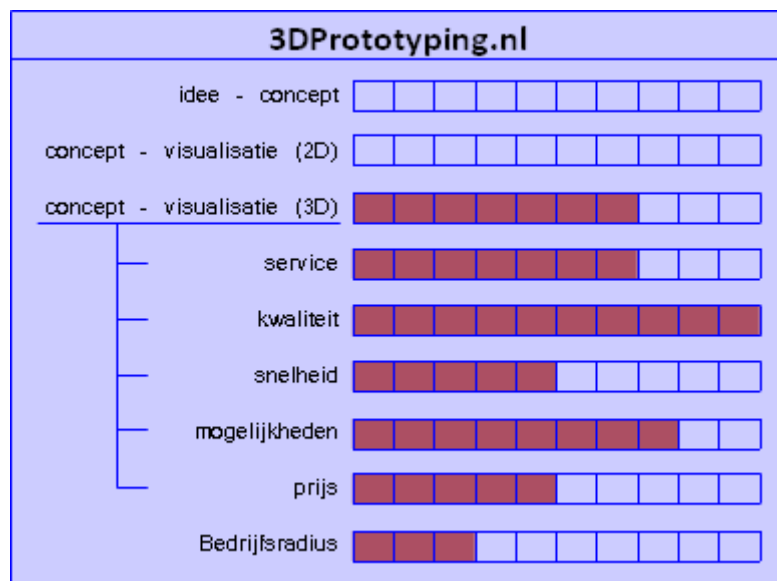


FIGUUR 30

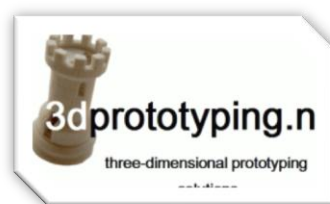


Dit bedrijf is één van de concurrenten die beschikt over de mogelijkheid tot CAD/CAST direct en CAD/CAST indirect. De eerste methode gaat uit van een 3D geprinte mal, de tweede maakt (gebruikt makend van het ‘verloren was principe’) via een geprint component een mal. Door deze laatste methode kunnen componenten van vrijwel alle materialen omgezet worden in een metalen component. De eerste methode maakt het direct mogelijk metaal te gieten in de mal. Uiteraard beschikt het bedrijf, zoals de naam doet vermoeden, ook over een Rapid Prototyping faciliteit.

Specialisme: Maquettebouw

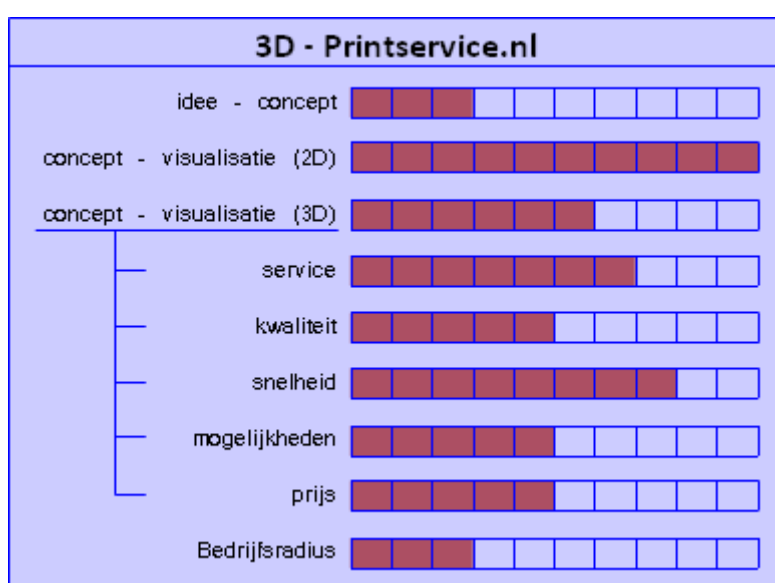


FIGUUR 31



Dit bedrijf biedt, naast Rapid Prototyping, ook CAD bewerking als dienst aan. Ze geven trainingen en advies, zetten 2D tekeningen om naar 3D en bieden verschillende soorten nabehandelingen aan van 3D geprinte componenten. De levertijd is onderhevig aan schommelingen doordat ze gebruik maken van slechts één printer, maar geprobeerd wordt om de levertijd tussen de twee en de vier dagen te houden. Bijzonder aan dit bedrijf is dat het bedrijf ook informatie kan verschaffen over de aankoop van een 3D printer.

Specialisme: Kennis van 3D printen en Rapid Prototypers

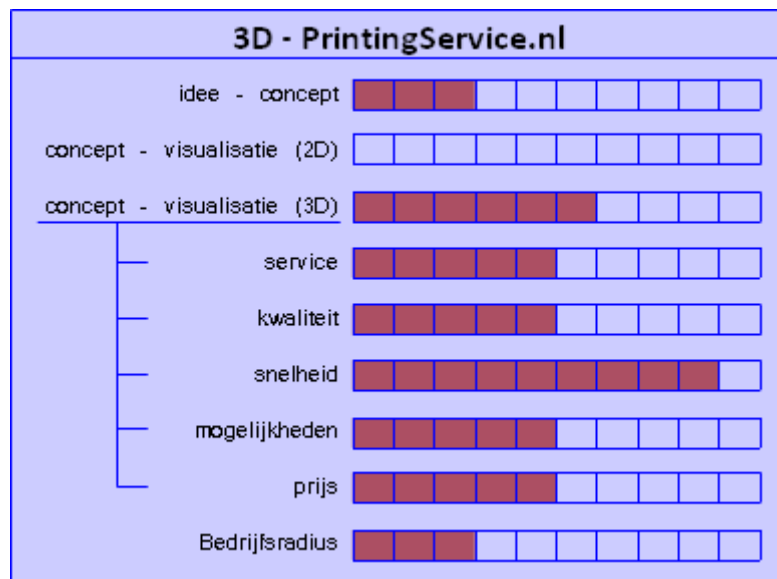


FIGUUR 32



Dit bedrijf heeft zich vooral gericht op de CAD kant van Rapid Prototyping. Ze richten zich vooral op bedrijven of instanties met 2D tekeningen die omgezet moeten worden naar 3D, om daarna uitgeprint te kunnen worden. Zoals meerdere printshops werkt dit bedrijf met een upload-print-verzenden principe, waardoor de doelgroep verbreedt wordt over heel Nederland.

Specialisme: Maquettebouw en CAD

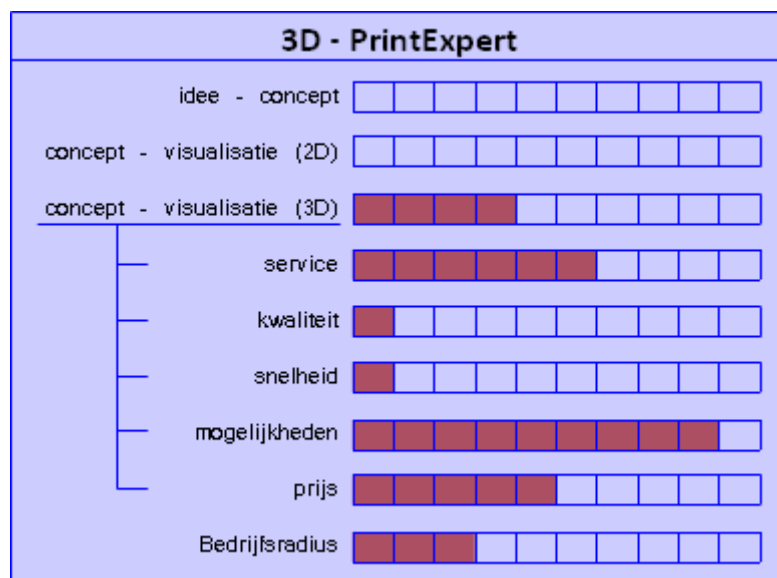


FIGUUR 33



Dit bedrijf is een printshop met een paar extra's. Ze promoten hun vaardigheden in maquettebouw alsook de conversie van een 3D geprint component naar een 'trophy'. Door verchromen van het 3D geprint object en er een marmeren voet aan toe te voegen zijn ze erin geslaagd een originele manier van prijsuitreiking te bewerkstelligen.

Specialisme: Maquettebouw

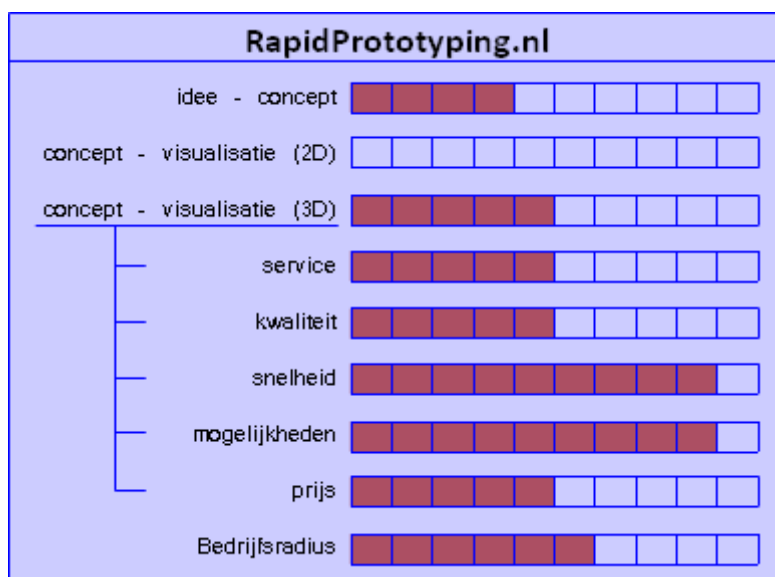


FIGUUR 34



Dit bedrijf biedt meer mogelijkheden dan de gemiddelde printshop. Door de variëteit aan Rapid Prototyping machines waaronder FDM, SLS, CNC frezen en LaserCusing zijn de mogelijkheden ietwat diverser dan de andere bedrijven. Daarnaast bieden ze de mogelijkheid tot kleine serie reproducties in kunststoffen. Door de connecties met 'spuitgietende' bedrijven is er kennis aanwezig om een product door te zetten tot aan de *Productiefase*. Door de grotere hoeveelheid machines capaciteit is de kans op drukte kleiner, waardoor de levertijd stabiel tussen de 24 en 48 uur ligt. Net als alle andere printshops hangt dit af van de bestanden geleverd door de klanten.

Specialisme: Functionele componenten en prototypes van een variëteit aan materialen, enkelstuks (in kunststoffen, rubbers en metalen) en kleine series (kunststof).

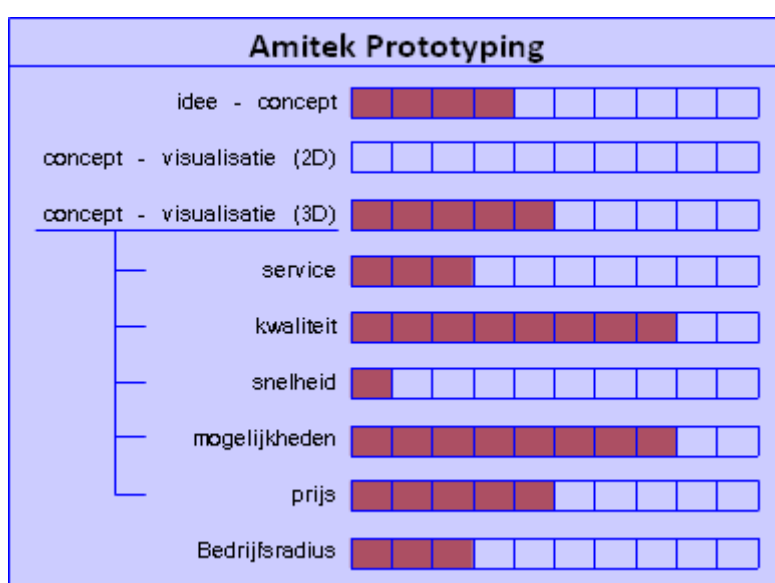


FIGUUR 35



Amitek houdt zich bezig met vele aspecten van CAD bewerkingen en toepassingen, waaronder 3D printen en frezen, kleine serieproducties van geprinte componenten, 3D scannen, 3D meten etc. Ze bieden de mogelijkheid een 3D geprint component om te zetten in een serie kunststof of metalen componenten door middel van vacuümgieten en het ‘verloren was principe’. Door de combinatie van component naar CAD, en CAD naar component (3D scannen en meten, 3D printen en gieten) heeft dit bedrijf een totaal andere doelgroep dan de standaard printshop.¹¹

Specialisme: van CAD naar component en van component naar CAD



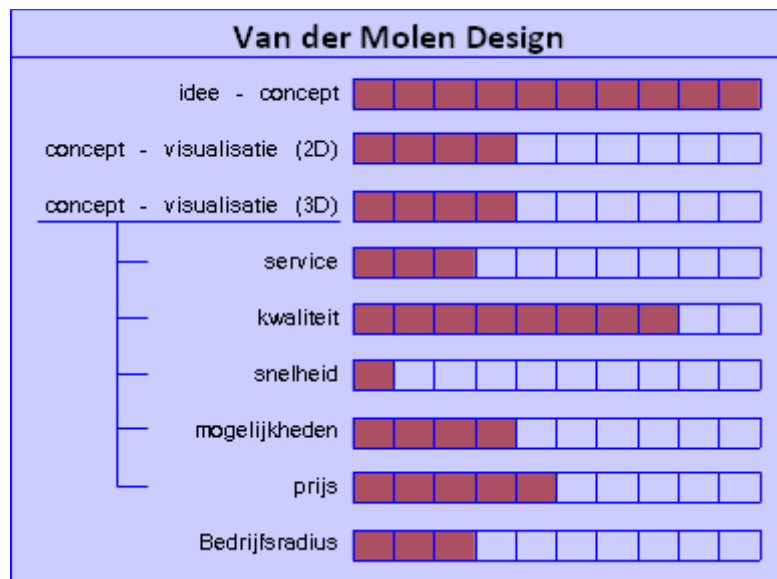
FIGUUR 36



¹¹ Update (16-08-'09) : Amitek Prototyping is gestopt met het aanbieden van serie reproducties door middel van gietmethoden.

