

UNIVERSITY OF TWENTE.

Faculty of Engineering Technology

Project Evaluatie

Stage Rapport TCPM



Auteur:

Jacko van der Meer - s1383299

1	Introductie	3
1.1	Project beschrijving	3
2	Plan van Aanpak	4
2.1	Opdrachtsomschrijving	4
2.2	Project aanpak	4
2.2.1	Evaluatie Template	4
2.2.2	Project Inventarisatie en Evaluatie	4
2.3	Aanbevelingen	5
2.4	Deliverables	5
3	Evaluatie	6
3.1	Inleiding Project Evaluatie	6
3.1.1	Kennis management	6
3.2	Evaluatie Template	7
3.2.1	Fase evaluatie	8
3.2.2	Project Evaluatie	11
4	Project Inventarisatie en Evaluatie	14
4.1	Project Inventarisatie	14
4.2	Project Evaluatie	16
4.2.1	Planning	18
4.2.2	Budget	18
4.2.3	WoW; Deliverables	18
4.2.4	Organisatie	18
4.2.5	Communicatie	19
4.2.6	Risico's	19
4.3	Invullen Template	19
4.4	Verificatie van de Evaluatie Template	22
5	Verdieping en Aanbevelingen	23
5.1	LEAN in Product Ontwikkeling	23
5.1.1	Project reflectie	23
5.2	Design for 6 σ ; DMADV	24
5.2.1	DMADV proces	24
5.3	Project Aanbevelingen en Meerwerk	26
6	Conclusie	27
	Bibliografie	28

1.1 Project beschrijving

In het tweede jaar van de master Mechanical Engineering aan de Universiteit van Twente is het gewoon een externe werkopdracht, oftewel stage, uit te voeren. TCPM biedt de kans om deze ervaring op te doen binnen hun activiteiten. Samen met TCPM is een opdrachtsomschrijving opgezet die zich voornamelijk focust op project evaluatie. Hierbij wordt als toepassing een door hen uitgevoerd project geanalyseerd. Bij TCPM wordt hard gewerkt aan een standaardisatie van opdracht- en project aanpak: de Way of Work (WoW). Dat wil zeggen een soort van standaard oplosroute waarmee elke opdracht of elk project aangepakt kan worden. Een vast onderdeel in de WoW is het evalueren van de opdracht plus de verwerking van de resultaten.

TCPM is een onafhankelijk ingenieurs- en adviesbureau dat werkzaam is in de marktsegmenten: Food, Pharma, Capital Goods, Energy en Marine&Offshore. Vooraf is het handig te weten dat de bedrijfsstructuur van TCPM zo ingedeeld is dat elke vestiging in Nederland binnen een eigen B.V. werkt. Ook is er een aparte engineering B.V. waarin het project, dat beschreven wordt, uitgewerkt is.

Progressie zal bijgehouden worden gedurende het project. Als laatste zal een (dit) rapport worden opgesteld als verantwoording naar alle betrokken partijen. Vanwege vertrouwenskwes-ties van de voorgenoemde partijen zullen sommige details achterwege blijven en zal er verwezen worden naar het te evalueren project als 'het project'.

2.1 Opdrachtsomschrijving

Het doel van de stage is een door TCPM voltooid project te inventariseren en te evalueren. Hierbij wordt procesmatig gekeken welke zaken meegenomen kunnen worden in de aanpak van mogelijk volgende projecten en welke punten verbetering nodig hebben.

2.2 Project aanpak

De stage opdracht zal opgesplitst worden in twee hoofddelen namelijk het maken van een evaluatie template en het evalueren van het project met behulp van deze template. Hiermee wordt de template geverifieerd en kunnen aanbevelingen en eventuele aanpassingen direct worden gedaan. Op basis van de uitkomsten van de evaluatie is er ruimte voor aanbevelingen op de Way of Work.

2.2.1 Evaluatie Template

Omdat de WoW nog in ontwikkeling is, wordt eerst een template gemaakt voor het algemeen evalueren van projecten en opdrachten zodat de template, na de stage opdracht, op de één of andere manier opgenomen kan worden in de WoW. Binnen de WoW zijn meerdere evaluatie momenten. Daarom wordt er een template gemaakt voor de fase evaluaties en een template voor de eind evaluatie. De opbouw en de uitgangspunten zijn hetzelfde, maar qua inhoud zullen de templates iets verschillen van elkaar. In het proces van het opstellen van de template zullen de volgende punten aan bod komen:

- Format
- Onderwerpen die behandeld worden
- Compleetheid reviewen
- Concept opstellen en reviewen
- Uitwerken en afmaken
- Verificatie

Tussendoor zijn er verschillende besprekingen (reviews) om met dezelfde visie door te gaan als het team dat werkt aan de WoW. Een opmerking hierbij is dat misschien niet alle hiervoor genoemde punten letterlijk terug komen in het verslag, dit is puur om een indruk te geven over het proces.

2.2.2 Project Inventarisatie en Evaluatie

Voordat het project kan worden geëvalueerd met de opgestelde template, moet het project eerst worden geanalyseerd. Een grondige inventarisatie van het ontwerpproces wordt gedaan om een goed beeld te krijgen over de ontwikkelingen in het project destijds, namelijk het project is afgeleverd in 2013. Er zal dus rekening gehouden moeten worden met mogelijke verschillen in procedure van toen en in de WoW die nu ontwikkeld wordt. Vanuit de documentatie zal een grondig onderzoek plaatsvinden. Ter bevestiging en aanvulling zullen betrokken werknemers, die nog aanwezig zijn bij TCPM, geïnterviewd worden.

2.3 Aanbevelingen

De uitkomsten van de evaluatie van het project zullen bestudeerd en van commentaar voorzien worden met als resultaat betere alternatieven, nieuw ontwikkelde tools of alleen een leerpunt. Hierin wordt naar het hele ontwerpproces gekeken, dus niet alleen de uitvoering van, maar ook de WoW zelf.

2.4 Deliverables

Er zullen verschillende zo genoemde deliverables opgeleverd worden; deze zijn weergegeven in Tab. 2.1.

Deliverable	Opmerking
Evaluatie Template	Par. 3.2
Project Inventarisatie	Par. 4.1
Project Evaluatie	Par. 4.2
Verdieping met aanbevelingen	Hoofdstuk 5

Tabel 2.1: De deliverables die tijdens de stage zullen worden opgesteld

3.1 Inleiding Project Evaluatie

In de projectevaluatie wordt gekeken welke zaken/acties belangrijk waren bij het wel of niet slagen van een project. De project evaluatie is eigenlijk de uitkomst van een project vergelijken met wat de bedoeling was in het project plan vooraf. Wat waren de doelen en in hoeverre zijn die gehaald en zo niet, waarom dan niet.

De uitkomst van zo een evaluatie zal alleen nuttige informatie zijn wanneer dit ook gebruikt kan worden. Voornamelijk zal dit zijn als feedback(loop) verwerking voor nieuwe projecten. In de toekomst te benaderen en behandelen nieuwe projecten kunnen dus profiteren van de nuttige informatie uit zo een evaluatie. Als er nieuwe processen of technieken zijn uitgevoerd is het belangrijk te weten of en hoe dit behaald is. Toch is er vooral winst (value) te halen uit de dingen die niet goed of verkeerd gegaan zijn. In de LEAN filosofie gaat het vooral om deze kennisstroom als value:

“Development creates two types of value: products; usable knowledge” [1]

Waar het product voor de klant ‘value’ is, is voor het bedrijf zelf vooral dat laatste belangrijk, ook wel ‘reusable knowledge’ genoemd [2]. TCPM doet veel in de detachering wat inhoudt dat niet altijd dezelfde mensen op dezelfde posities zitten. De kennis zit en blijft vaak bij de werknemers; ook wanneer de werknemers weggaan bij een bedrijf, met pensioen gaan of op vakantie zijn [3]. Veel van de door de werknemers opgedane kennis, resulterend in ervaring, blijft dus minder in het bedrijf als het met werknemers vertrekt. Wel komen er nieuwe werknemers bij. Hierdoor varieert de ervaring en kennis binnen een bedrijf en is het bedrijf afhankelijk van de beschikbare werknemers. Daarbij is het dus lastig om de kennis binnen het bedrijf te houden. Kennis overdragen op nieuwe werknemers kan hierdoor ook hinder ondervinden. Dit gaat allemaal ten koste van de consistentie en voorspelbaarheid binnen een bedrijf.

