

Lean management in de bouw

een wisselwerking tussen de organisatiestructuur en -cultuur

Masterthesis 'Vraagstukken van beleid en organisatie'

Tom van Eerd

Universiteit Utrecht

Koninklijke BAM Groep nv

2011



Universiteit Utrecht



LEAN MANAGEMENT IN DE BOUW,
een wisselwerking tussen de organisatiestructuur en -cultuur.

Tom van Eerd

Universiteit Utrecht

Faculteit Sociale Wetenschappen

Master 'Vraagstukken van Beleid en Organisatie'

Studentnummer 3652718

Academiejaar 2010-2011

Stageplaats: Koninklijke BAM Groep nv

Stage- en scriptiebegeleiders:

A.K. Abendroth, MA (PhD Student, Universiteit Utrecht)

Drs. T. Welling (hoofd BAM Business School)

Voorwoord

Graag wil ik in dit voorwoord enkele mensen bedanken. Zonder hun hulp en inspanningen zou deze masterthesis niet zijn geworden tot wat het nu is.

Allereerst wil ik mijn stage- en scriptiedocent Anja Abendroth bedanken voor de begeleiding die zij mij heeft gegeven en de interesse die zij heeft getoond. De tijd en energie die zij heeft gestoken in het geven van commentaar en de opbouwende kritiek die zij heeft geleverd waardeert ik enorm.

Daarnaast wil ik BAM bedanken voor de mogelijkheid die zij mij hebben geboden om dit onderzoek te doen. Met name gaat mijn dank uit naar mijn stagebegeleider Tim Welling voor zijn vertrouwen, zijn advies en zijn open blik. Onze gesprekken hebben mij erg geholpen bij de concretisering en realisering van dit onderzoek. Ook de andere collega's bij BAM wil ik bedanken voor hun adviezen en oprechte interesse. Mijn stageperiode bij BAM heb ik mede door hen als een erg leuke en interessante tijd ervaren.

Ook Willem Otter, Camiel van der Veecken, Frank van Kalken, Cor Pronk, Erik Horstink, Geert van der Linde, Harold van Ekert, de coördinerend uitvoerders, de uitvoerders, de bouwplaatsmedewerkers en alle anderen die zich hebben ingezet voor de dataverzameling wil ik bedanken. Dankzij hun inspanningen heb ik mijn scriptie kunnen voorzien van een empirische toets.

Tot slot wil ik mijn vrienden, huisgenoten, familie en mijn lieve vriendin bedanken voor hun steun, advies en de nodige afleiding.

Allemaal enorm bedankt,

Tom.

Inhoudsopgave

Titelpagina	1	
Voorwoord	4	
Inhoudsopgave	5	
Lijst van figuren	7	
Lijst van tabellen	7	
Abstract	8	
1	Inleiding	9
1.1	Achtergrond	9
1.2	Probleemstelling	11
1.2.1	Doelstelling	11
1.2.2	Vraagstelling (hoofd- en deelvragen)	12
1.2.3	Wetenschappelijke & Maatschappelijke relevantie	14
	Wetenschappelijke relevantie	14
	Maatschappelijke relevantie	15
2	Theoretisch kader	16
2.1	Algemene productietheorie	16
2.1.1	Conversieconcept	16
2.1.2	Doorstroomconcept	17
2.1.3	Waardegeneratieconcept	18
2.2	Lean theorieën	18
2.2.1	Lean productietheorie	19
2.2.2	Productie en constructie	20
2.2.3	Lean constructietheorie	21
2.3	Lean constructie en rentabiliteit (H1)	22
2.4	Lean constructietools en rentabiliteit (H2)	23
2.4.1	Doorlooptijd (H3)	25
2.4.2	Veiligheid (H4)	25
2.4.3	Kwaliteit (H5)	26
2.5	Lean constructieteams en rentabiliteit (H6)	27
2.5.1	Teamcohesie (H7 en H8)	29
2.5.2	Teamsamenstelling	30
	Familiariteit (H9 en H10)	30
	Heterogeniteit (H11 en H12)	31
2.5.3	Motivatie (H13 en H14)	34
2.5.4	Tevredenheid (H15 en H16)	35
2.5.5	Veiligheid (H17)	36
3	Data en methode	38
3.1	Onderzoeksontwerp	38
3.1.1	Onderzoeksdesign	38
3.1.2	Populatie	39
3.1.3	Dataverzameling	40
	Projectniveau	40
	Individueel niveau	40
3.2	Operationalisering	42
3.2.1	Afhankelijke variabele	42
	Rentabiliteit	42
3.2.2	Onafhankelijke variabelen	43
	Projecttype	43
	Doorlooptijd	44
	Veiligheid	45
	Kwaliteit	45
	Teamcohesie	46

	Familiariteit	48
	Heterogeniteit	49
	Opleidingsniveau	49
	Vakgebied	50
	Leeftijd	51
	Werkervaring	51
	Competenties van invloed op teamgedrag	51
	Motivatie	54
	Werknemertevredenheid	55
3.2.3	Controlevariabelen	56
3.3	Methode	58
3.3.1	Methoden en assumpties	58
	Assumptie van lineariteit	58
	Assumptie van onafhankelijke fouten	58
	Assumptie van normaal verdeelde fouten	59
	Assumptie van homoscedasticiteit	59
	Afwezigheid van invloedrijke waarnemingen	59
3.3.4	Betrouwbaarheid en validiteit	59
	Betrouwbaarheid	59
	Interne validiteit	60
	Externe validiteit	61
	Validiteit van de metingen	61
4	Resultaten	63
4.1	Lean constructie en rentabiliteit (H1)	63
4.2	Lean constructie tools en rentabiliteit (H2 t/m H5)	64
4.3	Lean constructie teams en rentabiliteit (H6 t/m H17)	66
5	Conclusies en Discussie	74
5.1	Conclusies	74
5.1.1	Deelvraag 1	74
5.1.2	Deelvraag 2	75
5.1.3	Deelvraag 3	75
5.1.4	Hoofdvraag	77
5.1.5	Doelstelling	78
5.2	Discussie	79
5.2.1	Tekortkomingen	79
5.2.2	Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek	81
6	Advies	83
6.1	Meer algemene aandacht voor basisprincipes lean management	83
6.2	Wijzigen van organisatiestructuur: bredere inzet lean tools	84
6.3	Realiseren cultuuromslag: meer aandacht voor menselijke kant	84
6.4	Overige adviezen	86
6.4.1	Meten is weten	86
6.4.2	Vaste partners	86
6.4.3	Nieuwe, jonge aanwas in het personeelsbestand realiseren	87
6.4.4	Inzetten op grote projecten	87
6.4.5	Meer waarde creëren voor de klant	87
7	Literatuurlijst	88
	Appendix I	95
	Appendix II	100
	Appendix III	102