Dit bedrijf is de eerste in het rijtje dat typisch de stijl van een Ontwerpbureau uitdraagt. Dit bedrijf valt dan ook overduidelijk tot het subtype van *Ontwerpbureau met Rapid Prototypers*. Ze helpen in elke fase van het ontwerpproces mee, met de nadruk op de *Detailfase* en *Evaluatiefase*. Door de ervaring die dit bedrijf met zich meedraagt zijn er connecties met matrijsmakers en ‘spuitgieterende’ bedrijven wat de overschakeling naar de *Productiefase* gemakkelijker maakt.

Specialisme: Van idee naar prototype

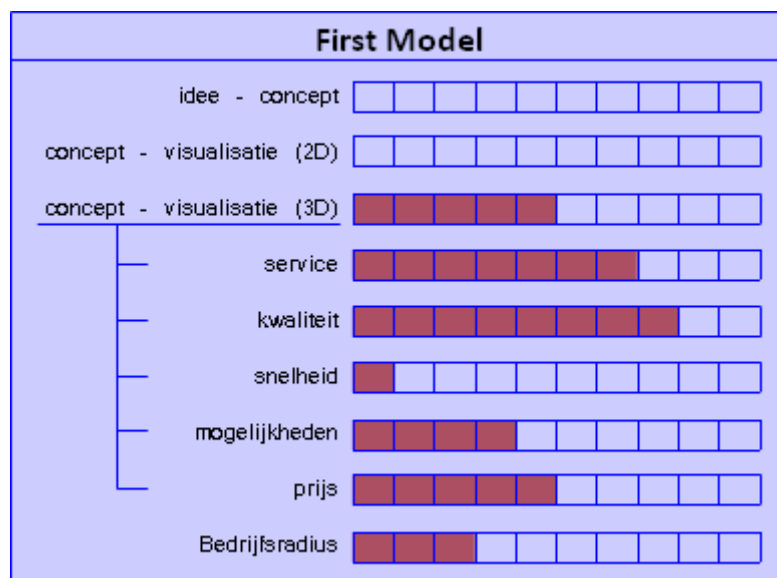


FIGUUR 37



Dit bedrijf heeft, naast de Rapid Prototypers, ook de mogelijkheid tot vacuümgieten en vacuümvormen. Dit betekent een vergroting van de mogelijkheden met betrekking tot prototypebouw en kleine serie reproducties (kunststof). Wederom is er de upload-print-verzenden mogelijkheid die al eerder langs is gekomen.

Specialisme: 3D printen en kleine serie reproducties (kunststof)

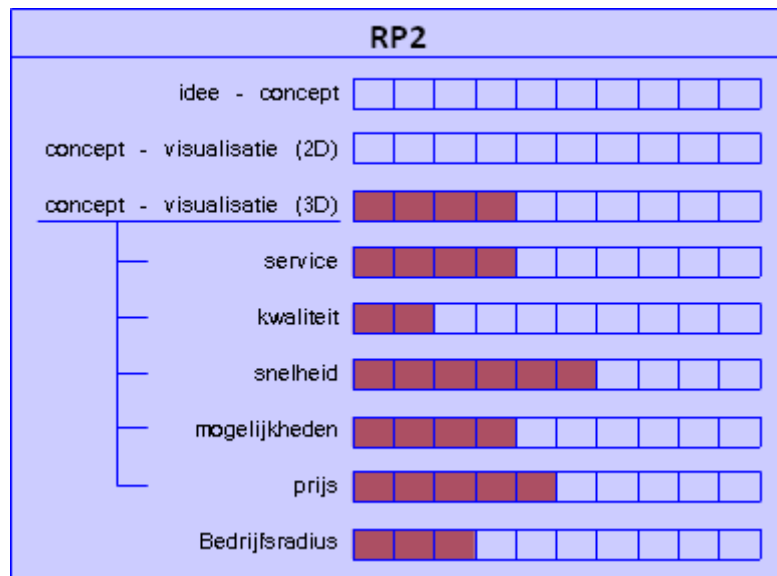


FIGUUR 38



RP2 (RP² of Real Parts, Rapid Production) is, net als First Model, een bedrijf wat zich richt op Rapid Prototyping en vacuümgieten. Het upload-print-verzenden principe is aanwezig.

Specialisme: 3D printen en kleine serie reproducties (kunststof)

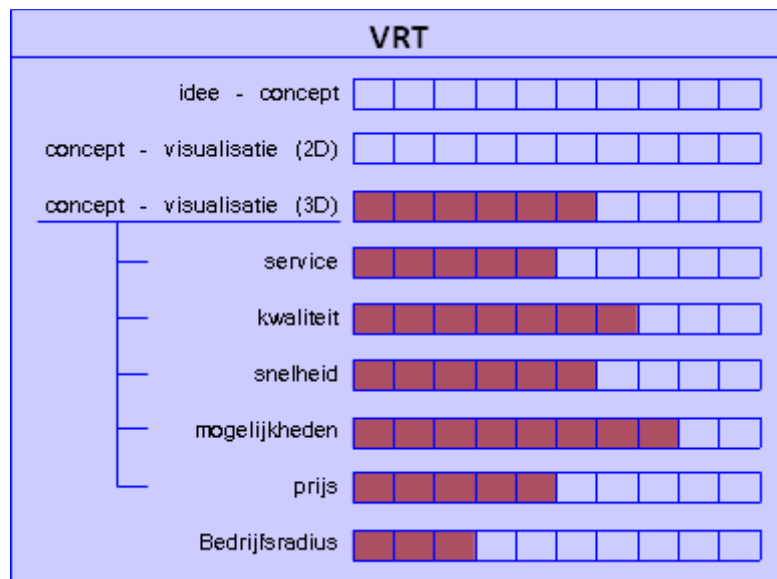


FIGUUR 39



Dit bedrijf levert een wat geavanceerdere dienst wat betreft kleine serie reproducties; naast vacuümgieten kan het bedrijf ook blaasvormen. Uiteraard levert ook dit bedrijf de diensten betreffende Rapid Prototyping. Het upload-print-verzenden principe is aanwezig, alsook (de ietwat schaarsere dienst in de gezelschap van de andere behandelde bedrijven) het maken van een volledig prototype.

Specialisme: van CAD naar prototype

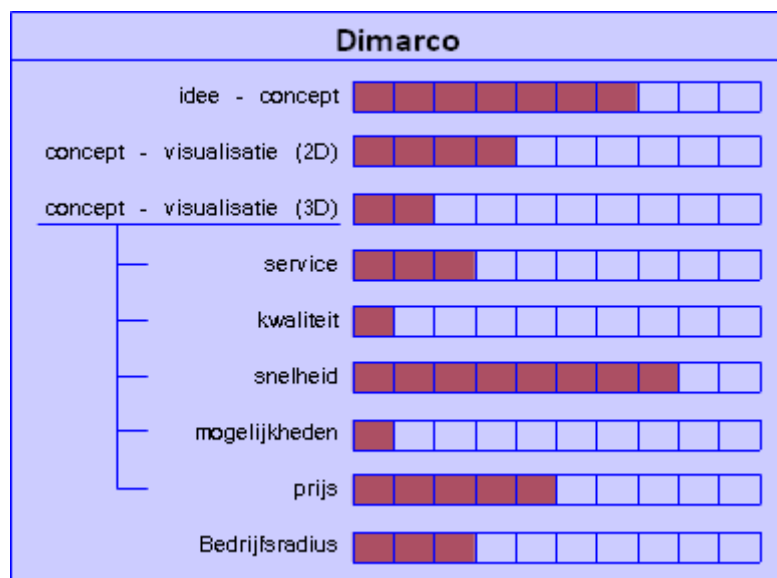


FIGUUR 40



Dimarco valt wederom onder de ontwerpbureaus, ze leveren diensten van CAD bewerkingen tot prototypebouw en vormstudies. Ook kunnen ze ter plekke een CAD bestand maken van tekeningen die direct in de 3D printer gevoerd kunnen worden. Hierdoor promoten ze een snelle doorlooptijd en een levertijd van 24 uur voor de meest gunstige situatie.

Specialisme: van tekeningen naar CAD naar component

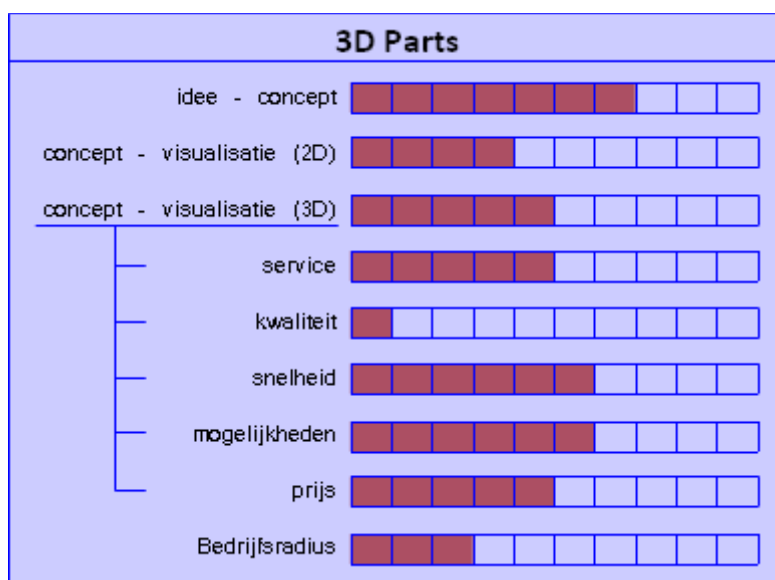


FIGUUR 41



Dit bedrijf is één van de vele bedrijven die CAD diensten naast Rapid Prototyping diensten aanbiedt. In het meest gunstige geval levert 3D Parts in 48 uur een component. Wanneer er geen CAD bestand aanwezig is, kan het bedrijf een 2D tekening omzetten naar een gunstig bestand voor de Rapid Prototyper. Wederom vinden we het upload-print-verzenden principe, helaas beschikken ze over slechts één printer, wat de levertijd onstabiel maakt.

Specialisme: Maquettebouw

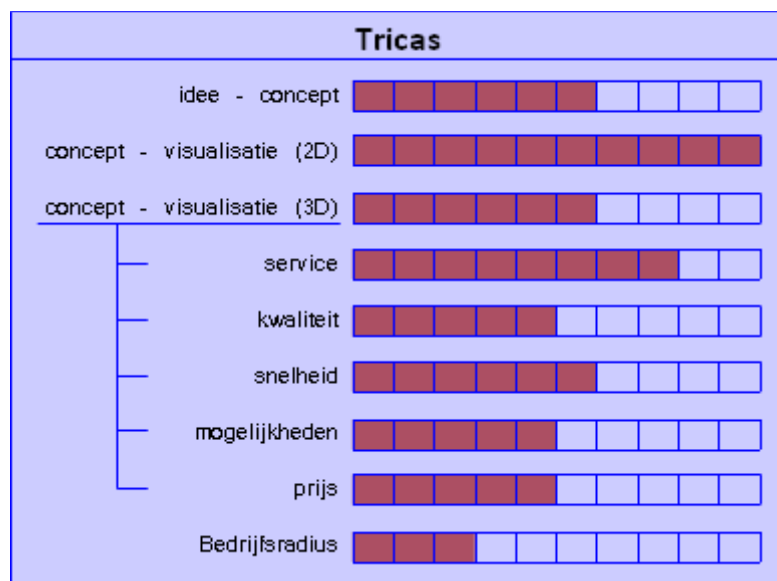


FIGUUR 42



Dit bedrijf is het laatste ontwerpbureau in deze lijst. Het bedrijf promoot zijn nadruk op design, styling en ergonomie, maar werkt tegelijkertijd vanuit een werktuigbouwkundige achtergrond. Zoals meerdere bedrijven heeft dit bureau slechts één 3D printer, wat zorgt voor schommelingen in de levertijd. Uiteraard trekt het feit dat Tricas zich kan inmengen in een groot gedeelte van het ontwerpproces, andere klanten dan een printshop.