Het (uiteindelijke) doel van een project evaluatie is de geproduceerde kennis, verworven gedurende een project (bewust of onbewust), boven water te krijgen en bekend te maken, systematisch op te slaan en beschikbaar te maken voor latere projecten of andere doeleinden.

De evaluatie gaat dus niet om afkeuren wat er gedaan is: de fouten bieden ruimte voor verbeteringen. Hierbij is het aanbieden van alternatieven of verbeteringen noodzakelijk.

3.1.1 Kennis management

De volgende stap is een kennis management systeem. Dit kan bijvoorbeeld zijn in vorm van een standaard oplosroute voor bepaalde problemen (een WoW). Wanneer deze is opgesteld, kan de kennis worden hergebruikt. Als uit een evaluatie blijkt dat een aanpassing of toevoeging nodig is aan dit systeem, kan dit worden aangepast. Zo houdt je als het ware de kennis ook up to date en blijft het ontwikkelproces optimaal. De uitdaging hierbij is om intuïtie en ervaringskennis (stille kennis [4]) op te slaan in een tastbaar systeem, expliciete kennis [5], waaruit vervolgens weer ervaring opgedaan kan worden.

Het gevaar ontstaat natuurlijk dat het lijkt dat de instapdrempel in een project laag wordt

omdat iedereen een simpel stappenplan volgen kan, wat zal resulteren in een werknemer onafhankelijk systeem. Dit is niet zo. De informatie moet systematisch beschikbaar en toegankelijk zijn, de uitvoering is geheel afhankelijk van de vaardigheden van de werknemers.

3.2 Evaluatie Template

Een van de deliverables is een evaluatie template die opgesteld is om projecten en opdrachten zo goed mogelijk te evalueren. Als verificatie wordt een oud project geëvalueerd, zie Par. 4.3 en Par. 4.4. De template wordt uiteindelijk verwerkt in de WoW en moet dus algemeen zijn en niet afhankelijk van het te evalueren project. Ook moeten verschillende soorten opdrachten en projecten geëvalueerd kunnen worden aan de hand van de template, namelijk voor elk soort opdracht een andere template is niet reëel. Toch is er wel onderscheid gemaakt tussen het evalueren van een fase in het proces en het evalueren van het hele project. De deliverables van het proces en van het hele project zitten namelijk op een ander level en dit komt niet tot zijn recht wanneer dit niet apart behandeld wordt. Als laatste moet de template door iedereen ingevuld kunnen worden om de project of opdracht bevindingen te kunnen verwerken. Voor een project zoals geanalyseerd is het belangrijk dat alle disciplines vertegenwoordigd zijn en aan bod komen in de evaluatie en gebundeld worden tot één evaluatie die verder verwerkt kan worden.

Omdat de WoW met de bijbehorende deliverables per fase ook nog in ontwikkeling is, zal er in de template niet ingegaan worden op technisch inhoudelijke zaken. De deliverables worden dus globaal behandeld. Wanneer er later behoefte blijkt te zijn om toch op sommige dingen inhoudelijk te reageren in de evaluatie kan dit later altijd nog toegevoegd worden, bijvoorbeeld als er in een bepaalde fase een deliverable extra toegelicht dient te worden.

De template wordt in Microsoft Excel uitgevoerd. Elke fase heeft een eigen tabblad die ingevuld dient te worden. Zo blijft alles in één bestand overzichtelijk bij elkaar. Het laatste tabblad is voor het invullen van de project evaluatie. In het eerste tabblad kan nog het een en ander opgenomen worden over wat hieronder in het kort besproken zal worden (werkinstructies). Het is op printbaar formaat gemaakt dus indien gewenst kan het afgedrukt worden.

Er zal nu een soort werkhandleiding volgen bij het gebruik van de templates. Om de evaluatie nuttig te kunnen uitvoeren is er een kleine toelichting nodig op sommige onderdelen. De indeling is opgebouwd met als eerst een update hoe het staat met de planning, het budget en de werkwijze van de afgelopen fase of het hele project. Daarna zijn er organisatorische vragen met aansluitend een conclusie.

Er is een klein onderscheid tussen de fase evaluaties en de uiteindelijke project evaluatie. Het onderscheid zit vooral in het moment waar de evaluatie binnen de Way of Work plaatsvindt en daarmee ook het doel. De opbouw en structuur is hetzelfde namelijk:

- Planning;
- Budget;
- Deliverables;
- Organisatie/Communicatie;
- Risico's;
- Conclusie en Aanbevelingen.

Nu zullen de onderdelen van de evaluaties kort worden toegelicht met voorbeeldvragen waarop antwoord gegeven kan worden binnen deze evaluaties.

3.2.1 Fase evaluatie

De fase evaluatie zal vanzelfsprekend plaatsvinden na elke fase om te inventariseren waar het projectteam in het proces staat. Een fase evaluatie zal daarom vooral het doel hebben om te kijken onder welke voorwaarden er door gegaan kan worden met de volgende fase en of het project nog haalbaar/rendabel is. In Tab. 3.1 is de indeling van de template te zien en de bedoeling van de verschillende onderdelen. In Fig. 3.1- 3.2, is de template afgebeeld voor de fase evaluaties.

Onderdeel	Doel	Voorbeeldvragen
Planning	Ligt het project nog op schema	- Aanpassingen nodig in de planning?
		- Moeten stakeholders op de hoogte gesteld worden?
		- Impact van de afwijkingen?
Budget	Binnen de perken van de begroting? Winst in gevaar?	- Aanpassingen nodig in de begroting?
		- Moeten stakeholders op de hoogte gesteld worden?
		- Impact van de afwijkingen?
WoW; deliverables	Is er voldoende informatie om door te gaan naar de volgende fase?	- Alle deliverables aanwezig en ook compleet? Zo niet, waarom niet
		- Punten in de WoW die anders liepen?
Organisatie en Communicatie	Samenwerking tussen partijen optimaal voor het project?	- Juiste personen op de juiste plaats op de juiste tijd?
		- Projectteam organisatorisch goed in elkaar? Samenwerking tussen personen en plaatsen.
		- De juiste stakeholders betrokken? Nuttige toevoeging?
Risico's	Risico afhandeling afgelopen fase en niet voor onverwachte risico's komen te staan in de volgende fase(s).	- Welke gebieden zijn nog risicovol?
		- Onvoorziene of nieuwe risico's in deze fase, anders dan ingeschat?
		- Is er voldoende informatie aanwezig om door te gaan?
Conclusie; Aanbevelingen	Gebaseerd op hierboven, kan er doorgedaan worden met de volgende fase of is het beter om te stoppen.	- Commentaar over bovenstaande zaken, alternatief of een verbetering?
		- 'Go' onder eventueel voorwaarden?

Tabel 3.1: Fase Evaluatie Voorbeeldvragen.

PROJECT	NR:	
---------------	-----------	--

Datum:	Evaluatie FASE X	1/2
--------------	-------------------------	-----

PLANNING (tot nu toe) Gepland op: Gedaan op:

Afwijkingen		Toelichting

Oplossing/impact op deadline

BUDGET (tot nu toe) Begroot: Verbruikt:

Afwijkingen		Toelichting

Oplossing/impact op begroting

Is de WoW juist gevolgd? *Waarom evt. afwijkingen + bijkomende risico's*

Alle deliverables aanwezig?		Toelichting:
1.		
2.		
3.		
4.		

Genoeg om door te gaan met volgende fase?