Lijst van figuren

Figuur 1: Theoretisch model	37
Figuur 2: Preëxperimenteel onderzoeksdesign	39
Figuur 3: scree plots principale factoranalyse, orthogonaal geroteerd, voor en na verwijdering items	101, Appendix II
Figuur 4: De invloed van familiariteit op rentabiliteit (in categorieën) onder de minimale en maximale condities van lean	69
Figuur 5: De invloed van familiariteit op rentabiliteit (in categorieën) onder de minimale en maximale condities van lean	73

Lijst van tabellen

Tabel 1: Frequentieverdeling rentabiliteit	43
Tabel 2: Frequentieverdeling projecttype	44
Tabel 3: Beschrijvende statistieken, overzicht alle variabelen	57
Tabel 4: Theoretische indeling vragen teamcohesie in sociale cohesie en taakcohesie	100, Appendix II
Tabel 5: Correlatiematrix positief hergecodeerde vragen 1 t/m 8 omtrent teamcohesie	100, Appendix II
Tabel 6: Factorstructuurmatrix van vragen 1 t/m 8 omtrent teamcohesie bij principale factoranalyse, orthogonaal geroteerd, voor en na verwijdering items	100, Appendix II
Tabel 7: Communaliteiten vragen 1 t/m 8 omtrent teamcohesie bij principale factoranalyse, orthogonaal geroteerd, voor en na verwijdering items	101, Appendix II
Tabel 8: Eigenwaarden factoren bij principale factoranalyse, orthogonaal geroteerd, voor en na verwijdering items	101, Appendix II
Tabel 9: Betrouwbaarheid schalen taakcohesie en sociale cohesie, voor en na verwijdering items	101, Appendix II
Tabel 10: Multiële lineaire regressiemodellen op afhankelijke variabele rentabiliteit	64
Tabel 11: Multiële lineaire regressiemodellen op afhankelijke variabele rentabiliteit	65
Tabel 12: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op grootte en periode	102, Appendix III
Tabel 13: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op doorlooptijd, veiligheid, kwaliteit	102, Appendix III
Tabel 14: Mann-Whitney U toets voor doorlooptijd per huis en aantal opleverpunten per huis, vergeleken tussen projecttypen	102, Appendix III
Tabel 15: Multiële lineaire regressiemodellen op afhankelijke variabele rentabiliteit	67
Tabel 16: Multiële lineaire regressiemodellen op afhankelijke variabele rentabiliteit	68
Tabel 17: De invloed van familiariteit op rentabiliteit (in categorieën) onder de minimale en maximale condities van lean	69
Tabel 18: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op teamcohesie en familiariteit	103, Appendix III
Tabel 19: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op heterogeniteit in opleidingsniveau, vakgebied, leeftijd en werkervaring	103, Appendix III
Tabel 20: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op de aanwezigheid van vijf competenties	104, Appendix III
Tabel 21: De invloed van werknemertevredenheid op rentabiliteit (in categorieën) onder de minimale en maximale condities van lean	73
Tabel 22: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op motivatie en werknemertevredenheid	104, Appendix III

Abstract

The economic crisis of 2007 shocked and affected the entire world economy and caused a global recession. The profitability of companies in all business sectors dropped and a myriad of bankruptcies were filed (CBS, 2010a). At the start of 2010, economies worldwide recovered, as did the Dutch economy. However, even today, one sector is still in contraction: construction (Van de Wal et al., 2011). The current managerial principles prove to be insufficient and a need for a structural change is apparent. The lean management philosophy is seen as an effective way to achieve better results in construction (Koskela, 1992).

This study sets out to obtain empirical evidence for the effectiveness of lean management in construction by comparing housing projects following the lean principles with traditionally conducted housing projects. Within the lean projects we distinguish the use of two main elements of the lean philosophy – the use of lean tools to change the organizational structure and the use of lean teams to change the organizational culture (Garvin, 1998). This way we can discern the most influential factors for success.

Administrative data of 33 projects, all produced in the last one and a half years by construction company 'BAM Woningbouw', are linked to aggregated project member data, derived from a survey that was conducted for this inquiry. We used a multiple linear regression analysis with several interactions to empirically test our hypotheses.

We find that the use of lean management in construction leads to an increased profitability. Both the use of lean tools and the use of lean teams are important for obtaining the best results. As the use of lean tools is obvious when implementing lean management in construction, particularly the added value of using lean teams to realize a change in the organizational culture is an important issue in the process of recovery from the economic crisis.

1 Hoofdstuk 1: Inleiding

1.1 Achtergrond

Eind 2007 werd de wereld opgeschrikt door de eerste tekenen van wat uit zou groeien tot de kredietcrisis en later tot de economische crisis (EuropaNU, n.d.). In 2009 werden de gevolgen hiervan pas goed duidelijk. De economie in Nederland kromp sterker dan ooit tevoren en gedurende maar liefst vijf maanden op rij waarmee Nederland officieel in een recessie was terechtgekomen (CBS, 2010a). Het bedrijfsleven had hier zwaar onder te lijden; de winstgevendheid van bedrijven nam flink af. Vanaf de tweede helft van 2008 steeg het aantal faillissementen enorm en in 2009 was het aantal faillissementen in één jaar gemeten door het CBS met maar liefst 10559 het hoogste ooit (CBS, 2010a; van Sante & van der Doelen, 2011a). Aan het eind van 2009 en het begin van 2010 herstelden de economieën zich wereldwijd. Ook Nederland kwam officieel uit de recessie, het financiële vermogen van huishoudens nam weer toe en er was sprake van een 'breed marktherstel'. (CBS, 2010a; CBS, 2010b; DNB, 2010; van de Wal et al., 2009b). Dit wil echter niet zeggen dat alle sectoren van de Nederlandse economie zich herstelden. Één sector in het bijzonder bleef achter: de bouw (EIB, 2010; van Hoek, 2010; van de Wal, 2010; van de Wal et al., 2009a, 2009b, 2010, 2011; van Sante & van der Doelen, 2011b).

De bouw is vanwege lange doorlooptijden laatcyclisch, waardoor zij pas relatief laat te maken kreeg met de recessie (EIB, n.d.; van Hoek, 2011; van de Wal et al., 2009b). Maar waar alle andere sectoren al een hele tijd aan de wederopbouw werken, is er voor de bouw nog steeds geen herstel zichtbaar. Er blijft zelfs sprake van krimp (Duijkers, 2011; EIB, n.d., 2010; van de Wal et al., 2010, 2011), de werkgelegenheid is gedaald en de werkloosheid toegenomen (EIB, 2010). Waar verwacht werd dat in 2011 de bouw de eerste tekenen van recuperatie zou laten zien vanwege stimuleringsmaatregelen vanuit het ministerie van Financiën (tijdelijke btw-verlagingen) bleek dat toch ook dit jaar weer sprake was van krimp (EIB, 2010; van de Wal et al., 2011). De problemen in de bouw zijn grotendeels structureel: een groot probleem is dat *"[...] de woningmarkt behoorlijk op slot zit, waarbij het voor starters ook nog een [sic] steeds moeilijker wordt om de koopwoningmarkt te betreden. Hierdoor word [sic] de doorstroming beperkt, wat ook een sterk negatief effect heeft op nieuwbouw"* (van de Wal et al., 2011: 4). De bouw is aangewezen op het vertrouwen van projectontwikkelaars en consumenten die deze grote investeringen maken en dit is er nog onvoldoende (van de Wal et al., 2010).