Specialisme: van idee naar prototype

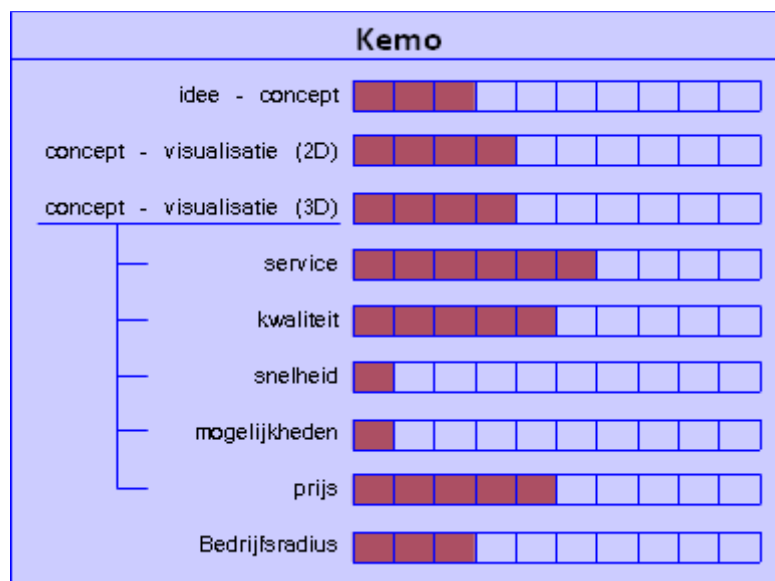


FIGUUR 43



Dit bedrijf met veel werkervaring levert een variëteit aan diensten met betrekking tot de *Detailfase* en *Evaluatiefase*. Ze leveren diensten in CAD, CNC draaien en frezen, vacuümgieten, spuiten en handmatig fabriceren van prototypes en modellen naast het 3D printen. Van alle bedrijven lijkt dit bedrijf de meest overweldigende portfolio te hebben, met grote namen als Philips, Citroën, Ambi Pur, Siemens en Sealskin.

Specialisme: Prototyping

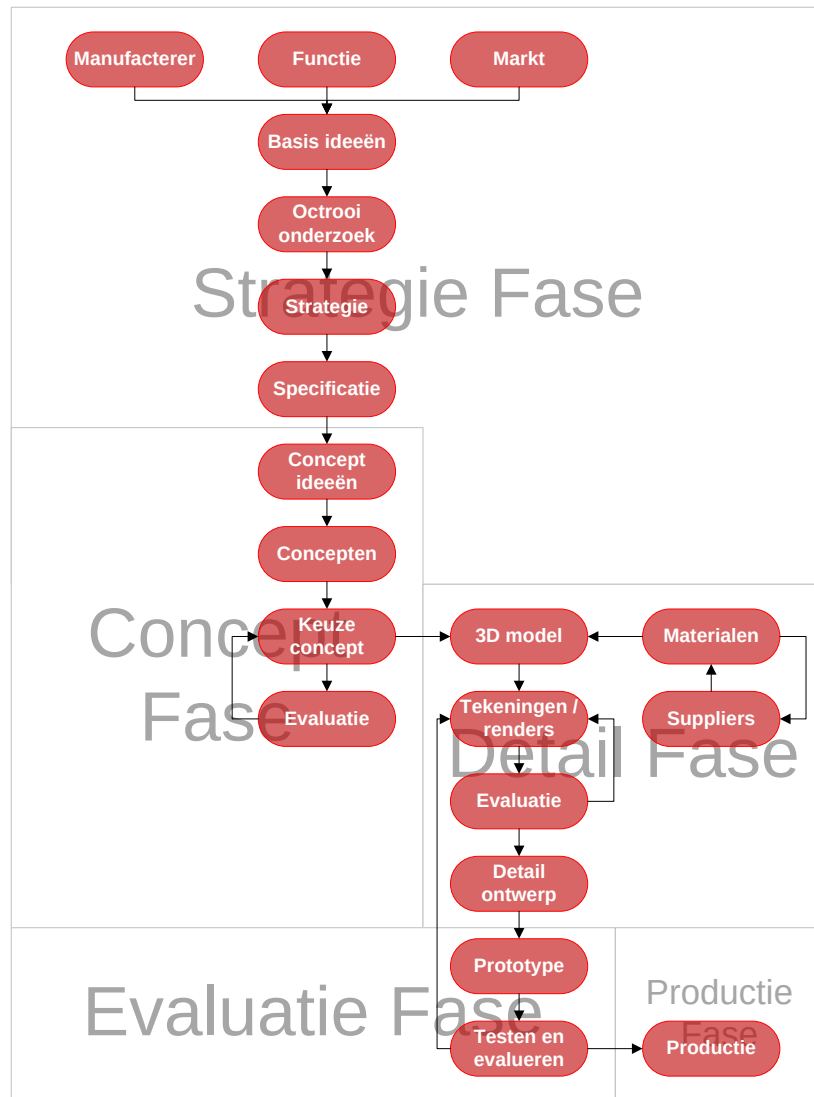


FIGUUR 44



11.5 ONTWERPFASEN

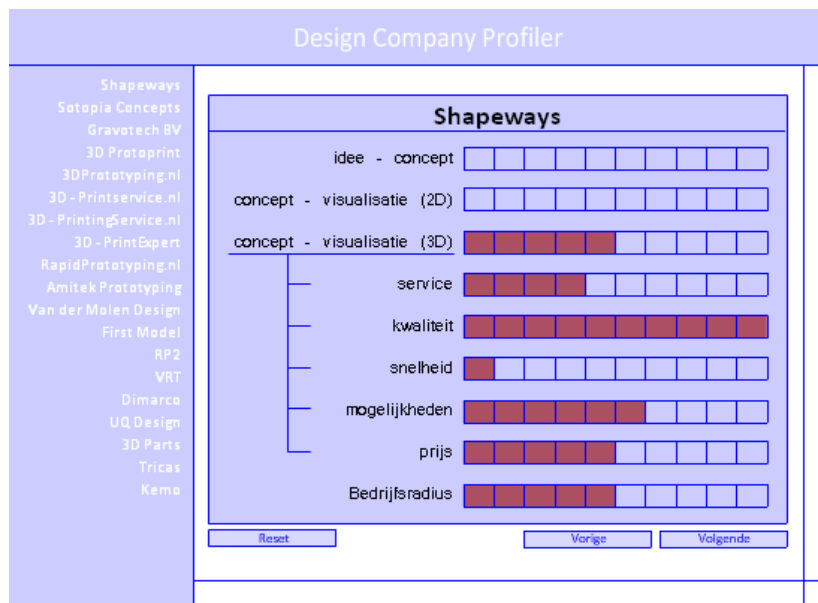
Dit schema is een **versimpelde** weergave van een ontwerpproces. Ook is het niet de enige goede methode om bij een product te komen; er zijn meer wegen die naar Rome leiden. Desalniettemin is het schema een voldoende weergave van de werkelijkheid om bepaalde conclusies te kunnen trekken.



FIGUUR 45

11.6 DESIGN COMPANY PROFILER

Het (op flash gebaseerde) programma dat de profielen maakt, neemt de bedrijfsgrootte niet mee (Figuur 46). De profielen alsook het programma, hebben het doel een overzicht te geven van de mate waarin eventuele concurrenten hun ideeën toepassen om de markt aan te spreken. De mate waarin de markt aangesproken wordt is niet af te leiden van een website, folders of bedrijfsprofiel. De enige conclusie die getrokken kan worden is dan ook welk profiel mist in het overzicht. Wel kan, door middel van categorisering van bedrijfsprofielen, een beeld gevormd worden van welk profiel door hoeveel bedrijven vertegenwoordigd is. Een voorbeeld van zo'n profiel is het ontwerpbureau met een 3D printer. Een klein ontwerpbureau met een 3D printer hoeft geen bedreiging te vormen voor een faciliteit in Enschede. Zij zullen hoog scoren op *idee naar concept* en *concept naar visualisatie in 2D* en *3D*, puur en alleen door het soort klanten wat zij trekken. Andere ontwerpbureaus zullen niet de hulp zoeken van een dergelijk bedrijf om een component te laten printen, zij zullen zich keren naar een 3D printservice met meer mogelijkheden, lagere prijs, snellere levertijd etc.



FIGUUR 46: DESIGN COMPANY PROFILER (HOMEBREW, MAARTEN ESSERS)

Idee naar Concept – Bedoeld om de ontwerpbureaus van de printshops te onderscheiden. +3 punten voor het helpen van een idee naar een concept, +3 punten wanneer het bedrijf bereid is om een schets om te zetten naar een CAD file. +4 punten wanneer een bedrijf bereid is het product te begeleiden naar de markt.

Concept naar visualisatie in 2D – Bedoeld om extra services te waarderen. +4 punten wanneer een bedrijf bereid is renders te maken van een concept. +3 als er ook handmatig tekeningen gemaakt worden van een concept. +3 als een bedrijf bereid is Photoshop te gebruiken om een concept goed weer te geven.

Concept naar visualisatie 3D – Dit onderwerp is een gemiddelde van onderstaande vijf waarderingen; service, kwaliteit, snelheid, mogelijkheden en prijs van de visualisatie in 3D.

Service – Geeft de waardering aan van de toegankelijkheid van een bedrijf. +1 punten voor een (gratis) CAD programma geïntegreerd in de service (bv. Een webapplicatie of gratis download van een CAD programma geschikt om bestanden te maken die gefabriceerd kunnen worden). +2 punt voor het gratis omzetten van een variëteit aan CAD bestanden. +2 punten voor een service point of bezoekadres. +1 punten wanneer het bedrijf bereid is mee te denken. +1 voor het aanbieden van materiaal- en productiesamples. +2 punten voor het aanbieden van een vrijblijvende gratis quote. +1 Voor het accepteren van meer dan vijf verschillende CAD bestanden (STL, 3DS etc.)

Kwaliteit – Geeft de waardering aan van de mogelijkheden en kwaliteit van het uiteindelijke fysieke product. Oplopende punten van 0 t/m 5 voor het aanbieden van het aantal mogelijkheden betreffende oplopende kwaliteit met afnemende prijs van het eindproduct of snelheid van levering. +5 punten voor het aanbieden van twee of meer afwerkingsmogelijkheden.

Snelheid – Geeft de snelheid van leveren van het eindproduct aan. Oplopende punten van 0 t/m 10 voor het leveren in 10+,10,9,8,7,6,5,4,3,2 of 1 werkdag(en) respectievelijk. Een belangrijk punt om hierbij te noemen is dat capaciteit van een bedrijf niet meegenomen is. De snelheid is (bij drukte) direct afhankelijk van de capaciteit. Het kan dus zijn dat een klein bedrijfje met één Rapid Prototyper zegt binnen een dag te kunnen leveren, terwijl een groter bedrijf met een scala aan Rapid Prototypers aangeeft hiervoor minstens vijf werkdagen nodig te hebben. Het kleine bedrijf is echter zeer gevoelig voor drukte, het grote bedrijf zal de drukte beter op kunnen vangen. Het grote bedrijf krijgt echter minder punten door de standaard wachttijd van vijf werkdagen.

Mogelijkheden – Bedoeld om de mate van flexibiliteit aan te geven van de productie van een component bij een bedrijf. Oplopende punten van 0 t/m 5 voor het aanbieden van 1,2,3,5,10 of 10+ materiaalsoorten respectievelijk. Oplopende punten van 0 t/m 5 voor het aanbieden van 1,2,3,5,10 of 10+ kleuren waarmee het eindproduct gepresenteerd kan worden.

Prijs – Geeft een relatieve prijs aan ten opzichte van de overige bedrijven. +5 geeft een gemiddelde aan, <5 een grotere prijsopgave, >5 een kleinere prijsopgave. Wanneer geen prijs bekend is zal 0 aangegeven worden. Deze waarde wordt niet verwerkt in de relatieve prijsweergave.

Bedrijfsradius – Bedoeld om de mate van interferentie aan te geven met betrekking tot de aankomende faciliteit in Enschede. +4 punten voor de aanwezigheid in Enschede/Hengelo, +2 wanneer het bedrijf binnen een straal van 30 minuten rijden (auto) van Enschede ligt. +1 wanneer het bedrijf binnen 60 minuten bereikbaar is vanaf Enschede. +3 punten voor de aanwezigheid van een snelle verzendingsmogelijkheid.

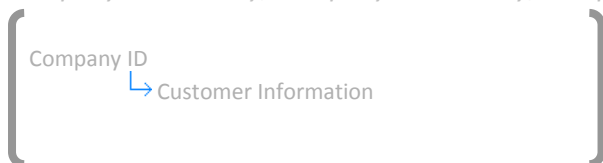
11.7 INFORMATIETYPES

De volgende pagina's zijn de informatietypes waarnaar verwezen wordt in de tekst. Aangezien CNC Worknet een database gaat onderhouden waarin alle informatie wordt opgeslagen, zijn 'standaard' bestandsextensies (.pdf, .doc enzovoort) en bestandstypen (tabel, veld, CAD bestand enzovoort) weggelaten. Belangrijke bestandsextensies worden echter wel weergegeven.

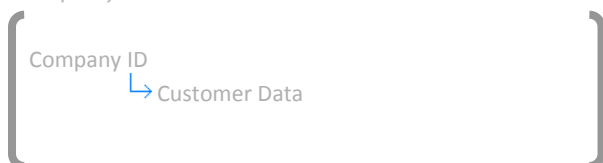
Wanneer bij een informatietype wel een bestandsextensie wordt vermeld en er meer informatie aanwezig is dan er technisch gezien bijgevoegd kan worden in een dergelijk bestand, dan gaat het om informatie die vermeld wordt in de database. Wanneer men bijvoorbeeld de 'Technical Product Data (TPD)' zou vinden onder 'Customer ID -> Product ID -> Technical Product Data', dan wordt op dezelfde pagina verwezen naar 'Product Name', 'Product Additional Information', 'Product Drawing Number', 'Product Drawing Revision' en natuurlijk naar 'Product CAD File'. De grijs- en schuin gedrukte informatie geeft aan welke concrete informatie gerelateerd is aan een informatietype. De informatie tussen de groene haken geeft aan hoe desbetreffende informatietype gevonden zou kunnen worden in voorgenoemde database.