Naam: Datum:

Figuur 3.1: Fase Evaluatie Template 1v2

PROJECT	NR:	
Evaluatie FASE X 2/2		
<u>Organisatie/Communicatie</u>		
Juiste personeel aanwezig?; aantal; structuur; plaats; middelen <i>intern</i>		
Stakeholders (effectieve) betrokkenheid; meer/minder gewenst? <i>extern</i>		
Risico's in deze fase; nog onvoorziene/nieuwe risico's? <i>Hoe opgepakt</i>		
Vooruitzicht volgende fase; risico's? wat te doen, oplossen/meenemen/minimaliseren.		
<i>Go/NoGo</i>		
Conclusie +toelichting:		
Aanbevelingen + verbeteringen/alternatieven <i>Wat ging goed/ niet goed</i>		

Naam:

Datum:

Figuur 3.2: Fase Evaluatie Template 2v2

3.2.2 Project Evaluatie

De project evaluatie is aan het einde van het ontwerpproces met, indien relevant, de productiefase, testfases en inbedrijfstelling erbij. De eind evaluatie zal vooral gericht zijn op de gehanteerde werkwijze (voldoet de huidige WoW nog?) en leer/verbeter punten voor volgende projecten. Zoals gezegd, is de opbouw hetzelfde als bij de fase evaluaties, maar wordt er nu over het hele project bekeken inclusief de faseovergangen in plaats van los per fase. Door de samenhang tussen de fases mee te nemen ontstaat er een beter totaal beeld van het project waarbij eventuele moeilijkheden nog beter boven tafel kunnen komen. In Tab. 3.2 is de indeling van de template te zien met de bedoeling van de verschillende onderdelen. In Fig. 3.3- 3.4, is de template afgebeeld voor de project evaluatie.

Onderdeel	Doel	Voorbeeldvragen
Planning	Oorzaken van succes of mislukking opsporen	- Welke fases/deliverables zorgden voor vertraging, welke voor versnelling?
Budget	Oorzaken van succes of mislukking opsporen	- Welke fases/deliverables waren duurder, welke goedkoper? - Werknemer gebruik in uren en tarieven? - Inkoop
WoW; deliverables	Deliverables doeltreffend of zijn er toevoegingen en/of aanpassingen nodig	- Verliep de WoW zoals bedoeld? - Leverden de deliverables wat zou moeten?
Organisatie en Communicatie	Overzicht houden en projectbeheersing gedurende proces met alle betrokken partijen.	- Hadden de werknemers de omstandigheden om optimaal te kunnen presteren? - Stakeholders betrokkenheid (nuttig)?
Risico's	Risicomanagement evalueren	- (Hoe) is er ingesprongen op (onverwachte) risico's? - Voldeden de voorzorgsmaatregelen om risico's te beperken?
Conclusie; Aanbevelingen	Het project evalueren en verbeterpunten in beeld krijgen.	- Commentaar over bovenstaande zaken, alternatief of een verbetering? - Is er afgeleverd aan de klant wat beloofd/verkocht is? - Heeft het proces voldaan om hier te komen?

Tabel 3.2: Project Evaluatie Voorbeeldvragen.

PROJECT	NR:	
---------------	-----------	---

Datum:	Project Evaluatie	1/2
--------------	--------------------------	-----

PLANNING Opleverdatum: Realisatie:

Toelichting; waarom wel/niet gehaald

BUDGET Begroot: Effect:

Toelichting; waarom wel/niet gehaald *binnen winstmarge?*

FASEVERLOOP

Voldeden de fases *deliverables compleet?*

Efficiëntie beslissingen; (soepel) gate verloop?

Organisatie/Communicatie

Vervolg- of openstaande acties? *Of volledig afgerond?*

Waren er beslissingen van klant/management die (negatieve) impact hadden op het proces?

Naam: Datum:

Figuur 3.3: Project Evaluatie Template 1v2

PROJECT	NR:	
---------------	-----------	---

Project Evaluatie	2/2
--------------------------	-----

Juiste opzet vanuit project-management voor optimaal projectverloop?

Welke partijen betrokken na afloop van het project *Supplier/onderhoud/...*

Vervolg mogelijkheden?

RISICOMANAGEMENT

Doeltreffendheid van de voorzorg en ingrepen *(optijd) ingesprongen?*

Risico's/problemen die nog open staan?

CONCLUSIE

Is er afgeleverd wat er verkocht is?

In hoeverre moest het concept idee aangepast worden om de specificaties toch te halen

Aanbevelingen + verbeteringen/alternatieven *Wat ging goed/ niet goed*

Naam:

Datum:

Figuur 3.4: Project Evaluatie Template 2v2

In dit hoofdstuk is een project inventarisatie opgesteld. Aansluitend volgt een evaluatie met behulp van de template uit Par. 3.2.2. In het te onderzoeken project is een pick&place machine ontworpen voor een logistiek bedrijf in Amsterdam dat twee componenten samenvoegde en dit vervolgens als geheel doorstuurde. Het doel van de inventarisatie is om een totaaloverzicht te krijgen van de hoofdlijnen van het project. Dit lijkt overbodig, namelijk het project is al afgerond, maar de machine is drie jaar geleden al opgeleverd en het proces zit dus niet meer vers in het geheugen en de documentatie.

Ook omdat er een ‘nieuwe’ WoW opgesteld wordt is het handig om met een nieuwe kijk het project door te lopen. Wel wordt er in dit project natuurlijk rekening gehouden met een eventueel verouderde werkwijze.

4.1 Project Inventarisatie

Hier zullen de hoofdlijnen van het project besproken worden. Ondersteunende informatie komt uit de destijds gedocumenteerde bestanden en uit interviews met werknemers van TCPM die destijds betrokken waren. Daardoor zijn verschillende meningen en invalshoeken op problemen aanwezig, waar de waarheid ergens tussenin zal liggen. Het is mogelijk dat niet alle gegevens aanwezig zijn in dit rapport door gebrek aan documentatie en de drie jaar van tijdsduur tussen het project en de interviews. In Fig. 4.2 is een globaal overzicht van het verloop van het project te zien en dan met name het tijdsverloop.

Voor de inventarisatie zullen nu eerst de belangrijkste betrokkenen genoemd worden, zie Tab. 4.1. Dit wordt nog aangevuld met Interim Professionals die niet allemaal genoemd worden. Ook kan het zijn dat er mensen missen die niet (voldoende) voorkomen in documentatie en verhaal.

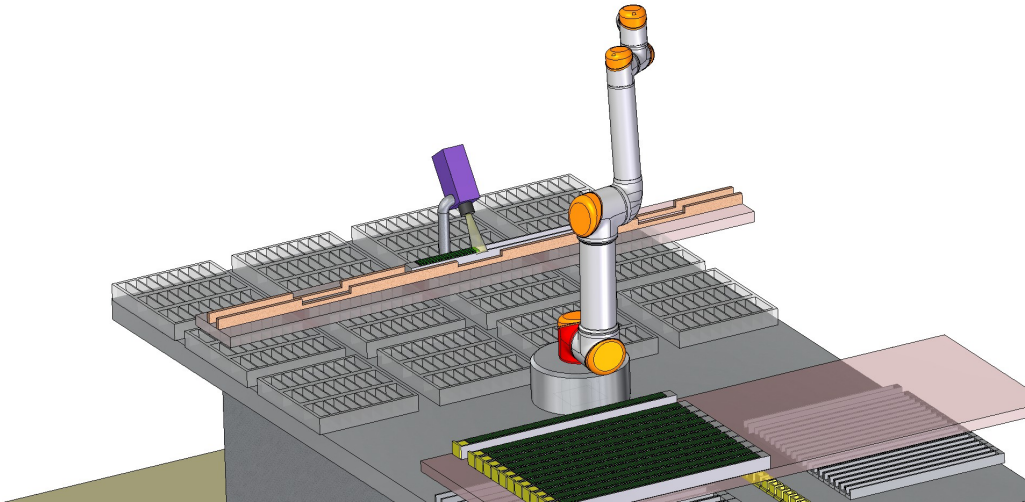
Betrokkene	Functie
Erik	Technisch Directeur
Cees	Project Manager
Gerbert	Lead Engineer
Ton	Engineer; voortraject
Harry	Engineer; uitwerking
Richard	Engineer; uitwerking
Louis	Besturing
Edwin	Software; Besturing
Rudi	Montage

Tabel 4.1: Betrokkenen bij project

dec. 2012 Het project is binnengekomen via een fabrikant van TCPM, FABRIKANT H, die zelf niet over een engineering afdeling beschikt en dus de aanvraag doorschoof aan TCPM. Ton werd aangewezen om de aanvraag te behandelen en heeft dit voortraject alleen opgepikt om het verder uit te zoeken. Hij had een jaarcontract en was daarvoor eigen baas en daardoor niet bekend/verdiept in de (toenmalige) werkwijze binnen TCPM.