In het geval van een crisis waardoor bedrijven bedreigd worden in hun voortbestaan kunnen de manieren waarop het werk georganiseerd wordt, veranderen. De wijze waarop voorheen reproductie bewerkstelligd werd voldoet misschien niet meer omdat noodzakelijke innovaties achterwege blijven (Dankbaar, 1993) en

innovaties de basis vormen van economische vooruitgang (Schumpeter, 1934). In de bouw bestaat de noodzaak voor meer innovatie al jaren (Winch, 1998). Volgens Koskela en Vrijhoef (2000) wordt het gebrek hieraan veroorzaakt door de heersende theorie in constructie die contraproductief, gebrekkig en ontoereikend is (Ballard & Howell, 1998a; Koskela, 1992; The Business Roundtable, 1983); het is niet ongebruikelijk dat bouwprojecten aanzienlijk langer blijken te duren en fors meer blijken te kosten dan vooraf gepland (Abdelhamid, 2004; Koskela, 2000). Omdat in de afgelopen decennia de markt voor de bouw bleef groeien zijn ondanks deze contraproductieve managementfilosofie en het gebrek aan innovaties bouwbedrijven winstgevend geweest. Nu door de economische crisis de marges en rendementen afnemen kan het voor bouwbedrijven aantrekkelijk worden om hun managementfilosofie te veranderen.

In enkele grote veranderingen in managementfilosofieën liep de auto-industrie voorop. Zo was Henry Ford de eerste die de nadelen van de ambachtelijke handwerkproductie zag (duur en tijdrovend). Hij voerde begin 20^e eeuw de massaproductie aan de lopende band in. Hij bracht het produceren van een auto terug tot veel losse, eenvoudige, korte acties met het idee dat het optimaliseren van de productie van elk afzonderlijk onderdeel zou leiden tot de optimalisatie van het gehele productieproces (Womack, Jones & Roos, 1990). Variatie in producten was afwezig en om alle werkstations altijd van voldoende werk te voorzien was er altijd een grote hoeveelheid aan onderdelen voorradig.

Rond het midden van de twintigste eeuw werd in de Toyotafabriek in Japan een nieuwe managementfilosofie ontwikkeld die de voordelen van de ambachtelijke handwerkproductie en de massaproductie combineerde. *Lean manufacturing* maakte het mogelijk om goedkope en kwalitatief hoogstaande producten te fabriceren en die slechts 'de helft van de menselijke inspanning in de fabriek vergde, de helft van de productieplaats en de helft van investeringen in tools nodig had, en de helft van het aantal uren voor de ontwikkeling van een nieuw product gebruikte' (Womack, Jones & Roos, 1990). Dit door zich meer te richten op het elimineren van verspilling en toevoegen van waarde. De doorstroom tussen de afzonderlijke werkstations werd verbeterd en voorraden werden verminderd waardoor minder verspilling optrad, de productie goedkoper werd en meer aandacht besteed kon worden aan de kwaliteit. Toyota groeide zo uit tot de grootste autofabrikant (Bailey, 2008) met een kwaliteit die vele malen beter was dan bijvoorbeeld die van General Motors (Gerritsen, van Gerven & de Jongh, 2007; Womack, Jones & Roos, 1990). Inmiddels heeft de lean methodologie wereldwijd en sectorbreed aandacht en acceptatie verworven (Gerritsen, van Gerven & de Jongh, 2007; Swank, 2003). Zo ook in de bouw; onder de noemer lean construction.

Dat het gebruik van de lean methodologie in de auto-industrie heeft geleid tot grote verbeteringen is al een hele tijd duidelijk (Womack, Jones & Roos, 1990) en algemeen geaccepteerd. Veel andere bedrijven, zowel in de automobielsector als in andere sectoren, hebben inmiddels het lean gedachtegoed onderschreven en doorgevoerd (Gerritsen, van Gerven & de Jongh, 2007).

Lean management in de autoproduktie is echter niet één op één over te nemen in de bouw, daarvoor verschillen de sectoren te veel. Er zijn drie onderscheidende kenmerken van de bouw te ontwaren (Koskela, 1992): 1. de uniciteit van het product, 2. productie op locatie en 3. een tijdelijke organisatie bestaande uit meerdere onderdelen (een zogenaamde multiorganisatie). De lean constructie verschilt van de traditionele

constructie op twee punten. Waar de traditionele constructie voornamelijk gericht is op conversie (van input naar output), kijkt lean constructie meer naar de doorstroom (van informatie en materialen) en de waardegeneratie voor de klant (Abdelhamid, n.d.; Ballard & Howell, 1998a, 1998b; Koskela et al., 2002). Verschillende lean management tools uit de auto-industrie zijn in verkapte of aangepaste vorm overgenomen in de bouw.

1.2 Probleemstelling

1.2.1 Doelstelling

Inmiddels zijn de meeste sectoren de economische crisis weer te boven gekomen. De bouwsector blijft hierin achter en kampt nog met grote problemen. Het is noodzakelijk dat de rendementen in de bouw vlug hoger worden om meer winst te maken en uit de recessie te komen. Over de manier waarop bouwbedrijven snel hun rendementen kunnen verhogen is geen consensus omdat er sprake is van een fundamenteel probleem: de woningmarkt zit op slot. Dit onderzoek poogt een structurele, praktische oplossing te vinden voor dit praktijkprobleem door kennis te vergaren waarmee praktisch handelen gestuurd kan worden. Om tot een dergelijke structurele en brede oplossing te komen is een wijziging in managementfilosofie nodig. Systeembrede, veelzijdige, organisatorische interventies hebben immers de meest betrouwbare positieve impact op de effectiviteit van bedrijven (Guzzo & Dickson, 1996). De eerste stappen hiervoor zijn reeds gezet; de opkomst van lean management is ook in de bouwsector niet onopgemerkt gebleven. Onderdelen hiervan worden her en der toegepast maar een prominente plaats neemt lean constructie nog bij lange na niet in. Voor de autoproduktie is reeds gebleken dat werken volgens de lean filosofie efficiënter en effectiever is maar voor andere sectoren, waaronder de bouwsector, is dit nog minder evident. Hoewel vergelijkbare resultaten denkbaar zijn, zijn ook compleet andere uitkomsten mogelijk door de verschillen tussen de bouw en de autoproduktie. Meer specifiek is het doel van dit onderzoek:

Het vinden van factoren die bijdragen aan de effectiviteit en efficiëntie van de uitvoering van bouwprojecten om zo tot meer winstgevende praktijken te kunnen komen waarmee de bouwsector de economische crisis het hoofd kan bieden.