Alle informatietypes zijn in het Engels om een goede aansluiting op reeds voltooid werk betreffende informatiestromingen omtrent CNC frezen te garanderen.

1. Customer Input – Informatie van de cliënt welke ingevoerd wordt in het internet portal. Aangezien deze informatie niet door CNC Worknet gegenereerd wordt, kan deze niet gedefinieerd worden.
2. Customer Information – Geeft alle informatie betreffende de cliënt weer zoals adres, telefoonnummer, email en CNC Worknet specifieke informatie zoals gebruikersidentificatienummer en gebruikersnaam.
(Company ID, Company Name, Company Address, Company Postal Code, Company City, Company Country, Company Phone, Company Email, Company Fax, Company Website, User ID, User Name, User Function, User Email, User Phone, User Fax, Company PO Box Address, Company PO Box City, Company PO Country, Company PO Box Postal Code, User Department)

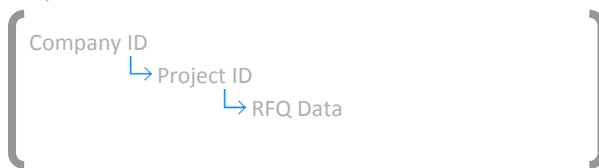


3. Customer Data – Bevat cliënt gerelateerde data waaronder de naam, adres, telefoonnummer van het bedrijf maar ook financiële data zoals kredietwaardigheid en eventuele munteenheid.
(Company ID, Company Name, Company Address, Company Postal Code, Company City, Company Country, Company VAT Number, Company Phone, Company Email, Company Fax, User ID, User Name, User Function, User Email, User Phone, User Fax, Company Credit Worth, Company Currency)

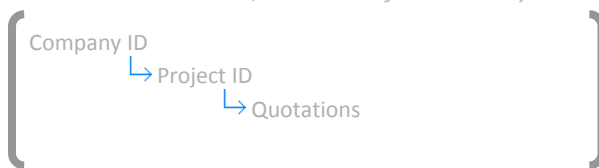


4. Request For Quotation (RFQ) Data – Bevat onder andere de kwantiteit, materiaalkeuzes, eventuele kleurkeuze en toleranties van het (de) bestelde product(en).
(Project ID, Company ID, Delivery Address, Delivery City, Delivery Postal Code, Delivery

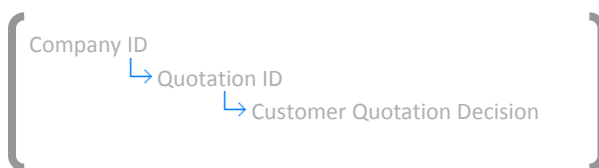
Country, Product ID, Product Name, Product Quantity, Product Additional Information, Product CAD File, Product CAD File Revision, Product Material Type, Product Color, Requested Delivery Date, User ID, RFQ Date, Customer Reference, Nonstandard Quality and Tolerance Requirements,



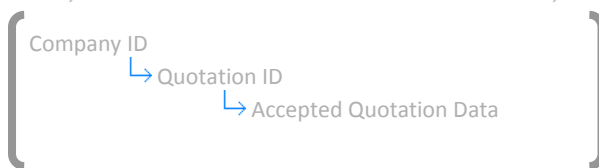
5. **Quotations** – Bevat offertegerelateerde informatie zoals project nummer, artikelnummer, product naam, product kwantiteit, verschillende soorten kosten en natuurlijk de offerte zelf.
(Quotation, Project ID, Company ID, Quotation ID, Customer Article Number, Transportation Costs, Lead Time, McRapid ID, Product Name, Product Quantity, Customer Reference, Calculation Date, Manufacturability Decision, Manufacturability Remark)



6. **Customer Quotation Decision** – Bevat de beslissing van de cliënt, gebruikersidentificatienummer, reactiedatum en andere gerelateerde informatie.
(Quotation ID, Company ID, Customer Reaction, User ID, Reaction Date, Ordered Quantity, Product ID)

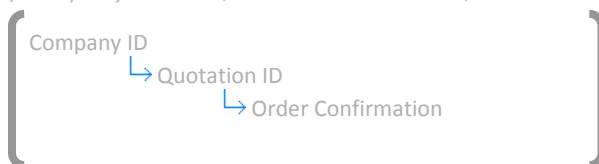


7. **Accepted Quotation Data** – Geeft de data weer zoals die geaccepteerd is door de cliënt, zoals de kwantiteit, product prijs, verzendkosten, levertijd en CNC Worknet specifieke informatie als offertenummer, productnummer en bedrijfidentificatienummer.
(Quotation ID, Company ID, Product ID, Ordered Quantity, Product Price, Transportation Costs, Lead Time, Calculation Date)



8. **Order Confirmation** – De confirmatie dat de offerte is geaccepteerd door zowel de cliënt als CNC Worknet.

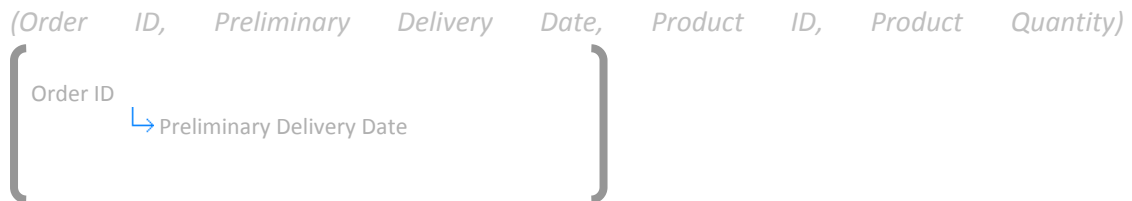
(Company ID, Order ID, Order acceptance, Quotation ID)



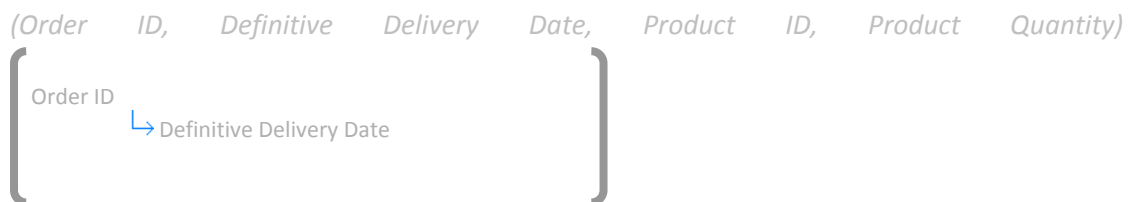
9. **Order Planning Requirements** – Bevat de informatie benodigd voor het inplannen van de bestelling.



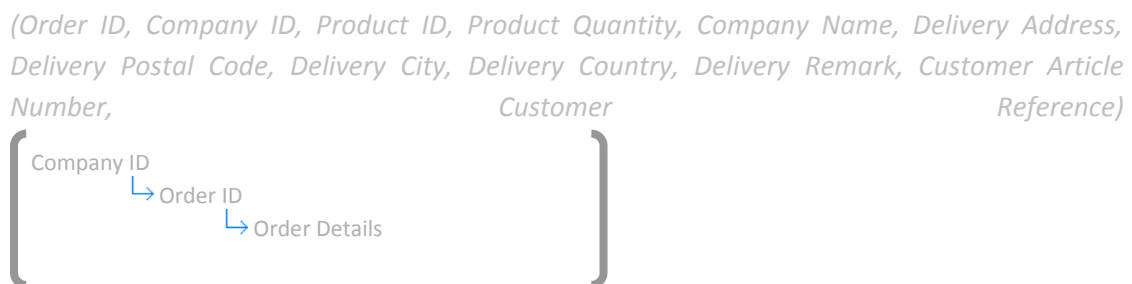
10. Preliminary Delivery Date – De leveringsdatum zoals voorlopig vastgesteld tijdens de offertefase.



11. Definitive Delivery Date – De definitieve leveringsdatum. Bevat normaal gesproken dezelfde informatie als 'Preliminary Delivery Date'.



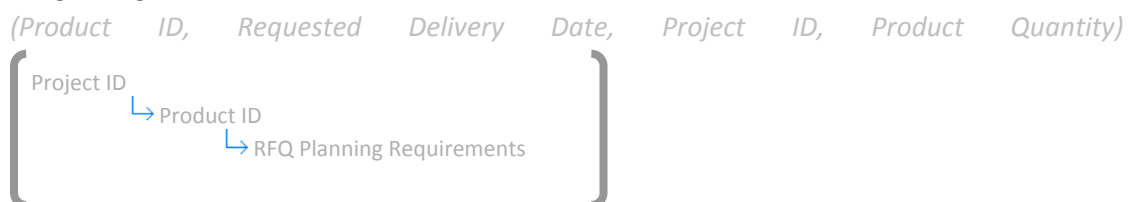
12. Order Details – Bevat de informatie die benodigd is om de bestelling te controleren en verzenden.



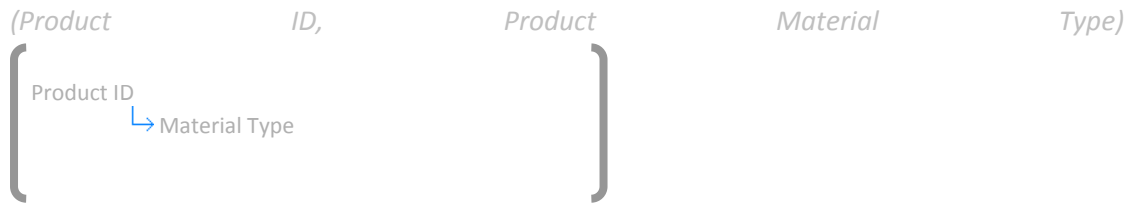
13. Billing Information – Bevat de informatie die nodig is voor het opmaken van de rekeningen.



14. Request For Quotation (RFQ) Planning Requirements – Bevat leveringsinformatie zoals aangevraagd door de cliënt.



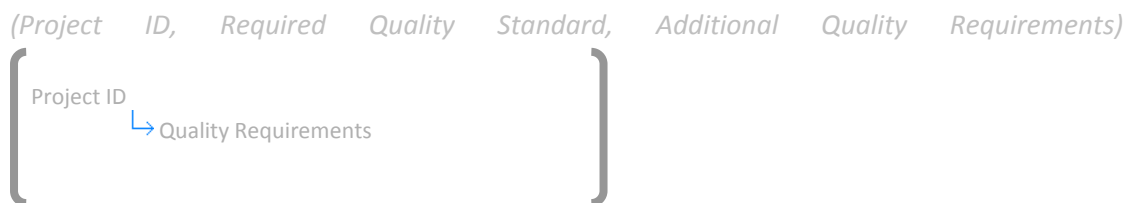
15. Material Type – Het type materiaal waarin het product vervaardigd wordt.



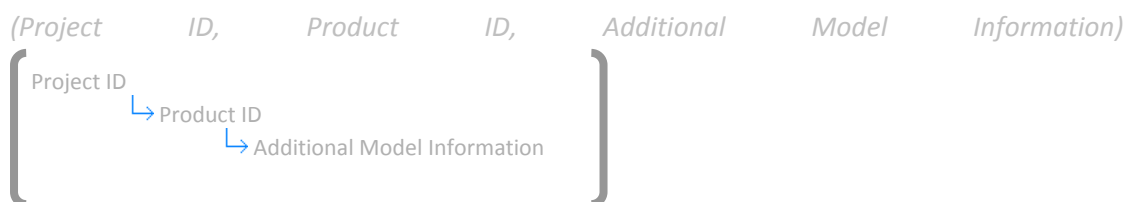
16. Technical Product Data (TPD) – De ongecontroleerde versie van het 3D bestand (.STL). Hoewel het niet de bedoeling is dat CNC Worknet bestanden converteert of van de grond af gaat opbouwen, worden ze nog wel gecontroleerd op fouten.



17. Quality Requirements – Geeft vooraf bepaalde en extra (door de client bepaalde) productie kwaliteitseisen weer.



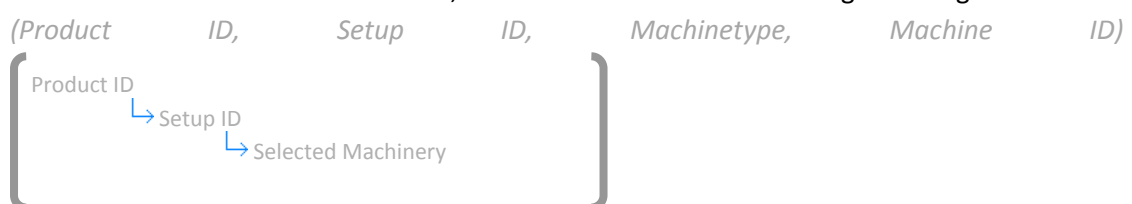
18. Additional Model Information – Bevat informatie benodigd tijdens de selectie van de productie methode, zoals bijvoorbeeld het gebruik van kleur.