Door het uitblijven van duidelijkheid en zekerheid vanuit de klant was het ook niet duidelijk of de opdracht wel zo serieus was. Daarom is er eerst een pre-engineering fase verkocht als klein

voorschot op de opdracht. Deze pre-engineering is ook weer voornamelijk door Ton uitgevoerd. Zijn eigen wijze van werken kwam uit op een niet voor de hand liggend en nieuw idee: een robot arm die zonder beschermkooi zou werken, zie Fig. 4.1. Echter, de leverancier van deze robot arm kwam niet met concrete cijfers over specificaties en prestaties. Ook had de robot bij het oppakken van één component niet de snelheid, waar de robot bij het oppakken van meerdere componenten tegelijk niet de nauwkeurigheid had. Als laatste had Ton een Werktuigbouwkunde achtergrond en heeft in zijn eentje niet een volledig dekkend concept neergezet dat wil zeggen niet in alle disciplines.



Figuur 4.1: Eerste concept met een vrij beweegbare robot arm

mrt. 2013 Door voorgenoemde oorzaken en door het wegvallen van Ton na een auto ongeval, is het robot arm concept uiteindelijk aan de kant gezet en hebben Richard en Louis een ander concept uitgewerkt. Toch was er tijdens voortgangsbesprekingen al een indicatie afgegeven over het eerste, oude niet werkende, concept met een kostprijsberekening. De nieuwe kostprijsberekening kwam meer dan 80% hoger uit dan het oude concept dus moest er wel een scherpe aanbieding gedaan worden richting de klant. Deze calculatie is gebaseerd op een vast projectteam met ervaren engineers.

Na een paar weken project engineering valt al vrij snel de lead engineer er tussenuit. Uit het Decision log is te lezen:

“door capaciteitsvraag BEDRIJF X kan Gerbert niet de leidende rol op zich nemen; 10-4 is afgesproken dat we geen lead engineer aanwijzen door steeds wisselende beschikbaarheid; accent ligt dan meer op goede onderlinge communicatie”.

Ook hebben de andere engineers niet de volledige uren beschikbaar gehad om aan het project te werken. Zo bleef het project team wisselen qua samenstelling wat de overdracht ook niet beter en overzichtelijker maakte. Dit komt onder andere door de eerder genoemde aparte B.V. structuur van het bedrijf. Hierdoor kan het zijn dat iemand verhuurd wordt buiten TCPM, om wat voor reden dan ook, en dus ook niet meer werkzaam kan zijn voor het project. Uit noodzaak van de deadline is er doorgewerkt met het best voor de hand liggende aan beschikbaar personeel en informatie.

Tijdens het project werd als maar duidelijker dat de klant eigenlijk in opdracht werkte voor PARTIJ AA uit Azië die ook de eigenaar van de machine zou worden. De klant had alleen belang bij zo weinig en goedkoop mogelijke operators omdat zij betaald werden per pick&place

Dat gebeurde dus allemaal tijdens het project. Ondertussen was er bij de software nog een extra uitdaging vanwege nieuwe functies in het softwarepakket waarin nog bugs zaten. Na een update was dat opgelost, maar dit kostte natuurlijk wel weer extra tijd. Ook is er voor een Vision systeem gekozen voor de detectie van de componenten wat aardig wat extra werk met zich meebracht omdat dit voor TCPM ook nog nieuw was.

jul 2013 Bij het testen in een gehuurde hal in Hengelo werd de machine afgesteld. Eigenlijk was er voor het testen nog wel twee weken nodig, maar de klant wilde per se de machine op locatie hebben. Er is wel een specialist ingehuurd voor de inbedrijfstelling voor de machine. In het najaar van het project heeft dit veel tijd gekost voor Edwin die naar locatie in Amsterdam moest elke keer om de machine bij te stellen. Ook later heeft TCPM verantwoordelijkheid genomen in het oplossen van problemen bij de klant als service, ondanks dat het misschien soms de klant zijn probleem was.

				jan				feb			mrt					apr			
week nummer:	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
				Voortraject											nieuw concept		engineering		
week nummer:	17	mei 18	19	20	21	22	juni 23	24	25	26	juli 27	28	29	30	aug 31	32	33	34	35
				engineering							Manufacturing Preparation		Assemblage		Testen		FAT SAT		

4.2 Project Evaluation

16

Planning	Vertraging in het begintraject mede door onduidelijkheden vanuit de klant.
	Het Vision systeem en nieuwe software functies kostten (door onervarenheid) veel meer tijd dan ingecalculeerd.
	Door het wegvallen van engineers kwamen er onervaren jongens op die veel meer uren kostten.
	Nieuwe tekeningen en/of wijzigingen soms pas naar FABRIKANT B terwijl de machine daar al de deur uit was.
Budget	Het project en vooral de productie liep uit tot in de zomervakantie; dan zitten de fabrieken vol en is alles dus duurder.
	FABRIKANT B had veel meerwerk en mede door het bovenstaande punt is daarvoor veel extra nagerekend.
WoW; Deliverables	Het begintraject is niet goed genoeg uitgevoerd, uitgedacht en vastgelegd.
	Het eerste (en enige) concept voldeed niet aan de capaciteitseis van de klant; toch offerte en calculatie.
	Tijdsdruk heeft ervoor gezorgd dat er, zonder reviews, doorgewerkt is met het best werkende dat voor handen was.
	De machine is te vroeg naar de klant gegaan; eigenlijk was er nog 2 weken van testen nodig.
Organisatie	Het schuiven met personeel en dus het weghalen van ervaren en project betrokken mensen was niet bevorderend.
	Onhandig: er zaten engineers in Apeldoorn en Hengelo terwijl de machine in Boxmeer werd opgebouwd.
	De kennis en support binnen en rondom TCPM in totale afhandeling van speciaal machinebouw was niet voldoende voor dit project.
Communicatie	Zonder lead engineer werken heeft uitdagingen in communicatie; helemaal als projectteam niet als team opereert.
	Contact met de klant was slecht; TCPM zat tussen de klant en PARTIJ AA in, beide met eigen belangen en eisen.
	Tijdens het project was de communicatie niet helder en frequent genoeg dus was er twijfel of allen nog op 1 lijn zaten.
Risico's	Omdat het nieuwe concept veel duurder was, moest er wel een hele scherpe aanbieding gedaan worden bij de klant.
	De complexiteit van de machine met betrekking tot de operators is onderschat.

Tabel 4.2: De evaluatiepunten die naar voren komen uit de documentatie, de interviews en de rest van Par. 4.2.

4.2.1 Planning

De totale planning is zo'n 7 weken uitgelopen voornamelijk door de punten genoemd in Tab. 4.2; het onduidelijke begintraject vooral. De klant zelf kwam in december 2012 met een onmogelijke opleverdatum eis in april 2013. Mede daarom was er twijfel over of de klant wel serieus was. De offerte van TCPM naar de klant met daarin een werkend concept en een wel reële opleverdatum werd daarom vol onbegrip teruggestuurd, wat uiteraard ook weer tijd kostte (aan mailverkeer). Later in het project is dit lastig om weer in te halen, helemaal als mensen uit de projectgroep worden weggezet. De plaatsvervangende nieuwe en onervaren engineers waren wel wat goedkoper, maar kostten veel meer uren; dit woog niet op tegen elkaar.

4.2.2 Budget

Budgetoverschrijding zit niet alleen in dat het nieuwe concept veel meer geld kostte, de uitloop met veel extra uren, of in de fabricage, maar ook in de nazorg. Nadat de machine neergezet en inbedrijf gesteld was, traden veel problemen op waar TCPM de verantwoordelijkheid van op zich nam. Hier waren dus geen duidelijke afspraken over gemaakt.