De lean managementfilosofie biedt het kader waarbinnen gezocht wordt naar deze factoren. Om tot structurele en praktische oplossingen te komen moet een praktijkgericht wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd worden ('t Hart, Boeije & Hox, 2005).

1.2.2 Vraagstelling

Hoofdvraag

Van de lean managementfilosofie is bekend dat ze in de auto-industrie heeft geleid tot veel positieve resultaten, waaronder een hogere rentabiliteit en een hoger kwaliteitsniveau. Met de doelstelling van dit onderzoek in het achterhoofd komt dan de vraag op of lean management (ook) in de bouw werkt. Om tot een structurele, praktische oplossing te komen is het, wanneer blijkt dat lean management ook in de bouw succesvol is, van belang om de werkzame elementen, ofwel de succesfactoren, te ontdekken. Mocht blijken dat lean management in tegenstelling tot de auto-industrie in de bouw niet succesvol is, dan is het van belang te ontdekken welke versturende elementen, ofwel welke faalfactoren hiervoor verantwoordelijk zijn. Concreet wordt de hoofdvraag van dit onderzoek:

Zijn bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie meer succesvol dan projecten die op traditionele wijze zijn uitgevoerd en waarmee kan dit verklaard worden?

Dit onderzoek is gedeeltelijk explorierend; er is nog geen empirisch wetenschappelijk onderzoek verricht naar de effectiviteit en efficiëntie van de lean managementfilosofie in de bouwsector. Er is de afgelopen twee decennia echter wel al heel wat theoretische literatuur opgedoken die hier verwachtingen over formuleert. Om niet tot ad hoc verklaringen te komen zal daarom de insteek van een toetsend onderzoek gevolgd worden waarin deze theoretisch opgestelde verwachtingen aan de empirie worden getoetst ('t Hart, Boeije & Hox, 2005).

Deelvraag 1

De hoofdvraag bestaat uit een beschrijvend en verklarend gedeelte ('t Hart, Boeije & Hox, 2005). Voordat de verklarende vraag aan de orde komt moet eerst de beschrijvende vraag behandeld worden: zijn lean uitgevoerde bouwprojecten meer succesvol dan traditioneel uitgevoerde projecten? Het succes van bouwprojecten kan op verschillende dimensies spelen. Vooral nu in de economische crisis is de belangrijkste dimensie voor commercieel ingestelde bouwbedrijven de rentabiliteit ofwel de winstgevendheid van de organisatie. Ook volgens het invloedrijke model van Porter wordt het succes van een organisatie voornamelijk aangegeven door de winstgevendheid op de korte termijn en het overleven op de lange termijn (Carroll, 1993). In de rentabiliteit worden de inkomsten afgezet tegen de uitgaven. Daarbij is de inzet op een hogere rentabiliteit ook een mogelijke manier om de woningmarkt uit het slop te trekken. Een hogere rentabiliteit kan zorgen voor een sterkere marktpositie door goedkopere woningen aan te bieden. Op deze manier kan het structurele probleem van de op slot zittende woningmarkt verholpen worden door de klant meer waarde te geven voor zijn geld en hem te stimuleren om de markt op te gaan. Dit onderzoek richt zich daarom voornamelijk op de gevolgen voor het rendement, met als eerste deelvraag:

In hoeverre behalen bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie een hoger rendement dan projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd?

Deelvraag 2

Om de strekking van de hoofdvraag volledig te dekken komt na beantwoording van de beschrijvende vraag de verklarende vraag aan bod: wat zijn de factoren die de werking van de lean managementfilosofie verklaren? De verandering naar lean managementfilosofie wordt hier opgevat als bestaande uit twee onderdelen: de structuur en de cultuur (Garvin, 1998). Het eerste onderdeel betreft de inzet van lean management tools. Deze tools kunnen eenvoudig worden ingezet om de structuur van de organisatie te wijzigen (bijvoorbeeld door middel van een nieuwe planningsmethode). Het gebruik van deze lean management tools kan daarom verantwoordelijk zijn voor het succes of falen van lean management in de bouw. In deelvraag twee wordt de verklaring van het succes van lean management gezocht in de wijziging van de structuur van de organisatie, gekenmerkt door de inzet van lean management tools:

In hoeverre wordt de invloed van de lean filosofie op de rentabiliteit van bouwprojecten verklaard door het gebruik van lean management tools?

Deelvraag 3

Naast de inzet van lean management tools is te stellen dat implementatie van de lean managementfilosofie ook bestaat uit een verandering van de mensen op de werkvloer die daadwerkelijk het werk verzetten. Dus naast de veranderingen in de structuur van de organisatie is ook de cultuur van de organisatie van belang. Beide aspecten kunnen – afzonderlijk of gezamenlijk – verantwoordelijk zijn voor het succes of falen van lean management in de bouw.

De tweede verklaring gaat dus uit van de cultuur in de organisatie. In het ideale lean management komen veranderingen *bottom-up* tot stand, de kennis op de werkvloer moet benut worden (Womack, Jones & Roos, 1990). De mensen op de werkvloer zijn sterk bepalend voor het succes van lean constructie (Keijzer & Pot, 2011) en daarom moet op managementniveau een atmosfeer van bewustzijn gecreëerd worden om bottom-up problemen te ontdekken en te elimineren (Imai, 1986). Het micro- en het macroniveau moeten aan elkaar gelinkt worden (Kalleberg, 1989) omdat veranderingen op het macroniveau altijd tot stand komen via veranderingen op het microniveau (Coleman, 1994). Bij het verklaren van het succes/falen van lean constructiemanagement moet ook gekeken worden naar de karakteristieken op de werkvloer. In de lean filosofie bestaat deze werkvloer uit speciale lean teams die gezamenlijk het werk uitvoeren en daarvoor een grote verantwoordelijkheid dragen. Daarom luidt deelvraag drie:

In hoeverre wordt de invloed van de lean filosofie op de rentabiliteit van bouwprojecten verklaard door het gebruik van lean teams?

1.2.3 Wetenschappelijke & maatschappelijke relevantie

Nu de doelstelling, de hoofd- en deelvragen en daarmee de focus van dit onderzoek duidelijk zijn, is het nog zaak de relevantie van dit onderzoek aan te geven. Daarvoor wordt onderscheid gemaakt tussen de relevantie voor de wetenschap en voor de maatschappij.

Wetenschappelijke relevantie

Hoewel in de autoproductie de werking van lean productiemanagement onomstotelijk is vastgesteld, is dit in veel andere sectoren (nog) niet het geval. Zo ook in de constructie. Er zijn de afgelopen decennia veel onderzoekers bezig geweest met de implementatie van lean productiemanagement in de context van de bouw. Dit heeft zich voornamelijk afgespeeld op theoretisch en theorievormend vlak. De hele lean filosofie is met verschillende productiemethoden vanuit de praktijk opgekomen en daarna pas beschreven in wetenschappelijke theorieën, zoals vaker voorkomt in productiemethoden (Buffa, 1961). De meeste 'theorieën uit de praktijk' zijn alleen gevalideerd in de praktijk en niet in de wetenschap (Koskela, 2000). Er is nog nauwelijks empirisch onderzoek geweest naar de daadwerkelijke effectiviteit en efficiëntie van lean management in de constructiesector.