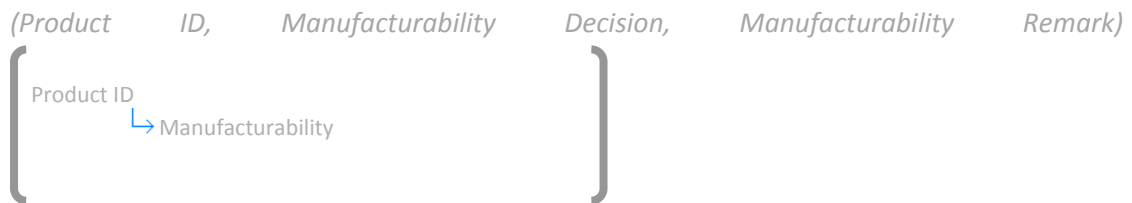
19. Approved Technical Product Data (TPD) – Voor het aanvragen van een offerte worden alleen 3D bestanden van de format '.STL' geaccepteerd. uitleg wat dit inhoudt, of speciale eigenschappen, bijvoorbeeld productID als bestandsnaam of informatie in een database.



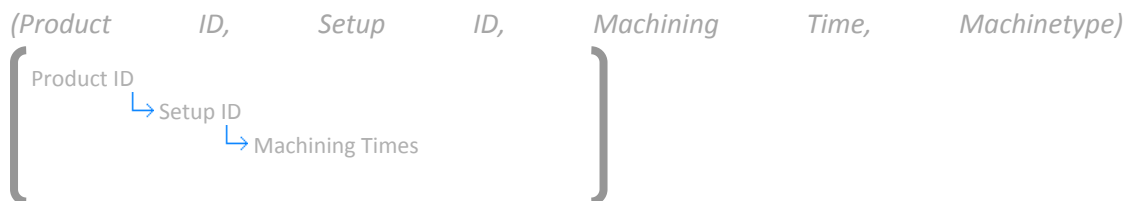
20. Selected Machinery – Geeft aan welke machine gebruikt gaat worden om het product te fabriceren. In tegenstelling tot 'Manufacturing Methods' (nummer 62, pagina 118), wordt hierin de exacte machine vermeld; niet alleen de techniek die gebruikt gaat worden.



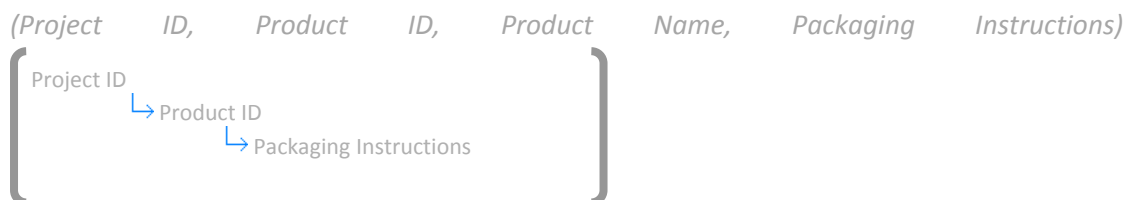
21. Manufacturability – De beslissing van CNC Worknet over de maakbaarheid van het product.



22. Machining Times – Geeft aan hoeveel tijd het kost om het product te produceren.



23. Packaging Instructions – Bevat informatie over hoe het product verpakt moet worden voor verzending naar de cliënt.



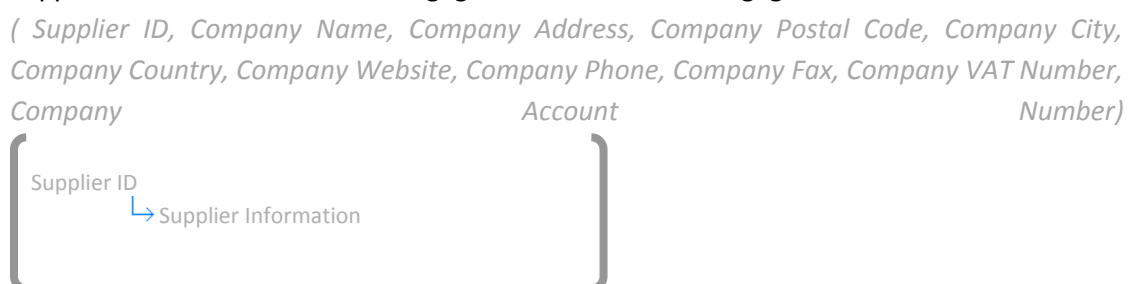
24. Setup Plan – Bevat de instructies betreffende de opstelling van het product in de machine.



25. Supplier Data – contact gegevens van de leverancier.



26. Supplier Information - contact gegevens en financiële gegevens van de leverancier.

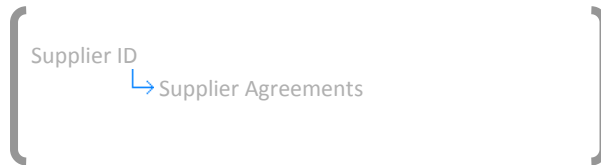


27. Supplier Agreements – Vooraf overeengekomen data betreffende de levertijden, hoeveelheden en kosten van materiaal.

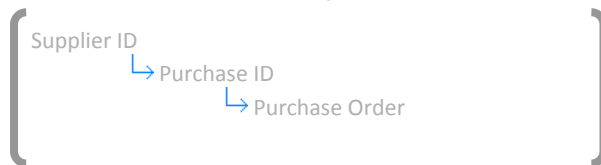


Material

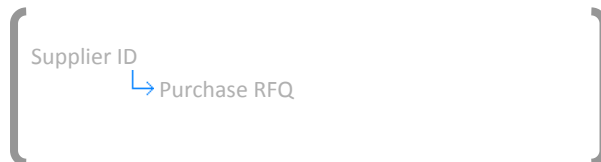
Quantities)



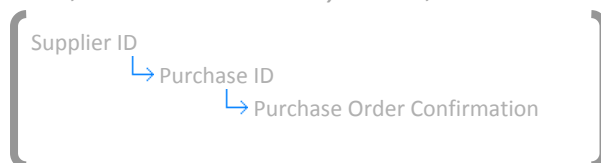
28. Purchase Order – Informatie betreffende de bestelling van materiaal bij een leverancier.
(*Purchase ID, Supplier ID, Material Type, Material Quantity, Material Costs, Transportation Costs, Material Delivery Date, Material Lead Time, Purchase Product Name*)



29. Purchase Request For Quotation (RFQ) – Bevat informatie omtrent de offerteaanvraag van materialen bij een leverancier.
(*Material Type, Requested Material Delivery Date, Requested Material Lead Time, Material Quantity, Supplier ID, Company Name*)



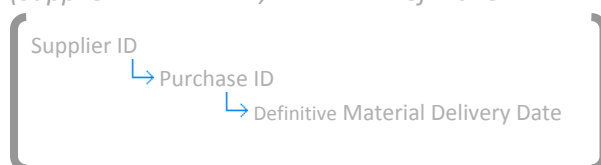
30. Purchase Quotation – De offerte zoals aangedragen door een leverancier. Aangezien deze informatie niet door CNC Worknet gegenereerd wordt, kan deze niet gedefinieerd worden.
31. Purchase Order Confirmation – De officiële confirmatie van de bestelling bij een leverancier. Geeft de definitieve bestellingdetails weer.
(*Purchase ID, Supplier ID, Material Type, Material Quantity, Material Costs, Transportation Costs, Material Delivery Date, Material Lead Time, Purchase Product Name*)



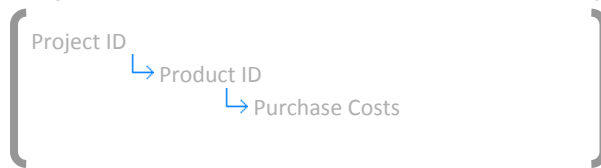
32. Preliminary Material Delivery Date – Geeft de voorlopige leveringsdatum van materiaal weer zoals aangegeven in de offerte van de leverancier.
(*Supplier ID, Preliminary Material Delivery Date*)



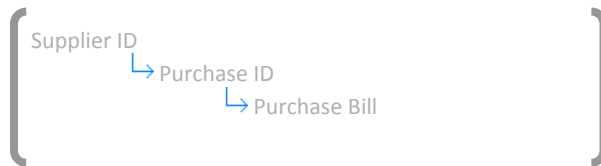
33. Definitive Material Delivery Date - Geeft de definitieve leveringsdatum van materiaal weer zoals aangegeven in de bestellingconfirmatie van de leverancier.
(*Supplier ID, Definitive Material Delivery Date*)



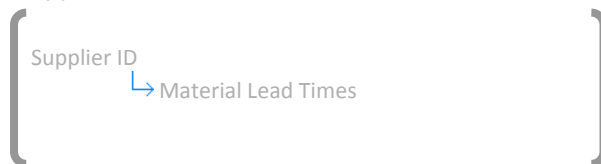
34. Purchase Costs – Bevat de totale kosten van het materiaal dat gebruikt wordt in de productie. Deze informatie is benodigd tijdens het berekenen van product prijs.
(Project ID, Product ID, Material Costs, Transportation Costs, Purchase Product Name)



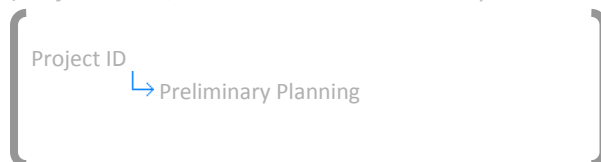
35. Purchasing Bills – Bevat informatie omtrent de rekeningen van aankopen bij leveranciers door CNC Worknet.
(Supplier ID, Purchase ID, Purchase Bill)



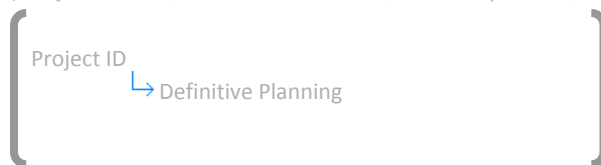
36. Material Lead Times – Gegevens van de door CNC Worknet gebruikte materialen en de levertijden ervan bij verschillende leveranciers.
(Supplier ID, Material Lead Time)



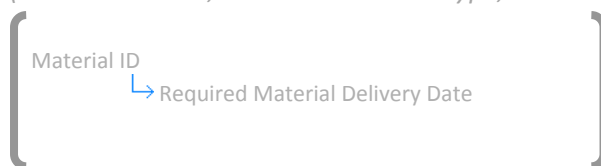
37. Preliminary Planning – De voorlopige planning van productie tijdens de offertefase. Vermeld staan onder andere wanneer de productinspectie, onderhoud en het daadwerkelijke produceren plaats gaat vinden.
(Project ID, Product ID, Setup ID, Machine ID, Preliminary Planning)



38. Definitive Planning – De definitieve planning van productie tijdens de bestellingfase. Vermeld staan onder andere wanneer de productinspectie, onderhoud en het daadwerkelijke produceren plaats vindt.
(Project ID, Product ID, Setup ID, Machine ID, Definitive Planning)



39. Required Material Delivery Date – De door CNC Worknet aangegeven gewenste leverdatum van materiaal.
(Material ID, Material Type, Required Material Delivery Date)



40. Required Material Amount – De door CNC Worknet aangegeven gewenste kwantiteit van het te bestellen materiaal.

<i>(Material ID, Material Type, Required Material Amount)</i>
Material ID ↳ Required Material Amount

41. Inventory Info McRapids – Informatie over de verschillende McRapids en beschikbare materialen per locatie. Met deze informatie kan gewerkt worden met een optimale capaciteitsbenutting.

<i>(McRapid ID, Available Material Types, Available Material Amounts)</i>
McRapid ID ↳ Inventory Info McRapids

42. # Orders Produced @ McRapid – Het aantal voltooide bestellingen binnen een bepaalde periode benodigd voor het vaststellen van betalingen aan de verschillende franchise.

<i>(McRapid ID, Order Amount)</i>
McRapid ID ↳ # Orders Produced @ McRapid

43. Delivery Time Spans McRapid – Geeft de mogelijke levertijden aan van de verschillende McRapids.

<i>(McRapid ID, Project ID, Proposed Delivery Date, Proposed Lead Time)</i>
McRapid ID ↳ Project ID ↳ Delivery Time Spans McRapid

44. Status Info – De fase waarin het product zich bevindt; offerte, bestelling of verzending.

<i>(Workflow ID, Workflow Status)</i>
Workflow ID ↳ Workflow Status

45. Inspection Planning – Geeft de tijden en producten aan die met vooraf bepaalde inspectie plannen moeten worden geïnspecteerd.