4.2.3 WoW; Deliverables

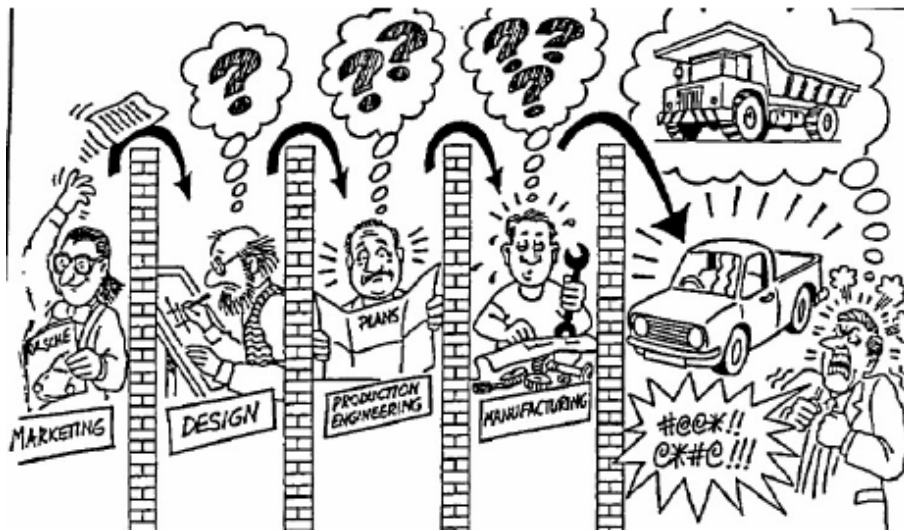
Van het volgen van een WoW in dit project is eigenlijk geen sprake; in ieder geval ontbreekt enig stukje daarvan in de documentatie. Dit komt mede door het feit dat er tijdens het project door de vele wijzigingen geen inzicht was in de actuele status van specificaties en dergelijke. De onduidelijkheid begint al bij de specificaties met eisen van en naar de klant, deze hadden duidelijker moeten worden gecommuniceerd en gedocumenteerd. Vervolgens bij het eerste concept met de robot arm zijn er geen uitgebreide afwegingen en berekeningen gemaakt. Het enige concept dat er was, is aangeleverd bij de klant met als bijschrift: *"haalt de cycle time niet, maar kan wel 24/7 werken"*. Dit is ondenkbaar, elk concept (dus niet maar één) dat samengesteld wordt, moet aan de eisen voldoen.

In het nieuwe concept was bedacht om het operatorscherm tussen de twee werkende delen in te doen. Nadat de afdeling veiligheid plastic kappen om de bewegende machine-delen vereiste voor de veiligheid van werken, was daar geen ruimte meer voor en is deze aan één van de zijanten neergezet. Op deze manier is het werkgemak van de operators achteruit gegaan.

4.2.4 Organisatie

Het grootste probleem binnen de organisatie was het schuiven van personeel. Veel kan verklaard worden met het feit dat binnen TCPM met verschillende B.V.'s gewerkt wordt met allemaal een eigen prestatiedoel. Als van de B.V. advies een project manager bij de B.V. engineering aan het werk is, verdient dat minder dan wanneer die project manager extern verhuurd is. Daardoor zijn er in dit project veel mensen weggefallen. Dus ondanks de afspraak vooraf voor het slagen van project dat de groep ervaren mensen erop zouden blijven zitten, hadden hogere prestatiedoelinden meer prioriteit.

Dan rijst dus de vraag of TCPM, met de strategie: het verkopen van uren, het type bedrijf is om dit soort projecten aan te nemen. Bijvoorbeeld is er geen onderhoud en service dienst aanwezig binnen het bedrijf, dus als er iets stuk is aan de machine moet iemand van kantoor dat gaan repareren met reiskosten over 200km. Hetzelfde bleek met de fabricage en assemblage, binnen het netwerk en de support van TCPM was niet een bedrijf bekend dat dit soort speciaal-machine-bouw deed. Uiteindelijk is er toch iemand ingehuurd gespecialiseerd in het inbedrijfstellen van dit type machines.



Figuur 4.3: Principe van *throw over the wall*, bron: [6].

4.2.5 Communicatie

Communicatie is (achteraf) vaak een punt van aandacht binnen projecten, omdat het essentieel is bij samenwerking en omdat het vaak fout gaat en resulteert in geen- en/of miscommunicatie. Er is een onderscheid tussen interne- en externe communicatie.

Intern zat de hinder bij de communicatie allereerst bij het ontbreken van de lead engineer, zo was communicatie naar boven in de organisatie lastig. Ook was er tussen de teamleden niet al te best overleg. Door de aard van de mensen en door tijdsdruk (en irritatie) deed iedereen zijn eigen ding; wat dan vaak resulteert in een *throw over the wall* structuur, zie Fig. 4.3.

Extern is het vaak een uitdaging om van alle partijen op elk moment duidelijkheid te hebben en ook iedereen constant op de hoogte te houden. Dit geldt dus voor ingaande, maar ook zeker voor uitgaande informatie. Uitwisseling van informatie met de klant is in het begin traject belangrijk zodat de klant weet wat ze kunnen verwachten en het bedrijf weet wat er van hen verwacht wordt. Gedurende het project geldt dit precies hetzelfde voor partijen als onderhoud, fabricage en leveranciers.

4.2.6 Risico's

Het risico met de meeste gevolgen is genoemd in Tab. 4.2: de scherpe aanbidding met nagenoeg geen marges. Om dan nieuwe software functies toe te passen en een uitgebreid Vision systeem te gebruiken is niet de meest bevorderlijke keuze. Dit was dan ook niet (goed) overlegd en met de druk die erop stond wilde men een werkend idee ook niet afkeuren.

4.3 Invullen Template

Tot slot wordt op basis van Tab. 4.2 en Par. 4.2 de evaluatie template ingevuld, zie Fig. 4.4- 4.5. Bij het eerste kopje onder organisatie/communicatie is het werk dat achteraf gedaan is bedoeld. Op het moment dat het project net afgerond is, zou de evaluatie misschien anders zijn ingevuld. Uiteindelijk is het project wel afgerond en werkzaamheden die nu gedaan worden aan de machine worden wel gefactureerd. Hetzelfde geldt voor het punt over de risico's die nog open staan. Die risico's stonden direct na de aflevering van de machine nog wel open. Tenslotte is er in Hoofdstuk 5 een uitgebreide bespreking over aanbevelingen dus zal die in de template leeggelaten worden.

PROJECT	De Klant	NR:	XXX000	
----------------	----------	------------	--------	---

Datum:	23-nov-16	Project Evaluatie	1/2
--------	-----------	--------------------------	-----

PLANNING	Opleverdatum:	27-7-2013	Realisatie:	30-8-2013
-----------------	---------------	-----------	-------------	-----------

Toelichting; waarom wel/niet gehaald

- Begintraject ging stroef, onduidelijkheden vanuit de klant en een niet compleet concept
- Vision stysteem en nieuwe software kostten veel extra tijd
- Onervaren engineers (invallers) kostten meer tijd

BUDGET	Begroot:	±€211.500	Effect:	+++
---------------	----------	-----------	---------	-----

Toelichting; waarom wel/niet gehaald

binnen winstmarge?

- Uitloop in de zomervakantie, dan zitten alle fabrieken vol en is alles duurder, bijv. fabricage
- Meerwerk in fabricage door onafgedekte aanbidding op een incompleet tekeningenpakket

FASEVERLOOP

Voldeden de fases

deliverables compleet?

- Het begintraject is te weinig uigedacht, uitgewerkt, maar vooral te weinig vastgelegd
- Eerste en enige concept voldeed al niet aan de capaciteits-eis

Efficiëntie beslissingen; (soepel) gate verloop?

- Geen 'tijd' voor reviews en dergelijke, dus vol doorwerken met best voorhand

Organisatie/Communicatie

Vervolg- of openstaande acties?

Of volledig afgerond?

Na de tijd moest er veel aangepast/gerepareerd worden, TCPM heeft dit op zich genomen.

Waren er beslissingen van klant/management die (negatieve) impact hadden op het proces?

Ja, de opdrachtgever/eigenaar van de machine kwam midden in het project ineens met extra eisen

Naam:

Datum:

Figuur 4.4: Inge vulde evaluatie template project 1v2

PROJECT	De Klant	NR:	XXX000	
----------------	----------	------------	--------	---

Project Evaluatie	2/2
--------------------------	-----

Juiste opzet vanuit project-management voor optimaal projectverloop?

Lead engineer miste, het projectteam wisselde (constant) van samenstelling, zat op verschillende locaties en werkte slecht samen met weinig/slechte onderlinge communicatie.

Welke partijen betrokken na afloop van het project *Supplier/onderhoud/...*

Er is (nog) geen partij voor onderhoud, later wel een onderhoud handleiding geleverd, herstellende werkzaamheden zullen worden gedaan vanuit TCPM zelf.