Vanaf de opkomst van de wetenschappelijke literatuur over lean productiemanagement is gesproken over het belang van de werknemers (Womack, Jones & Roos, 1990). Zij hebben in een lean productieproces een andere taakomschrijving dan in een traditioneel productieproces. Ze hebben een grotere verantwoordelijkheid, een bredere kennis en worden geacht op een andere wijze te werken (bijvoorbeeld meer in teamverband, meer flexibel, et cetera). Er zijn dus veel verschillen tussen lean werknemers en traditionele werknemers. Pas recentelijk is conceptuele aandacht gekomen voor deze 'menselijke kant' van lean management in constructie (Macomber & Howell, 2010; Slivon et al., 2010). Toch is nog nooit empirisch onderzocht welke karakteristieken de werknemers moeten hebben om goed te functioneren in een organisatie die volgens de lean methodologie werkt. Ook is onbekend of deze karakteristieken verschillen van werknemers die in functie zijn binnen een traditioneel opererende organisatie. Dit terwijl al vele malen betoogd is (waaronder in de literatuur over lean management) dat uiteindelijk de werknemers deze veranderingen moeten uitvoeren (Coleman, 1994; Kalleberg, 1989; Keijzer & Pot, 2011; Macomber & Howell, 2010; Womack, Jones & Roos, 1990). Tot op heden heeft onderzoek zich gericht op de organisatie. Uiteindelijk komt alles echter neer op het functioneren van mensen, op het (samen)werken van individuen. Het succes van een verandering (hier: lean management) valt of staat met de uitvoering door deze groep (Macomber & Howell, 2010; Slivon et al., 2010).

Dit onderzoek tracht deze leemtes in de wetenschappelijke kennis op te vullen en zo bij te dragen aan wetenschappelijke vooruitgang. De fundering van dit onderzoek bestaat uit een koppeling van twee van de drie hoofdvragen van de sociologie zoals verwoord door Ultee, Arts en Flap (2003). Het rationaliseringsvraagstuk dat ingaat op de immer voortschrijdende modernisering (volgens Max Weber 'het continu toenemende belang van doelgericht rationeel handelen' [Ultee, Arts & Flap, 2003]) wordt verbonden

aan het cohesievraagstuk dat de binding en samenhang tussen (groepen) mensen centraal stelt. De evolutie van theorieën zoals de opkomst – en volgens Boyd's theorie van *Destruction and Creation* onvermijdelijk ook de ondergang (Boyd, 1976; Abdelhamid, 2004) – van lean management kan opgevat worden als de opeenvolging van paradigma's zoals Kuhn beschrijft (1970; Garvin, 1998). Zulke bewust gecreëerde en gemanagede paradigmawisselingen in organisaties zijn duidelijke voorbeelden van rationalisering. Deze veranderprocessen vallen uiteen in werkprocessen (structuur) en gedragsmatige processen (cultuur) (Garvin, 1998). De veranderingen in de structuur slaan op veranderingen in werkwijzen. De gedragsmatige processen betreffen veranderingen binnen en tussen de leden van organisaties en raken aan het cohesievraagstuk. Een koppeling wordt gelegd tussen het rationaliseringsvraagstuk en het cohesievraagstuk om omvattende factoren te vinden die bijdragen aan de effectiviteit en de efficiëntie van bouwprojecten. Uit economische, bedrijfskundige, psychologische en (organisatie)sociologische theorieën worden afleidingen gemaakt die op hun geldigheid getoetst worden in het specifieke geval van lean constructiemanagement.

Maatschappelijke relevantie

In de relevantie van dit onderzoek is ook duidelijk een maatschappelijke component aanwezig. Door de economische crisis is er in de bouwsector veel aandacht voor veranderingen met positieve gevolgen voor de effectiviteit en de efficiëntie van de bedrijfsvoering. Het gedachtegoed van lean management is sterk in opkomst en wordt verwacht ook grote positieve veranderingen teweeg te brengen in andere contexten dan de autoproductie. Dit onderzoek tracht vast te stellen of deze aanname gegrond is en of het dus verstandig is voor bedrijven om de lean filosofie te implementeren. Daarbij worden in dit onderzoek factoren gezocht die de werking van lean management verklaren en/of beïnvloeden. De bouwsector krijgt handvaten aangereikt waarmee succesvollere werkpraktijken kunnen worden gerealiseerd en waarmee meer winst gemaakt kan worden. Bovenal geeft dit onderzoek de bouw aangrijpingspunten om de economische crisis te boven te komen en structurele veranderingen door te voeren die zowel op korte als lange termijn succesvolle praktijken kunnen voortbrengen.

Vooralsnog is enkel met zekerheid te zeggen dat de lean filosofie heeft gewerkt in de auto-industrie. Aangenomen wordt dat het ook in andere sectoren positieve effecten kan sorteren. Deze aanname wordt in dit onderzoek getoetst waardoor de geldigheid van deze aanname een sterkere (of zwakkere) basis krijgt. Dit onderzoek maakt de sectorbrede toegevoegde waarde van het lean gedachtegoed meer inzichtelijk.

Niet alleen voor de bouwbedrijven – en andere sectoren – is het ontwikkelen van succesvolle werkpraktijken voordelig. Ook voor consumenten, projectontwikkelaars en leveranciers, en daarmee voor de hele samenleving, kan dit voordelen met zich meebrengen. Wanneer lean management in de bouw eenzelfde resultaat kan boeken als in de autoproductie houdt dit namelijk in dat producten van hogere kwaliteit afgeleverd worden, dat deze producten sneller beschikbaar zijn, dat ze meer aansluiten op de wensen van de klant, dat ze goedkoper worden, dat de leveranciers gestimuleerd en begeleid worden in het komen tot effectievere en efficiëntere productieprocessen en dat de hele constructie transparanter wordt. Praktijken als bouwfraude zullen dan definitief verleden tijd. De maatschappelijke relevantie van dit onderzoek is evident.

2 Hoofdstuk 2: Theoretisch Kader

In dit tweede hoofdstuk wordt ingegaan worden op het theoretisch kader. Met behulp van wetenschappelijke artikelen over lean constructie management en economische, bedrijfskundige, psychologische en (organisatie)sociologische theorieën en artikelen worden hier via logische redeneringen en syllogismen afleidingen gemaakt die leiden tot een zestiental hypothesen. Deze hypothesen komen voort uit combinaties van veelal van elkaar losstaande theoretische tradities en bevatten verwachtingen over antwoorden op de deelvragen (die aan het rationaliseringsvraagstuk alsmede aan het cohesievraagstuk raken). Gezamenlijk vormen deze hypothesen een voorspelling over de beantwoording van de hoofdvraag.