<i>(Order ID, Product ID, Setup ID, Inspection Plan ID, Inspection Duration)</i>
Order ID ↳ Product ID ↳ Inspection Planning

46. Inspection Plans – Geeft de kwaliteitseisen weer waaraan een te inspecteren product moet voldoen.



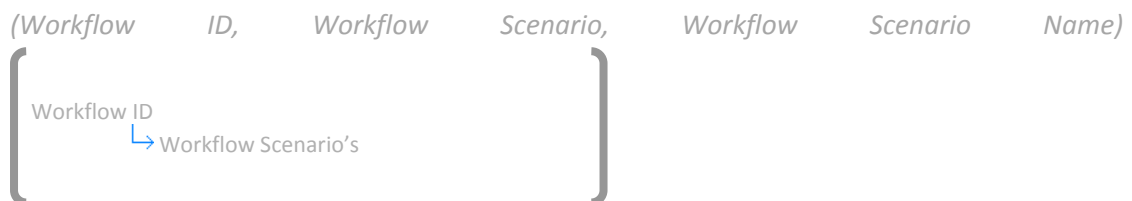
47. Inspection Reports – Een weergave van de resultaten van de inspectie om verzonden te worden naar de cliënt.



48. Performance Data – Bevat prestatiegegevens van een machine, zodat bepaald kan worden wanneer een machine onderhoud nodig heeft.



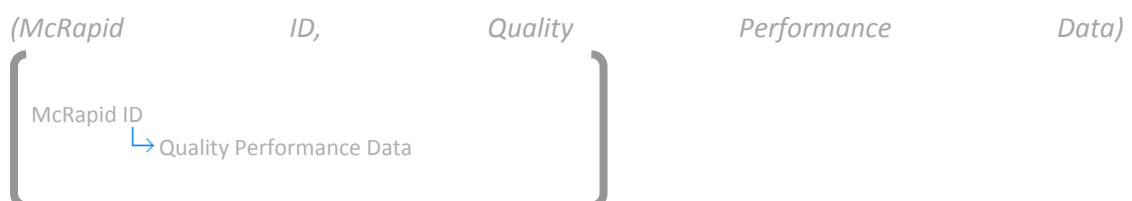
49. Workflow Scenario's – Bevat verschillende workflow scenario's die gebruikt kunnen worden door de workflow supervisor.



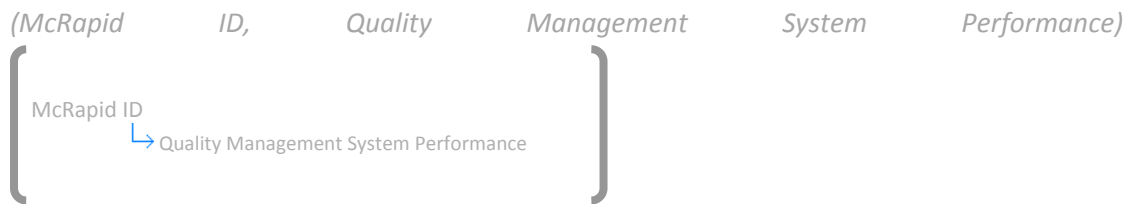
50. McRapid Audit Reports – Bevat de resultaten van de financiële inspecties van de verschillende McRapids.



51. Quality Performance Data – Bevat de benodigde gegevens om te controleren of er aan de kwaliteitseisen voldaan wordt.



52. Quality Management System (QMS) Performance – Informatie over de prestaties van het kwaliteit management systeem.



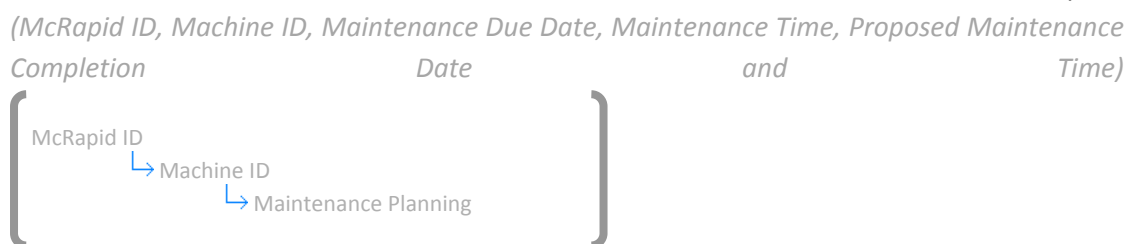
53. Quality Objectives – Geeft de kwaliteitseisen van de McRapids, Workflows, processen en producten weer.



54. Inspection Results – Bevat de resultaten van uitgevoerde inspecties.



55. Maintenance Planning – Bevat informatie omtrent de geplande onderhoudsbezigdheden aan de machines in de verschillende McRapids.



56. Financial Data – Bevat informatie van alle McRapids op financieel gebied.



57. Payment Status – De status van betalingen van de cliënten van CNC Worknet.



58. Franchise Payment Orders – Betaling van de verschillende franchise voor het produceren van producten.



59. Franchise Payment Requests – Aanvraag van CNC Worknet aan een franchise om de franchisekosten te betalen.



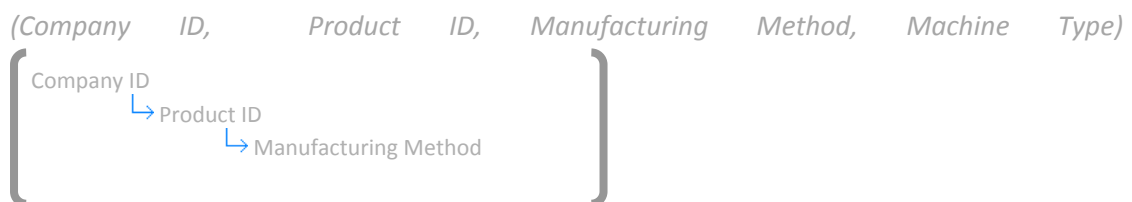
60. Franchise Financial Performance – Geeft de financiële status weer van de verschillende franchise.



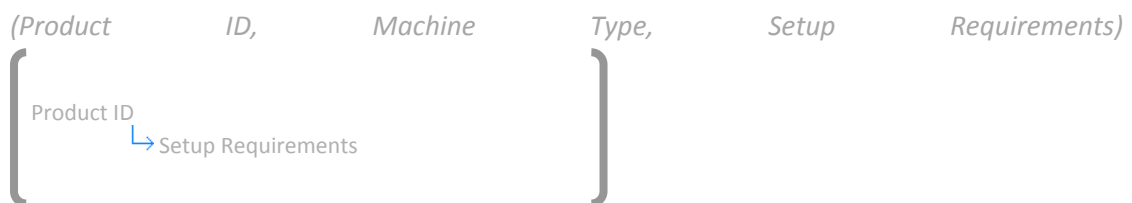
61. Franchise Performance – De algemene prestaties van de verschillende franchise.



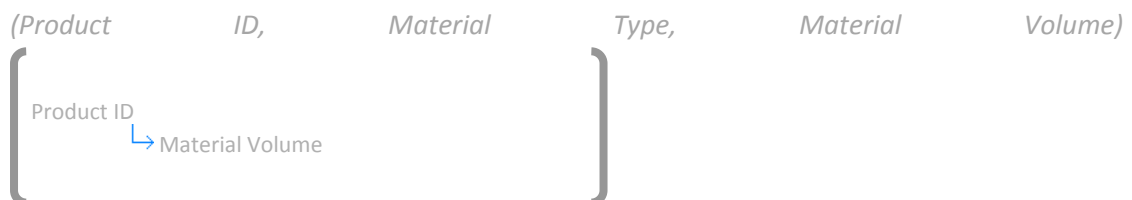
62. Manufacturing Method – Bevat informatie omtrent de Rapid Prototyping techniek die gebruikt gaat worden bij het vervaardigen van het product.



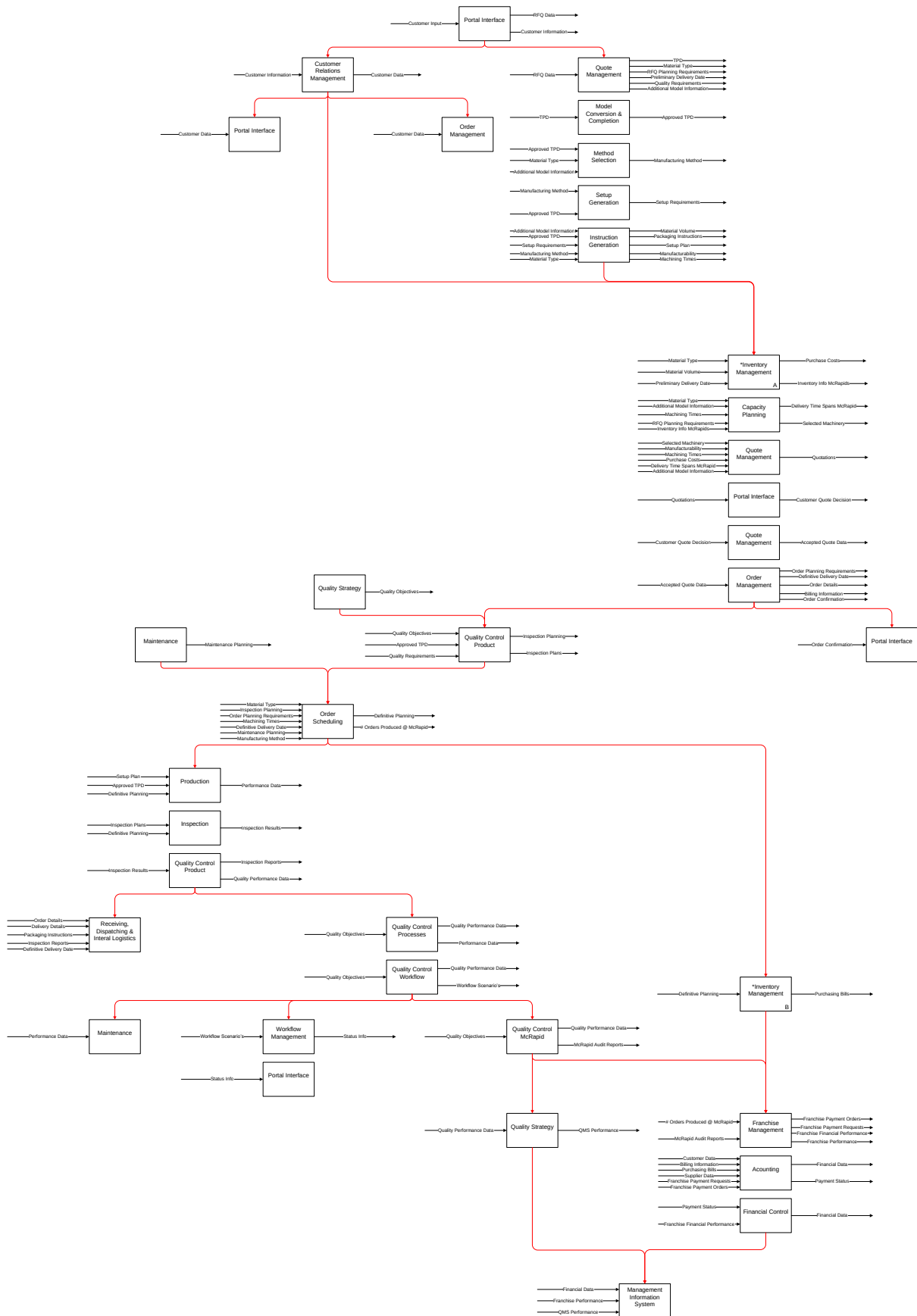
63. Setup Requirements – Geeft de opstellingseisen weer van het te fabriceren product.



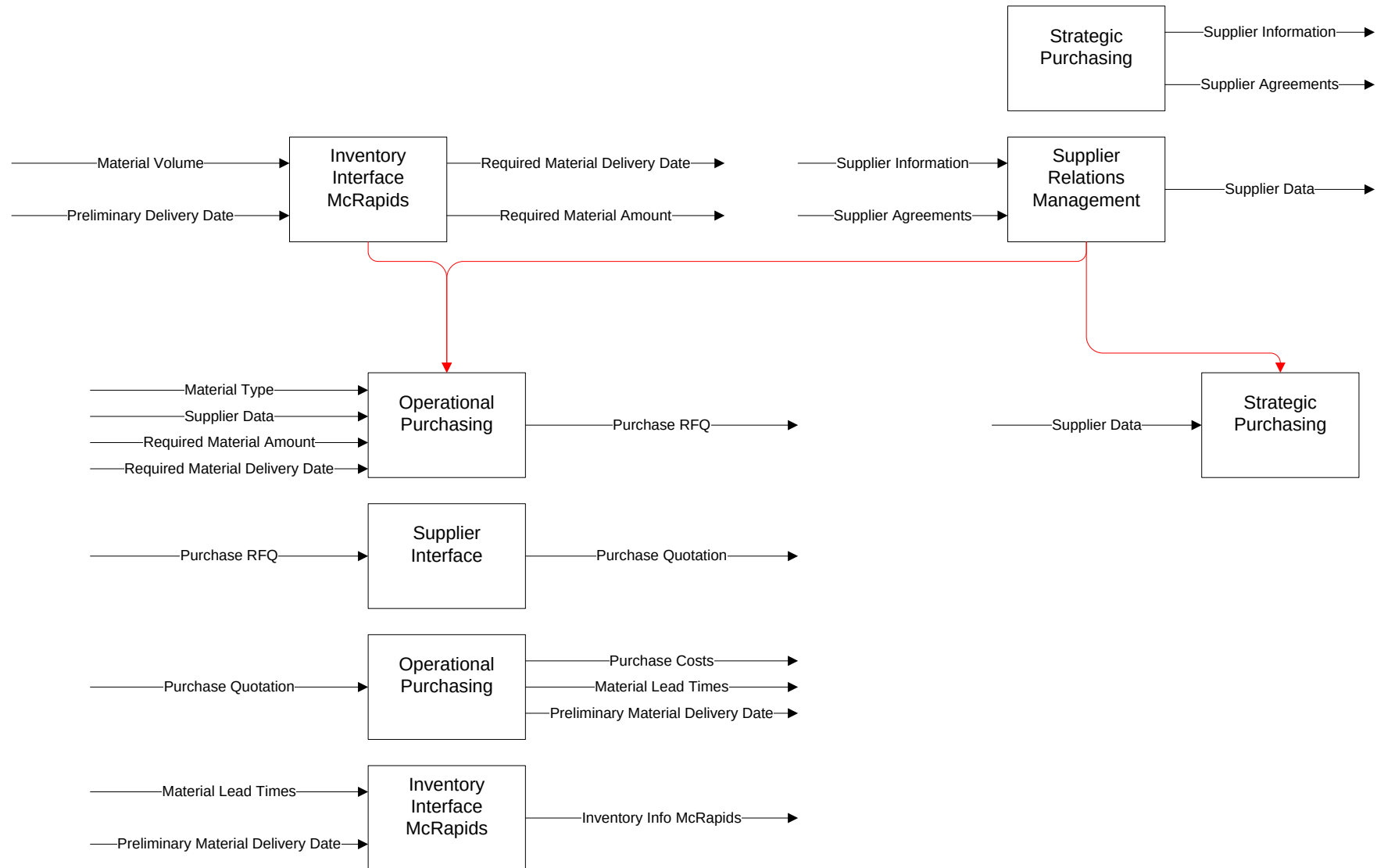
64. Material Volume – Bevat informatie over de hoeveelheid materiaal die verbruikt gaat worden bij het fabriceren van een product.