Vervolg mogelijkheden?

Er is gesproken over de ontwikkeling van een andere machine in dezelfde fabrieks-lijn

RISICOMANAGEMENT

Doeltreffendheid van de voorzorg en ingrepen *(optijd) ingesprongen?*

Niet ingesprongen en onder druk doorgewerkt met alle gevolgen van dien.

Risico's/problemen die nog open staan?

Er was eigenlijk nog 2 weken van testen nodig toen de machine afgeleverd werd, dus er is na de tijd nog veel aangepast. En met de ontbrekende onderhoud service van TCPM zal elk mankement moeten worden gerepareerd door engineers.

CONCLUSIE

Is er afgeleverd wat er verkocht is?

In hoeverre moest het concept idee aangepast worden om de specificaties toch te halen

Het eerste concept met de robot arm is helemaal om/weg-gegoooid om ook maar in de buurt van de capaciteitsvraag te komen.

Aanbevelingen + verbeteringen/alternatieven *Wat ging goed/ niet goed*

Naam:

Datum:

Figuur 4.5: Inge vulde evaluatie template project 2v2

4.4 Verificatie van de Evaluatie Template

Bij de verificatie van de template, ingevuld in Par. 4.3, wordt gekeken of de template doeltreffend was of dat er nog dingen missen. Als eerste valt op in Fig. 4.5 dat één van de tekstvakken vergroot is. Hier is genoeg ruimte voor, ook bij andere gedeelten, en het stoort de opmaak of de leesbaarheid verder niet. Inhoudelijk is natuurlijk de vraag of er uit deze evaluatie datgene naar voren komt waardoor er problemen en/of successen zich voordeden rondom het project.

Allereerst is de compleetheid van de project evaluatie template momenteel lastig te bepalen zonder dat de voorgaande fase evaluaties gedaan zijn. Zo is bijvoorbeeld het faseverloop lastig te omschrijven als de fases afzonderlijk niet duidelijk afgesloten, gedocumenteerd, en geëvalueerd zijn. De project evaluatie is niet per se een samenvatting van de fase evaluaties bij elkaar, maar sluit er op aan. Inhoudelijk komt het dus niet helemaal tot zijn recht op deze manier, voornamelijk bij het kopje faseverloop. Dit komt ook omdat de WoW nog onder constructie is en er een eventuele checklist nog niet aanwezig is waar de fases en de bijbehorende deliverables in bijvoorbeeld technisch opzicht aan moeten voldoen, wat ook in Par. 3.2 genoemd is.

Wat ook niet helemaal goed aan lijkt te sluiten is het risicomanagement. Juist de ingrepen in de fase-overgangen en in het verloop van het project zijn interessant hoe dit wel of niet effectief bleek. Nu is de conclusie een beetje kort door de bocht ‘Door tijdsdruk is er vooral hard doorgewerkt en is iedereen zijn gang gegaan’. Wanneer de fase evaluaties wel ingevuld zijn, wordt verwacht dat dit doeltreffender kan worden ingevuld.

De vraag of er afgeleverd is wat er verkocht is, lijkt niet heel nuttig. De vraag erna over wat er allemaal bijgesteld moest worden om aan de specificaties te voldoen, lijkt wel goede informatie uit te komen. Het fine-tunen en afregelen van de parameters zodat je binnen specificaties blijft zou misschien zelfs opgenomen kunnen worden binnen de Fase Evaluaties. Namelijk, als je de verbanden tussen de parameters in kaart hebt, en weet hoe je de specificaties moet sturen als het ware, kun je snel handelen als het aangepast moet worden. Dat in het behandelde project het hele concept omgegooid is, is wel heel extreem en mede een gevolg van het niet tijdig bijsturen van het eerste niet werkende concept.

Wanneer blijkt dat na vaker gebruik van zowel de Fase Evaluatie templates als de Project Evaluatie template het faseverloop nogsteeds niet uitgebreid genoeg lijkt, kan hier het een en ander naar wens aan toegevoegd worden. Hetzelfde geldt voor het risicomanagement.

Tot slot was duidelijk te merken uit de interviews dat vanuit verschillende functies anders tegen een project en de bijkomende gebeurtenissen en of problemen aangekeken wordt. Zo lijken dingen vanuit het perspectief van de engineers onvolledig doordacht terwijl dat misschien vanuit een manager functie andere redenen gehad heeft. Daardoor worden ook verschillende levels van oorzaken aan het daglicht gesteld. Meningsverschillen kunnen grotendeels opgelost worden door goede communicatie tijdens een project. Misschien komen die verschillende visies in de huidige template niet duidelijk genoeg naar voren om de echte oorzaak van het probleem op te sporen. Aan de andere kant is dat ook de taak van de lead engineer en de project manager, zij moeten overzicht bewaren.

Kortom, in de Project Evaluatie Template komen de problemen en oorzaken van het project duidelijk aan het licht, maar het ontbreken van de Fase Evaluaties zorgt wel voor onduidelijkheden. Hierdoor kunnen niet direct complete conclusies worden getrokken over de toereikendheid van de templates.

In dit hoofdstuk zal gekeken worden naar verklaringen van voorgekomen problemen en worden alternatieven besproken in aanpak met betrekking tot het ontwerpproces op basis van de projectevaluatie die gedaan is in dit rapport. Voorbeelden uit het geëvalueerde project zijn als uitgangspunt genomen.

5.1 LEAN in Product Ontwikkeling

Na de hele effectiviteit en efficiëntie gegronde metamorfose van fabrieken, onder het mom van LEAN manufacturing, is nu ook in de ontwikkelingsfase van het product een streven om het proces efficiënter en effectiever te krijgen, namelijk het gaat om de ‘value stream’ van het gehele traject [7]. Dit lijkt een logische verklaring bedenkend dat zo’n 80% van de kosten, dus ook voor in de fabricage, bepaald worden in het (begin van het) ontwerpproces [8]. Winst is er te halen in belangrijke zaken als kwaliteit, kosten en tijd [9]. Toch zijn de LEAN principes vanuit de manufacturing zeker niet zomaar toepasbaar in de product ontwikkeling:

“Don’t try to bring lean manufacturing upstream to product development. The application of Lean in product development and manufacturing are different. Some aspects may look similar, but they are not! Be leary of an expert with experience in lean manufacturing that claims to know product development” [10]

Een significant verschil is bijvoorbeeld dat je rekening houden moet met risico en onzekerheid in het ontwerpproces [11]. Elementen uit de LEAN manufacturing zoals het opsporen en uitsluiten van verliezen, ‘waste’, zijn wel terug te vinden alleen dan toegepast op product ontwikkeling in een eindeloze lijst van waste met onder andere het werken in verkeerde volgorde of het bouwen van een verkeerd product [12], zie ook Fig.4.3.

5.1.1 Project reflectie

Er zijn een aantal verschillende lijsten met interpretaties en toepassingen van LEAN in product ontwikkeling, o.a. [8] [12] [13] [14], die in zouden moeten perken hoe LEAN in de product ontwikkeling tot uiting komt. Ook figuren spelen een belangrijke rol, namelijk visual management is volgens de lijst op wikipedia één van de *most common high level concepts associated with Lean Product Development* [15].

Uit de project inventarisatie valt vooral het feit op dat er nieuwe softwarefuncties toegepast zijn en een ingewikkeld Vision system is gebruikt voor in de machine (wat meer tijd kostte dan gepland). Dit spreekt tegen Toyota principe nummer acht van de ‘14 bouwblokken voor LEAN product ontwikkeling’:

“8. Use only reliable, thoroughly tested technology that serves your people and process” [14].

Het gaat dus om het reduceren van onnodige processen, waste, die in de product ontwikkeling vooral tijd kosten. Nog een goed voorbeeld hiervan wat ook als evaluatiepunt uit het project kwam is communicatie en organisatie. Hier zit waste in bijvoorbeeld:

- Onduidelijke rolverdeling,
- Niet optimale team opstelling (ook geografisch),

- Slecht proces management [8].