2.1 Algemene productietheorie

Allereerst is het zaak het gedachtegoed van lean constructie management verder uit te diepen. Zoals gezegd is het lean gedachtegoed oorspronkelijk in de praktijk van de auto-industrie ontwikkeld. Om innovatieve praktijken, zoals de lean filosofie, ook te gebruiken in andere omgevingen moet eerst de theorie achter die innovatieve werkpraktijk geabstraheerd worden. Die theorie moet dan toegepast worden in de doelomgeving (Lillrank, 1995). Om de theorie van lean constructie te beschrijven is het van belang eerst een algemene productietheorie te beschrijven.

2.1.1 Conversieconcept

Er is een waslijst aan productietheorieën voor specifieke productiesituaties. Toch zijn er volgens Koskela (2000) slechts drie belangrijke, algemene concepten en principes van productie te onderscheiden. De eerste hiervan is het *transformation concept* dat in de 20^e eeuw zowel in de praktijk als de wetenschap het dominante concept is geweest. Taylor en Kendall stelden al in respectievelijk 1913 en 1912 vast wat hiervoor nodig was: de te verrichten werkzaamheden moeten worden opgedeeld in losse onderdelen die met optimale methoden en in een optimale volgorde uitgevoerd dienen te worden (Koskela, 2000).

Deze manier van werken verving de ongesystematiseerde productie waarin gebrek was aan planning en decentraal management. Het transformatieconcept van productie ziet een productieproces als het managen van de in- en output, het eigenlijke productieproces wordt niet gemanaged (Grubbström, 1995). De

beginselen van dit conversie- of transformatieconcept, zijn 'het ontleden van het algehele proces in kleinere eenheden', 'het minimaliseren van de totale kosten door de kosten van elk deelproces te minimaliseren', 'het onafhankelijk maken van elk deel van het productieproces van haar omgeving door fysieke en organisatorische buffers te creëren' en 'de waarde van de output van het proces associëren met de kosten van de input' (Slack et al., 1995; Koskela, 2000).

In de tweede helft van de twintigste eeuw doken steeds meer onregelmatigheden op in productiesystemen die volgens het conversieconcept werkten (Schonberger, 1996; Hopp & Spearman, 1996). Zo bleek er steeds meer werk in uitvoering te zijn waardoor de productiviteit daalde. Ook bleek dat wanneer er meer op productiviteit ingezet werd, dit des te minder bereikt werd. Grote veranderingen konden bovendien maar moeilijk doorgevoerd worden omdat de hiervoor vereiste samenwerking tussen subgroepen afwezig was (Koskela, 2000).

2.1.2 Doorstroomconcept

Rond 1980 kwam een ander concept opzetten, het zogenaamde *flow*- of doorstroomconcept. De aandacht lag voorheen altijd op de transitie van input naar output, aan het proces waarmee deze transitie plaatsvond was nog nooit echt aandacht geschonken (Shingo, 1988). Het proces is het (samen)werken aan het product. Deze dimensie van wat gebeurt tussen de transformaties wordt niet behandeld in het conversieconcept. Een eenzijdige focus op subprocessen van transformatie, zoals in het transformatieconcept, leidt tot non-transformatie tussen de subprocessen (Koskela, 2000). Deze non-transformatie is te vinden in alle activiteiten in een productieproces die geen waarde toevoegen.

Volgens het doorstroomconcept moeten alle activiteiten die niet direct waarde toevoegen aan het uiteindelijke product (alle verspilling) geëlimineerd worden. Maar liefst 95% tot 99.5% van de doorlooptijd wordt besteedt aan activiteiten die niet direct waarde toevoegen, zoals inspecties, wachten en verplaatsen (Stalk & Hout, 1990; Koskela, 2000). Door de doorlooptijd te verkorten wordt gedwongen alle verspilling uit het proces te halen (Ohno, 1998; Shingo, 1988). Daarbij kan dan sneller geleverd worden aan de klant, hoeft minder rekening gehouden te worden met de toekomstige vraag naar producten en hoeft het proces minder onderbroken te worden wanneer opdrachten veranderen.

Een voorname oorzaak van een lange doorlooptijd is de aanwezigheid van een hoge veranderlijkheid in aankomst van werk bij een werkstation en de duur van dit werk bij het werkstation (Hopp & Spearman, 1996; Koskela, 2000). Zaken als uitval van machines, nabewerking van fouten en lange, onzekere voorbereidingstijden moeten geëlimineerd worden uit het proces. Ook moet het werk vereenvoudigd worden en moet er meer flexibiliteit komen. Hoe complexer het product en het productiesysteem, des te duurder en onbetrouwbaarder het is (Koskela, 2000). Flexibiliteit in producten, in het aantal producten, in product vernieuwingen en in leveringstijd leidt tot een nauwkeurigere productie die beter voldoet aan de vraag (Stalk & Hout, 1990; Koskela, 2000). Tot slot moet de transparantie van het proces verbeterd worden. Door het gehele productieproces transparant, zichtbaar en begrijpelijk te maken voor alle werknemers, wordt formele

controle vervangen door zelfcontrole met een toename van zichtbaarheid van (gevolgen van) fouten, een toename van motivatie voor verbetering en een afname van het maken van fouten als gevolg (Stalk & Hout, 1990; Koskela, 2000).

2.1.3 Waardegeneratieconcept

Ook van een andere kant kwam rond de helft van de twintigste eeuw, ongeveer gelijktijdig met de kritiek die betrekking had op de doorstroom, kritiek op het conversieconcept (Vargo & Lusch, 2004). Deze 'nieuwe' kritiek had betrekking op de wijze van genereren van waarde. In het transformatieconcept wordt geen rekening gehouden met de wensen van de klant maar worden juist interne productiegerelateerde zaken benadrukt. Het doel is de transformatie *an sich* in plaats van het vinden van overeenstemming tussen de output en de wensen/eisen van de klant (Vargo & Lusch, 2004). Volgens deze nieuwe visie moet de waarde van een product gemeten worden aan de hand van het voldoen aan de wensen van de klant. Het doel van een productieproces moet zijn het bevredigen van de wensen van de klant (Vargo & Lusch, 2004; Koskela 2000).

In het waardegeneratieconcept ligt de focus op het controleren van de productie ter wille van de klant om geen afbreuk plaats te laten vinden aan zijn wensen. Er is een noodzaak voor interne kwaliteitsborging – van alle onderdelen in de productie. Womack, Jones en Roos (1990) zien dit concept als onderdeel van het doorstroomconcept en vatten het leveren van te lage kwaliteit of van een verkeerd product op als verspilling die geëlimineerd moet worden. Koskela (2000) stemt hiermee in, maar hecht aan het genereren van waarde meer belang en ziet dit daarom als derde belangrijke productieconcept.