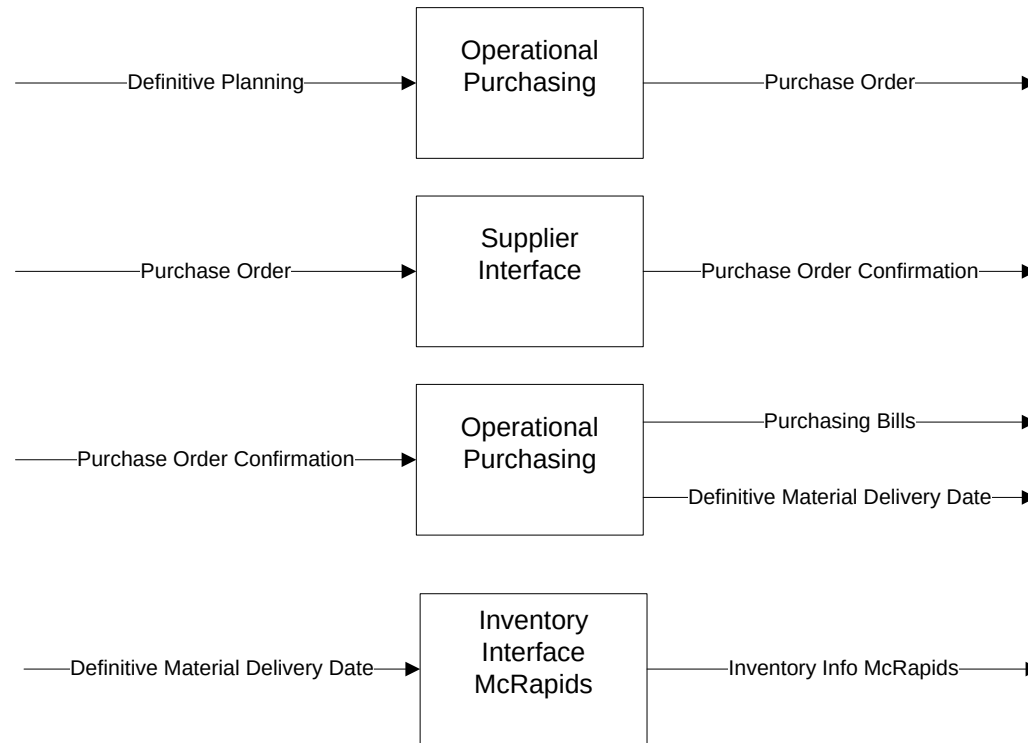
11.8 WORKFLOW



11.8.1 INVENTORY MANAGEMENT A

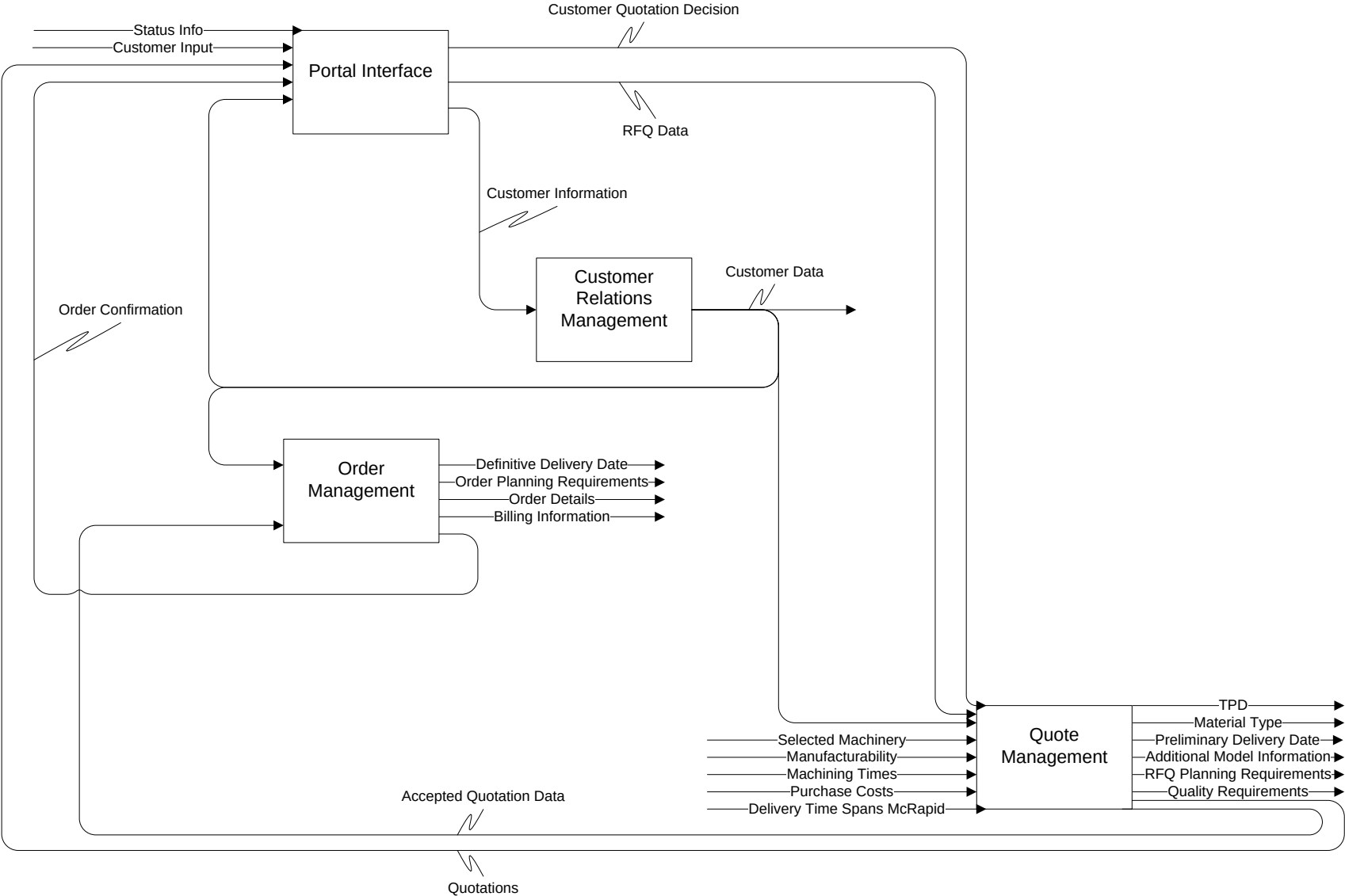


11.8.2 INVENTORY MANAGEMENT B

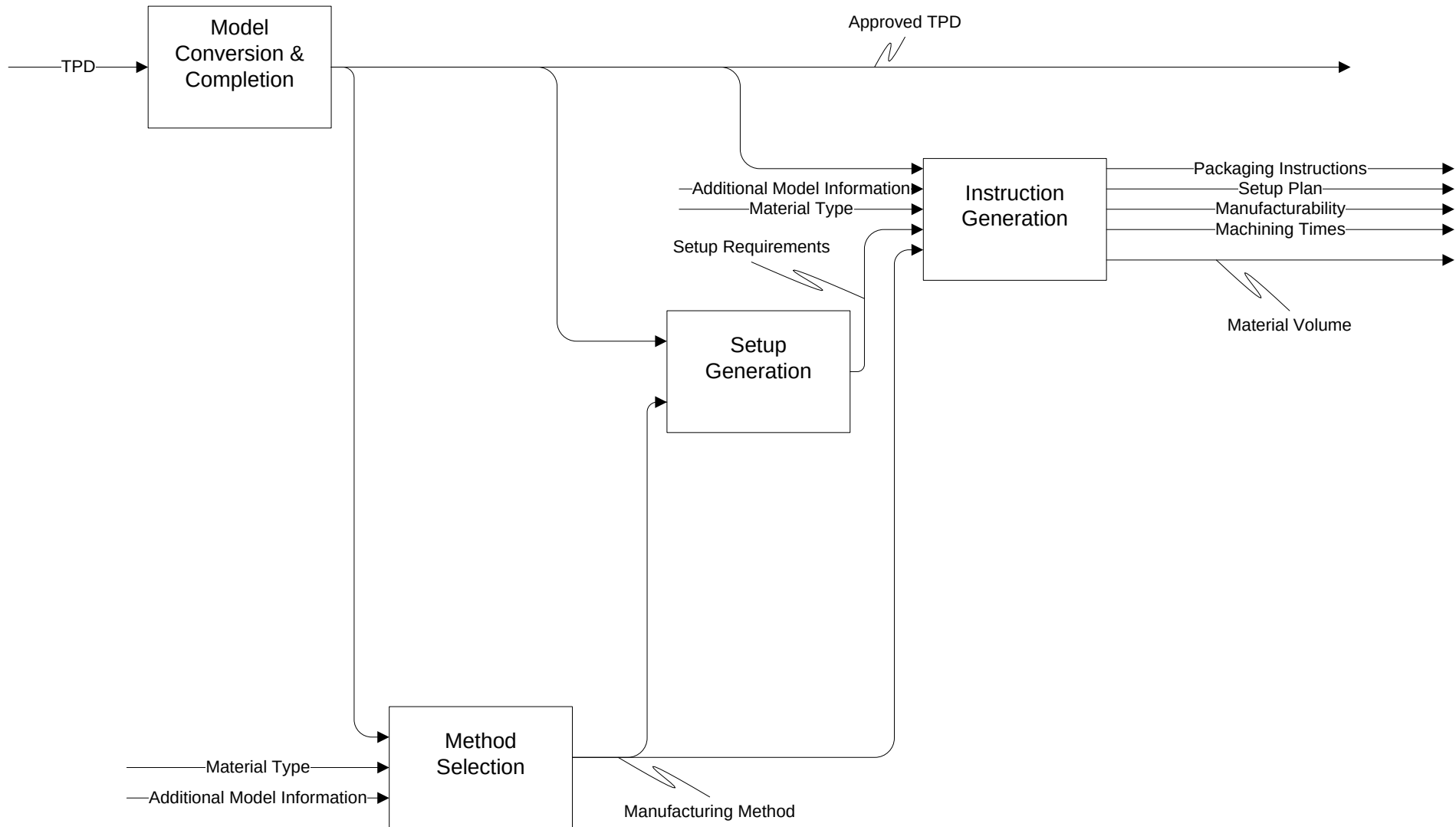


11.9 INFORMATIESTROMINGEN – SCHEMA'S

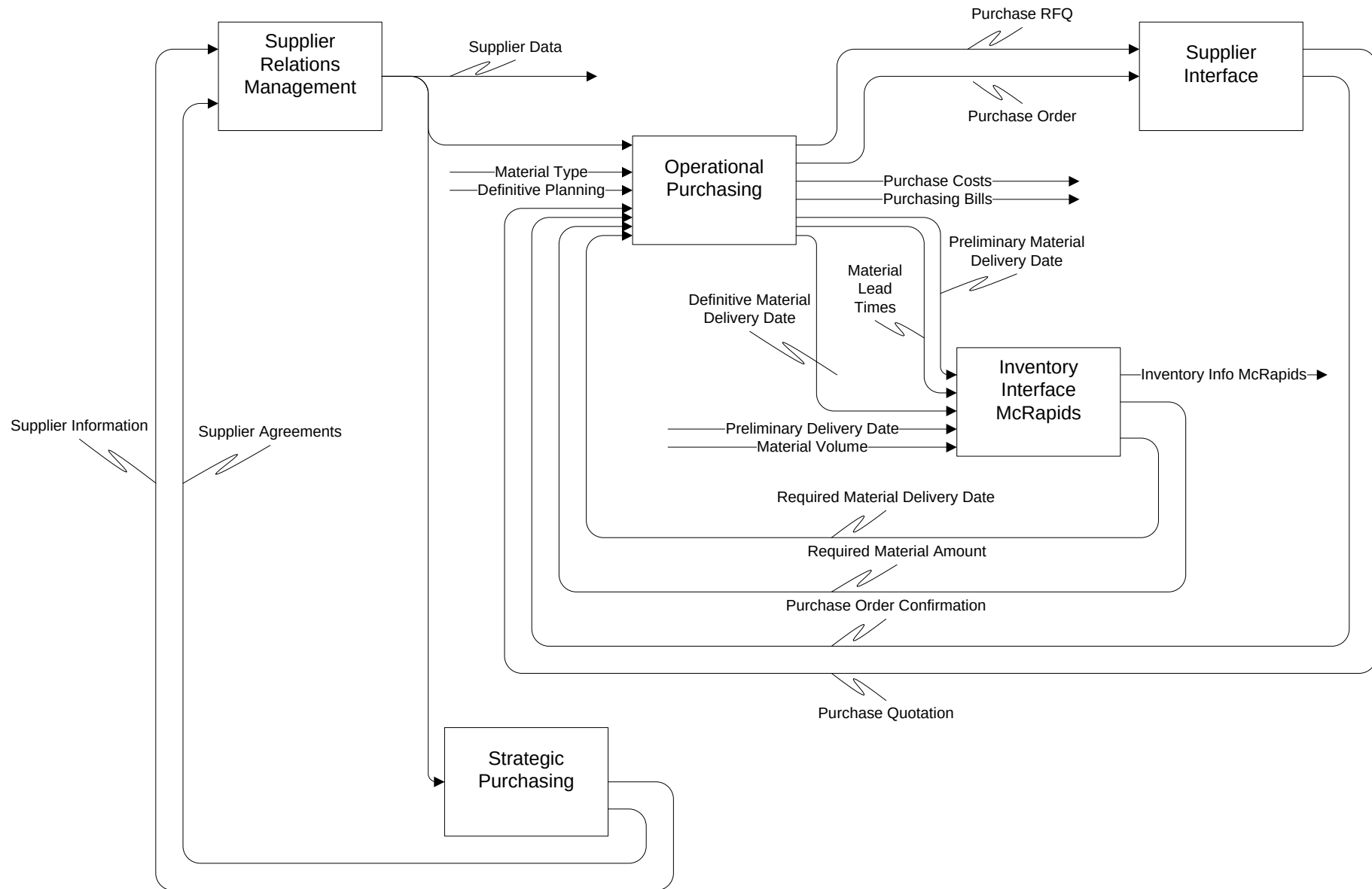
11.9.1 SALES