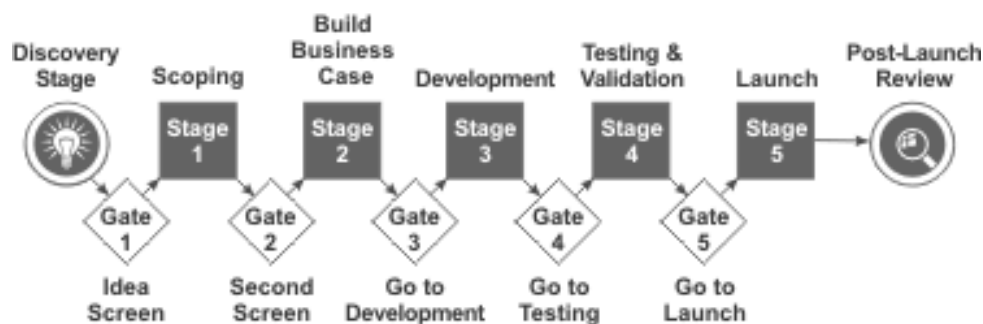
Dit was ook terug te zien bij het project in dat er tijdens het project onduidelijkheid was over of iedereen nog op 1 lijn zat. Ook wisselde de samenstelling en structuur van het project team gedurende het project. Vaak is waste ook te zien in veelvoudig emailverkeer en dus het wachten op reactie. Hier zou bijvoorbeeld vooral in fase overgangen rekening mee gehouden en eventueel extra tijd voor ingepland moeten worden.

Een ander belangrijk punt van 'waste' is het niet goed bedienen van de klantvraag als in onder- of overkwalificatie [13]. Als er één concept wordt aangeleverd die niet aan de capaciteit kan voldoen, onderkwalificatie, en hier wordt te lang (3 maanden) mee door gegaan, is dit verloren tijd.

5.2 Design for 6 σ ; DMADV

Design for Six Sigma (DFSS), toegepast in product ontwerp, focust op het 'first-time-right' principe om achteraf aanpassen te voorkomen [16]. Dit is essentieel en toepasselijk bij dit verslag waar bij specifieke projecten, vaak custom build, aan de klantvraag voldaan moet worden. Hier is vaak geen tweede product/machine van en moet het dus wel first-time-right. Bij DFSS is het ontwerpproces met de bijbehorende tools opgedeeld in verschillende fases zoals IDDOV ¹ of DMADV ². Deze laatste indeling, DMADV, wat ook het meest gebruikt wordt door bedrijven [19], is ook de opzet voor de WoW binnen TCPM en zal dus verder besproken worden. Het opdelen in fases is goed voor een overzichtelijk proces met duidelijke deadlines en deliverables die per fase afgerond moeten worden om door te gaan naar de volgende fase, zie Fig. 5.1.

Als referentiemateriaal zijn verschillende bronnen gebruikt. Nogmaals, er zijn veel verschillende interpretaties en toepassingen van deze begrippen, bijna zoveel als dat er bedrijven zijn die dit toepassen [20], dus kan het hier en daar afwijken van verwachtingen.



Figuur 5.1: Fase-Gate of Stage-Gate model, (bron: Cooper 2001).

5.2.1 DMADV proces

Omdat het beginproces van het project onduidelijk en moeizaam verliep, zal hier wat dieper op ingegaan worden wat betreft design tools die in deze fase toegepast kunnen worden. Terugkomend op dat 80% van de kosten in het begin van het project worden bepaald, is te zien dat er in het geëvalueerde project niet echt sprake is van een traject of structuur in het begin dus kan dit een verklaring zijn van de budgetoverschrijding.

Een design tool, of eigenlijk meer een soort filosofie, om structuur te brengen in het ontwerp-proces met een duidelijke lijn en concrete deliverables is Quality Function Deployment (QFD).

¹(Identify-Define-Design-Optimize-Verify) [17]

²(Define-Measure-Analyse-Design-Verify) [18]

QFD is oorspronkelijk opgezet om de Voice of the Customer (VoC) te vertalen naar kwaliteit in het product [21], alhoewel het nog steeds door ontwikkeld en aangepast (geadapteerd) wordt aan alle bestaansvormen binnen de product ontwikkeling [22]. QFD begint vroeg in het ontwerpproces zodat de klant-eisen en wensen op tijd geïntegreerd worden in het ontwerp [23]. Duidelijke boundaries zitten dus niet aan QFD verbonden, maar de visie over kwaliteit naar de klant toe staat altijd centraal.

Er zijn verschillende tools binnen QFD om van de eisen van de klant, VoC, naar een bijpassend ontwerp te komen. De belangrijkste tool van QFD is de kwaliteitstabel die de VoC vertaald naar de Voice of the Engineer (VoE) ³ en prioriseert. Vaak wordt gebruik gemaakt van de House of Quality (HoQ) [24], maar er zijn ook andere aanpakken ⁴, doch met ongeveer hetzelfde resultaat [25].

De in- en output van een HoQ tabel geven direct richting en duidelijkheid aan het project, namelijk de input zijn de eisen van de klant met wegingsfactor en de output is dat waar de engineers op moeten letten zodat het product daaraan voldoet. Als deze punten dus centraal staan tijdens de ontwerpprocedure, zit iedereen altijd op 1 lijn en blijft de inzet van de engineers doelgericht en ondersteunend met betrekking tot de productkwaliteit.

Gevaar ontstaat dat er zaken, die de klant niet als belangrijk ervaart, overgeslagen worden. Daarom is het belangrijk dat de engineers zelf en ook betrokken partijen als de fabrikant met product- of proceseisen komen [26]. Anders bestaat de kans net als bij het besproken project, dat de onduidelijkheid van de klant voor onduidelijkheid in het hele proces zorgt.

Om tot het beste idee te komen, is er vaak een afweging en onderbouwing nodig van verschillende ideeën/concepten. Ondanks dat de uitkomsten van de QFD niet bedoeld zijn om te kiezen tussen verschillende concepten, kunnen de uitkomsten zeker gebruikt worden en doorslag geven in beslissingen of weegfactoren [27]. Voor het objectief vergelijken en afwegen van concepten zijn er talloze zogenoemde decision-making models [28]. Dit is wel belangrijk om te doen om tot het beste concept te komen, want hierin komen ook de (relatieve) zwaktes naar boven per concept en kunnen er eventueel aanpassingen gedaan worden. Ook wekt het aanleveren van maar één concept de indruk dat er niet over alle oplossingen nagedacht is.

³Dat waar engineers invloed op hebben zodat het product aan de VoC eisen voldoet

⁴In het geval van TCPM kan bijvoorbeeld bij sommige projecten de concurrentie- en markt-analyse overgeslagen worden zodat er een eenvoudigere tabel ontstaat.

5.3 Project Aanbevelingen en Meerwerk

Tenslotte zullen hier concrete aanbevelingen behandeld worden gehaald uit al het besprokene hiervoor. Ook worden punten uitgelicht die nog extra onderzocht moeten worden of meerwerk nodig hebben. De punten die besproken worden zullen vooral aansluiten bij de WoW met deliverables en de organisatie en communicatie.

Allereerst is het handig te weten waar aan toe te zijn met een potentiële klant en te weten of een dergelijk project binnen de capaciteiten van het bedrijf liggen. In dit geval waren er twijfels vanaf het begin en is ergens terecht geconcludeerd dat het project eigenlijk niet had moeten worden doorgezet. Ook is het belangrijk te weten of het bedrijf geschikt is voor een type project en het hele traject er omheen. Bij TCPM is er bijvoorbeeld geen service en onderhoud afdeling in huis dus lijkt het ook geen goed plan een totale machine te verkopen met garantie en een onderhoudsrapport. Om concurrentie redenen kan ook niet zomaar een onderhoudstak worden ingehuurd en zijn dit dus zaken die wel meespelen blijkt.

Aansluitend op hierboven is het op tijd betrekken van andere, wellicht derde, partijen. In het project bijvoorbeeld zorgden veiligheidsmaatregelen voor redesign wat ten koste ging van het gebruiksgemak. Wanneer bijvoorbeeld veiligheid eerder zal worden geïmplementeerd in het ontwerpproces kun je anticiperen op dit soort zaken en daar weer rekening mee houden in andere disciplines. Er moet dus goed gekeken worden naar de mate van betrokkenheid van derden en wanneer in dat in het proces moet gebeuren. Het betrekken van partijen, afhankelijk per fase, kan dus veel rework schelen. Partijen die belangrijk zijn, zijn bijvoorbeeld de klant-, fabricage-, onderhoud-, veiligheid-, partijen. Input direct verwerken van de desbetreffende gespecialiseerde is beter dan review na review houden en alles elke keer aan te moeten passen of er pas bij de evaluatie achter te komen.