Koskela (2000) leidt uit voorgaande onderzoeken vijf principes af die de hele cyclus van waardegeneratie omvatten: 1. 'Zorg ervoor dat alle eisen van de klant, zowel expliciet als latent, zijn vastgesteld', 2. 'Zorg ervoor dat alle eisen van de klant voorhanden zijn in alle fases van het productieproces en dat ze niet verloren gaan naarmate ze omgezet worden in concrete ontwerpen, plannen en producten', 3. 'Zorg ervoor dat de eisen van de klant van invloed zijn op alle afleveringen voor alle rollen van de klant' (zowel als gebruiker – goed product, als koper en medeontwerper – goede service), 4. 'Zorg ervoor dat het productiesysteem geschikt is voor het produceren van het gewenste product' en 5. 'Zorg ervoor dat gemeten wordt of/in hoeverre waarde gegenereerd wordt voor de klant'.

2.2 Lean theorieën

Om tot een theorie over lean constructie te komen zal uit de bovenstaande algemene productietheorie een lean productietheorie afgeleid worden. Vervolgens worden de overeenkomsten en verschillen tussen

productie en constructie beschreven, waarna de lean productietheorie wordt ingebed in de context van de constructie.

2.2.1 Lean productietheorie

Zoals gezegd is er een veelheid aan productietheorieën voor specifieke productiesituaties. De drie concepten zoals hierboven geschetst (conversie, doorstroom en waardegeneratie) zijn algemene productieprincipes die in meer of mindere mate in al deze productietheorieën terug komen. De massaproductie, vanaf begin twintigste eeuw opgekomen door inspanningen van ondermeer Henry Ford, is bijvoorbeeld het meest sprekende voorbeeld van de toepassing van het transformatieconcept (Hopp & Spearman, 1996). Aandacht voor de doorstroom en voor waardegeneratie was er niet veel (Womack, Jones & Roos, 1990; Howell, 1999; Koskela, 1992).

Vanaf het midden van de twintigste eeuw kwam er meer aandacht voor (vooral) de doorstroom en (in mindere mate) de waardegeneratie in het productieproces (Womack, Jones & Roos, 1990; Ohno, 1988; Shingo, 1988; Koskela, 2000). Autofabrikant Toyota was de initiator van deze nieuwe insteek. Verschillende tools werden hier ontwikkeld die de doorstroom en daardoor de efficiëntie en de effectiviteit enorm verbeterden (bijvoorbeeld: Kaizen, Kanban, 5-S, Value-Stream-Mapping, poka-yoke, enz.) (Womack, Jones & Roos, 1990; Ohno, 1988; Shingo, 1988; Koskela, 2000). Deze vernieuwde productiemethode werd ook wel *Just-In-Time* (JIT) of *Toyota production system* genoemd en vallen onder de noemer *Post-Fordistische* productiemethoden (Rubery, 2010).

Rond 1975 raakte deze methode langzaam verspreid in de auto-industrie in Europa en de Verenigde Staten (Koskela, 2000; Womack, Jones & Roos, 1990). Tegen het einde van de twintigste eeuw werd naast het doorstroomconcept ook het waardegeneratieconcept steeds meer opgenomen in productiemethoden (Koskela, 2000). De nieuwe insteek vergaarde bekendheid in steeds meer sectoren, niet meer alleen in de auto-industrie. De term *lean management* werd gebruikelijk voor het verwijzen naar deze succesvolle productiefilosofie die slechts 'de helft van de menselijke inspanning in de fabriek vergde, de helft van de productieplaats en de helft van investeringen in tools nodig had, en de helft van het aantal uren voor de ontwikkeling van een nieuw product gebruikte' door zich meer te richten op het elimineren van verspilling en toevoegen van waarde (Womack, Jones & Roos, 1990).

Opgemerkt moet worden dat in de wetenschappelijke literatuur lean management niet overal precies hetzelfde gebruikt wordt. Koskela (2000) stelt bijvoorbeeld dat de lean filosofie alleen het doorstroomconcept beslaat en dat het concept van waardegeneratie hier los van gezien moet worden. Meestal komt echter in de literatuur terug dat het lean gedachtegoed een maximalisatie van waarde en een minimalisatie van verspilling tot doel heeft, zoals ook Howell en Ballard (1998b) stellen. Volgens hen is de lean revolutie een conceptuele revolutie waarin de doorstroom en waardegeneratie-modellen centraal staan. Koskela (2000) en Howell en Ballard (1998b) stellen wel allebei dat het verbeteren van de doorstroom tot op heden veel meer aandacht

heeft gekregen dan de waardegeneratie. De precieze definitie van lean management die gebruikt wordt, wordt vaak achterwege gelaten en in de literatuur is ook nergens een discussie te vinden over welke visie juist is. In dit onderzoek zal in ieder geval de visie van Howell en Ballard gevolgd worden omdat deze het meest voorkomt in de wetenschappelijke literatuur en professionals in het veld unaniem verspillingreductie én waardetoevoeging noemen als centrale principes van de lean filosofie. In dit onderzoek wordt er dus van uitgegaan dat de lean filosofie met name aandacht besteedt aan het doorstroomconcept én het waardegeneratieconcept.

Daarbij moet niet gedacht worden dat het transformatieconcept volledig achterwege blijft in het lean gedachtegoed. In elk productieproces is transformatie van input naar output nodig om een product te kunnen leveren. De drie concepten zijn geen alternatieve, strijdige theorieën van productie, maar juist partiële en complementaire principes. Ze vullen elkaar aan en elk concept zal altijd in enige mate vertegenwoordigd zijn in een productieproces. Wanneer gesteld wordt dat een productieproces een typisch voorbeeld is van het conversieconcept wil dat zeggen dat voornamelijk, maar niet alleen, transformatie-ideeën de productie bepalen (Koskela, 2000).

2.2.2 Productie en constructie

De kenmerken en geschiedenis van de lean productietheorie zijn uiteengezet. In de auto-industrie heeft lean management zijn toegevoegde waarde al lang bewezen (Womack, Jones & Roos, 1990; Bailey, 2008; Gerritsen, van Gerven & de Jongh, 2007). Dat het lean gedachtegoed ook in andere sectoren dan de autoproduktie succesvol kan zijn is algemeen geaccepteerd en soms ook onderzocht en bewezen (Swank, 2003). Het succesverhaal van lean in de auto-industrie is echter niet een op een over te zetten naar andere sectoren. Hierboven is het lean gedachtegoed van de auto-industrie geabstraheerd naar productie in het algemeen. Om tot een theorie van lean management binnen de constructie te komen moet bovenstaande theorie ingebed worden in de specifieke context van de bouw. De vraag is wat de kenmerken zijn die de constructie onderscheiden van de algemene productie.

Ballard en Howell (1998b) en Koskela (1992) betogen dat constructie een specifieke vorm van productie is. Ballard en Howell stellen dat constructie het ontwerpen en assembleren is van objecten die op een vaste plaats staan waardoor kenmerken veroorzaakt worden die Koskela omschrijft als onderscheidende karakteristieken tussen constructie en productie: de uniciteit van het product, het produceren op locatie en de aanwezigheid van een tijdelijke multiorganisatie.