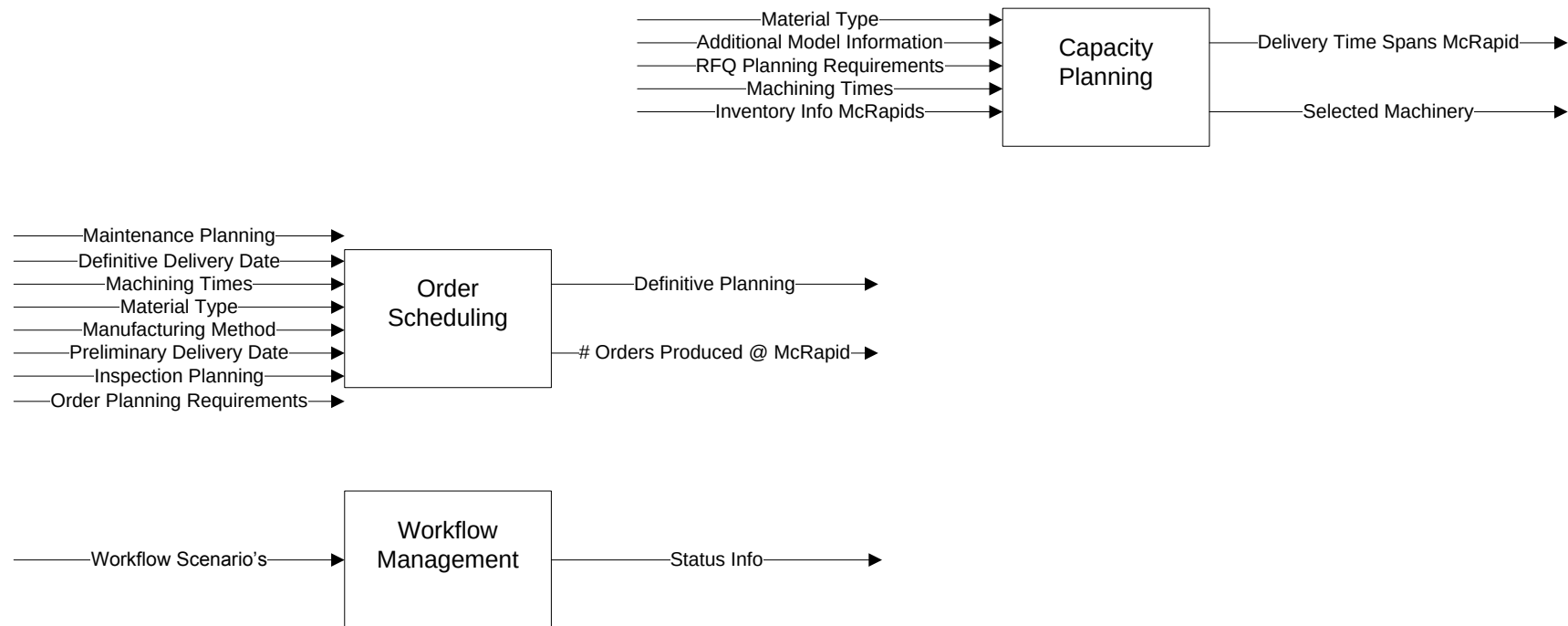
11.9.2 PROCESS PLANNING



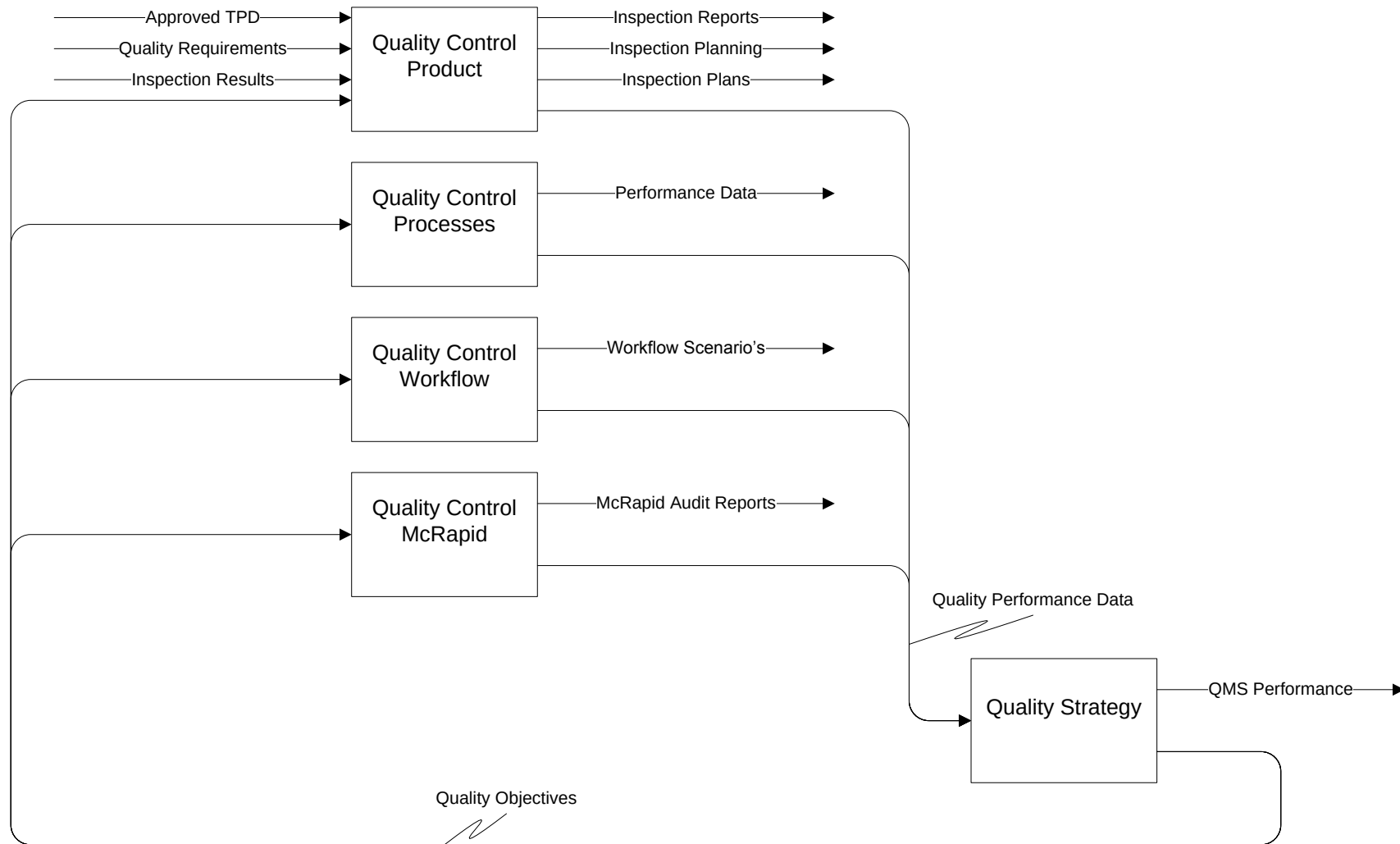
11.9.3 INVENTORY MANAGEMENT



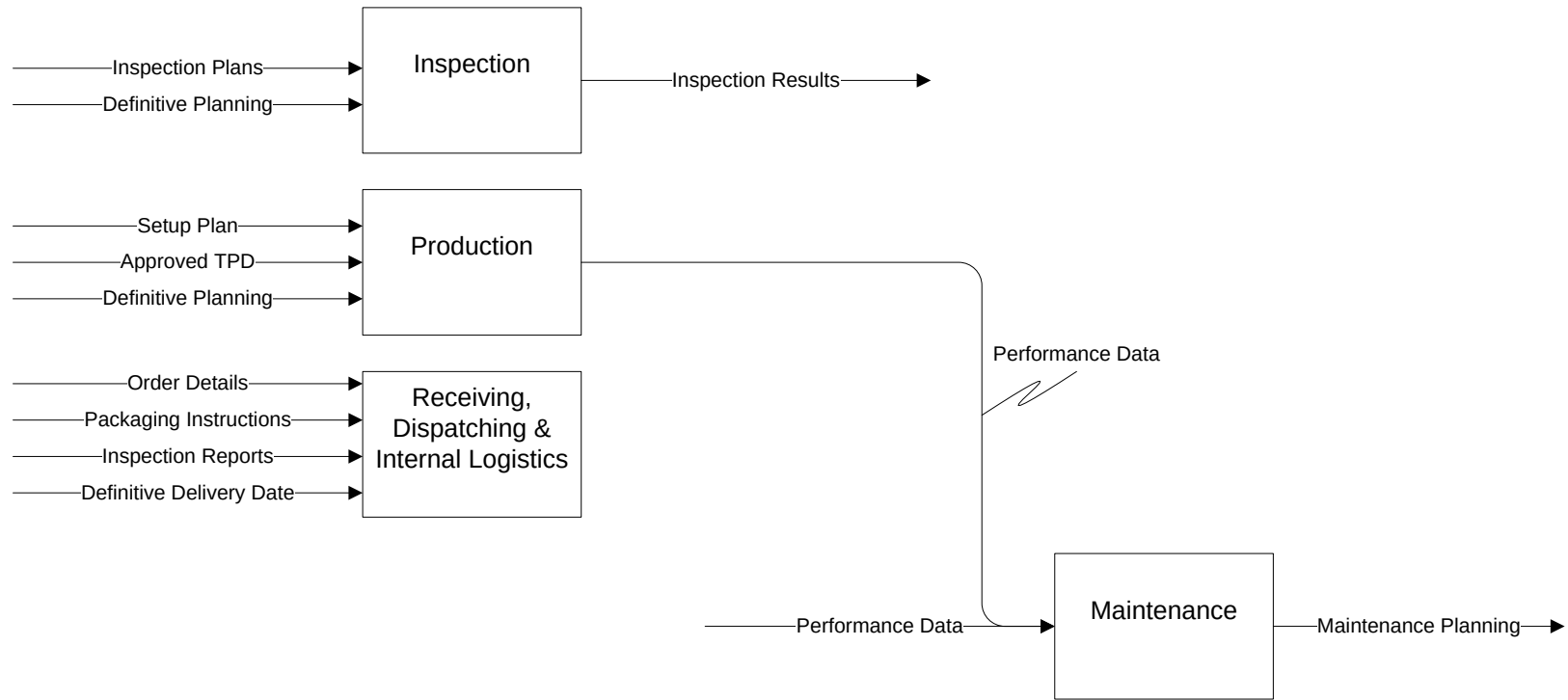
11.9.4 LOGISTICS



11.9.5 QUALITY MANAGEMENT SYSTEM



11.9.6 MANUFACTURING



11.9.7 BUSINESS ADMINISTRATION