Kijkend naar inhoudelijke zaken is vooral te zien dat duidelijkheid een belangrijke rol speelt. Bij het opstellen van dit rapport ontbrak vooral de duidelijkheid in documentatie. In het project kwam het terug in duidelijkheid van en naar de klant toe, duidelijkheid in de rolverdeling en duidelijkheid over hoe ver het project op ieder moment van het proces is. Bij dat laatste is visual management een goede tool zodat iedereen dagelijks op de hoogte is van de progressie en de problemen in een project. Communicatie is daarbij natuurlijk essentieel. Onduidelijkheden die terugkomen bij de rolverdeling was terug te zien bij de wisselende samenstelling en structuur van het projectteam. Dit is ook ondenkbaar, ten alle tijde moet het projectteam toch in ieder geval compleet zijn en het liefst ook vast.

Wat uit dit project naar voren komt qua technisch aspect, ondanks dat hierover zoals genoemd verder niet op ingegaan is, is het gebruik van technieken die niet volledig beheersd werden. Wanneer een machine ontworpen wordt, kan dit niet zomaar als uitprobeersel van nieuwe technieken en/of functies worden gebruikt, tenzij anders afgesproken met de klant natuurlijk. Wat hier bij aansluit is het aangeleverde en bijna verkochte concept dat niet aan de eisen voldeed. Het indienen en bespreken van meerdere concepten is geen vereiste, maar wanneer meerdere oplossingen zijn onderzocht is er in ieder geval iets om op terug te vallen. Ook kan de klant een gevoel van invloed gegeven worden als het als het ware mee kan kiezen in het uiteindelijke product.

Als laatste moet er voor de implementatie en communicatie van de 'lessons learned' na een opdracht een procedure komen. Hiervoor is een vertaalslag nodig van de evaluatiepunten naar implementeerbare oplossingen voor in de WoW. Ook kan er nu nog niet geconcludeerd worden of de template aangepast moet worden bij gebrek aan het uitvoeren van de fase evaluaties. Tenslotte is het doel van alle bovengenoemde zaken om te resulteren in meer werkgemak, een betere planning en lagere kosten; dus uiteindelijk in klanttevredenheid.

Er zijn een paar conclusies te trekken in dit verslag. Allereerst over het besproken project. Door de evaluatie en verdieping lijkt het beeld van het project best negatief, terwijl er gewoon een werkende machine staat te draaien. Het feit dat die machine in zo een korte tijd ontwikkeld is zonder duidelijke structuur (WoW) doet bevestigen dat de ervaringen van engineers onmisbaar is losstaand van een WoW. Uit de evaluatie van het project wordt duidelijk dat er wel behoefte is aan een dergelijk proces. Ook duidelijke communicatie blijkt maar weer essentieel te zijn. Concrete aanbevelingen zijn te vinden in Par. 5.3 waar de belangrijkste zaken uiteen gezet zijn met betrekking tot verbeteringen die kunnen worden doorgevoerd.

Kijkend naar de Project Evaluatie Template komen veel van de problemen en oorzaken duidelijk aan het licht, maar het ontbreken van de Fase Evaluaties zorgt wel voor wat onduidelijkheden. Het is gewenst om de resultaten, zo snel mogelijk te verwerken, namelijk dan zit het nog fris in het geheugen. Ook moeten de templates worden ingevuld door verschillende betrokken specialisaties binnen het projectteam zodat verschillende levels van oorzaken en problemen allemaal meegenomen worden. Of de template aangepast worden moet zal moeten blijken uit totaal gebruik van zowel de Fase Evaluaties in combinatie met de Project Evaluatie.

- [1] Juan M. Jauregui Becker, "Lecture: Lean product development."
- [2] J. Landahl, "Lean knowledge reuse."
- [3] Locher, D. A., *Value Stream Mapping for Lean Development: A How-To Guide for Streamlining Time to Market*. New York: CRC Press, 2008.
- [4] M. J. Platts and M. B. Yeung, "Managing learning and tacit knowledge," *strat. Change*, vol. 9, pp. 347–355, 2000.
- [5] I. Nonaka. The Knowledge-Creating Company. Harvard Business Review. [Online]. Available: <https://hbr.org/2007/07/the-knowledge-creating-company>
- [6] Mohd Nasrun Mohd Nawi, Angela Lee, Mohamed Nor Azhari Azman, Kamarul Anuar Mohamad Kamar, "Fragmentation Issue in Malaysian Industrialised Building System (ibs) Projects ," *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 9, No. 1, pp. 97–106, 2014.
- [7] Young Ro, Sebastian K. Fixson, and Jeffrey K. Liker, *Handbook of New Product Development Management*. Butterworth-Heinemann, ch. 9, pp. 217–258.
- [8] Introduction to Lean Product and Process Development. LeanPPD. [Online]. Available: <http://www.leanppd.org/images/uploaded/Introduction%20to%20LeanPPD.pdf>
- [9] Martin Graebisch , "Information and Communication in Lean Product Development ," diploma thesis, Technical University of Munich, January 2005.
- [10] Oosterwal, Dantar, "The Lean Machine." *Productivity Press*, vol. 9, No. 1, pp. 131–132, 2010.
- [11] Cand. Ing. Christoph Bauch, "Lean Product Development: Making waste transparent," diploma thesis, Technical University of Munich, August 2004.
- [12] Dave Kearney. The Knowledge-Creating Company. [Online]. Available: <http://blog.fluidui.com/21-perfect-examples-of-waste-in-lean-software-production/>
- [13] John Teresko. The 13 Principles Of Lean Product Development. Industry-Week. [Online]. Available: <http://www.industryweek.com/companies-amp-executives/13-principles-lean-product-development>
- [14] Liker, Jeffrey K. and Meier, David, *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill Companies, Inc., 2006.
- [15] Lean product development. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Lean_product_development
- [16] Edited by: Elizabeth A. Cudney and Sandra L. Furterer, *Design for Six Sigma in Product and Service Development*. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, 2012.
- [17] The IDDOV Lifecycle in Design for Six Sigma (DFSS). [Online]. Available: <http://www.brighthousepm.com/six-sigma/89186-the-iddov-lifecycle-in-design-for-six-sigma-dfss/>
- [18] "DMADV: An Approach for Developing New Initiatives ," November 2008. [Online]. Available: <http://www.opia.psu.edu/innovation-insights>
- [19] J. Atwood, "Benchmarking. Using design for Six Sigma," *iSixSigma Magazine*, vol. 1, No. 4, July-August 2005.

- [20] Peter Cronemyr, "DMAIC and DMADV differences, similarities and synergies," *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, vol. 3, No. 3, 2007.
- [21] Lai-Kow Chan, Ming-Lu Wu, "Quality function deployment: A literature review," *European Journal of Operational Research* 143 (2002) 463-497, vol. 3, Issue 6, January 2002.
- [22] Yoji Akao, "QFD: Past, Present, and Future," *International Symposium on QFD 97 Link-ping*, 1997.
- [23] Eshan S. Jaiswal, "A Case Study on Quality Function Deployment (QFD)," *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, vol. 3, Issue 6, Nov-Dec 2012.
- [24] F. De Felice, A. Petrillo, "A multiple choice decision analysis: an integrated QFD AHP model for the assessment of customer needs," *International Journal of Engineering, Science and Technology*, vol. 2, No. 9, pp. 25–30, 2010.
- [25] Tim Short, John Garside, Ernie Appleton, Adrian Morris, Harriet McEachran, and Edward Beeley, "Matching the Voice of the Engineer to the Voice of the Customer: An Evolution of QFD," *International Conference on Engineering Design, ICED*, August 2009.
- [26] Christopher Hoyle and Wei Chen , "Next Generation QFD: Decision-Based Product Attribute Function Deployment," *International Conference on Engineering Design, ICED*, August 2007.
- [27] Ibo van de Poel, "Methodological problems in QFD and directions for future development," *Research in Engineering Design*, vol. 18, Issue 1, pp. 21–36, May 2007.
- [28] Niromi Seram, "Decision Making in Product Development - A Review Of the Literature," *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 2, No. 4, March 2013.