De uniciteit van het product houdt in dat telkens een uniek product gemaakt wordt en niet steeds opnieuw dezelfde output (massa)geproduceerd wordt. Deze uniciteit van het product in de constructie komt door de steeds veranderende wensen van de klant, door andere locaties en omgevingen en door veranderende opvattingen van ontwerpers over de beste ontwerpen (Warszawski, 1990). Hierdoor is de productie ook altijd verbonden aan het ontwerp (Koskela, 2000). Daarnaast vindt constructie altijd plaats op locatie. De locatie van het bouwproject heeft lokale hulpbronnen en beperkingen (bijvoorbeeld de

grondkwaliteit en weer- en windinvloeden) die niet te beïnvloeden zijn. De infrastructuur van het productieproces moet op de locatie afgestemd en opgezet worden en het proces verplaatst zich langs het product in plaats van het product langs het proces (Koskela, 2000). Tot slot is er sprake van een tijdelijke multiorganisatie, wat wil zeggen dat voor één project verschillende bedrijven en werkteams met ieder eigen werkwijzen en die niet noodzakelijk eerder samen hebben gewerkt, worden gedwongen samen te werken en hun werkzaamheden op elkaar af te stemmen om gezamenlijk één product af te leveren.

2.2.3 Lean constructietheorie

De lean productietheorie die in paragraaf 2.1.2 is besproken, bestaande uit de concepten 'doorstroom' en 'waardegeneratie', zal hier ingebed worden in de specifieke kenmerken van de constructie.

In de constructie heeft, in tegenstelling tot veel andere productiesectoren, de 'ambachtelijke' handwerkproductie tot ver in de twintigste eeuw de overhand gehad (Koskela, 2000). Wel zijn er ontwikkelingen opgekomen vanuit de ideeën van het conversieconcept achter de massaproductie, zoals prefabricatie en industrialisatie. Deze veranderingen zijn een belangrijke onderbouwing van de bouwpraktijken gaan vormen, maar hebben de sector niet volledig weten te doorgronden (Koskela, 2000). Hoewel er de laatste decennia ook nieuwe initiatieven zijn geweest (zoals 'partnerring', 'design-build', 'kwaliteitsmanagement' en 'klantgerichte aanpakken') die impliciet de ideeën van doorstroomverbetering of waardetoevoeging volgen, hebben deze op de doorstroom- en waardegeneratieconcepten gebaseerde initiatieven nog geen belangrijke effecten gesorteerd (Koskela, 2000).

Zoals reeds betoogd zijn de huidige managementmethoden in de bouw contraproductief (Ballard & Howell, 1998a; Koskela, 1992; The Business Roundtable, 1983). Uit onderzoeken blijkt dat er sprake is van veel verspilling en waardeverlies in de bouw (Koskela, 2000). Specifieke kenmerken, de eigenaardigheden, van de bouw hebben hier een belangrijke rol in. De uniciteit van de producten, het produceren op locatie en de aanwezigheid van een tijdelijke multiorganisatie zorgen namelijk voor een sterke toename van de onzekerheid, complexiteit, interdependentie en veranderlijkheid en een gebrek aan transparantie, waardegeneratie en kwaliteit in het productieproces. De onwenselijke impact van deze kenmerken wordt reeds lange tijd onderkend (Koskela, 2000). De eigenaardigheden van de bouwsector zorgen ervoor dat de contraproductieve praktijken, meer nog dan in andere sectoren zichtbaar aanwezig en storend zijn. Deze specifieke constructiekenmerken belemmeren het bereiken van een efficiënte doorstroom en waardegeneratie: de stromen zijn meer complex en variabel en het genereren van waarde wordt gehinderd (Koskela, 1992; Koskela & Vrijhoef, 2000).

Om tot lean constructie te komen moet niet alleen (zoals in lean productie) meer aandacht besteed worden aan de doorstroom en het genereren van waarde, maar moeten ook de specifieke kenmerken van de bouw zoveel mogelijk geëlimineerd worden. Dan pas kunnen de voordelen van lean management ten volle benut worden (Ballard & Howell, 1998; Koskela, 2000). De producten moeten meer gestandaardiseerd

worden, de productie moet minder locatieafhankelijk worden en de samenwerkende organisaties behoeven beter op elkaar afgestemd te worden.

Omdat constructieprocessen uiteindelijk voornamelijk bestaan uit assemblage van veel onderdelen die erg afhankelijk van elkaar tot stand komen, is het belangrijk om de doorstroom beter te controleren. Het realiseren van taken is immers afhankelijk van de doorstroom die weer afhankelijk is van het realiseren van andere taken. Er is dus veel onzekerheid en onderlinge afhankelijkheid (Koskela, 2000). Daarnaast voegen veel activiteiten niet direct waarde toe aan het uiteindelijke product en zijn deze dus tijd-, materiaal- en geldverspillend (Koskela, 2000). Lean constructie houdt dus in: *het meer inzetten op het verbeteren van de doorstroom en het genereren van waarde en daarbij het elimineren van de onwenselijke eigenaardigheden van de bouw.*

De kenmerken van constructie kunnen begrepen worden vanuit de conversie-, doorstroom- en waardegeneratieconcepten. Initieel bewijs laat zien dat er dermate veel verspilling en waardeverlies is in de constructie dat zelfs implementatie van enkel de meest elementaire onderdelen van de doorstroom- en waardegeneratieconcepten al resultaat boekt (Koskela, 2000).

2.3 Lean constructie en rentabiliteit

hypothese 1

Zoals in de probleemstelling is betoogd is in deze economische crisis de belangrijkste dimensie voor bouwbedrijven de mate van winstgevendheid. Volgens het invloedrijke model van Porter wordt de efficiëntie van een organisatie aangegeven door de winstgevendheid/rentabiliteit op de korte termijn en overleven op de lange termijn (Carroll, 1993). Commerciële bedrijven die het hoofd boven water willen houden zullen winstgevend moeten zijn. Bouwprojecten (van wolkenkrabbers tot rotondes) verschillen enorm in grootte, tijd en omzet. De rentabiliteit is een maat voor relatieve winst. De winst (de totale inkomsten minus de totale uitgaven) wordt afgezet tegen de omzet (de totale inkomsten). De uitkomst van deze deling maal 100 geeft het rendement van een project in percentages.

Een hogere rentabiliteit is te realiseren via twee mogelijkheden. Óf de uitgaven moeten teruggedrongen worden, óf de inkomsten moeten hoger worden. Wanneer de inkomsten hoger worden is het aannemelijk dat ook de uitgaven zullen stijgen. In traditionele economische concepten is immers de prijs (de inkomsten) gebaseerd op de totale uitgaven. Wanneer de uitgaven stijgen (door bijvoorbeeld meer of duurder materiaal, meer tijd of duurdere arbeiders), stijgt ook de prijs. Één afzonderlijk bouwbedrijf is niet in staat structureel een hogere prijs te vragen. Het is dus van belang om de rentabiliteit te verhogen en relatief meer winst te maken,

om zo de uitgaven te kunnen terugdringen. Dit is precies wat lean management beoogt. Over lean management in de auto-industrie wordt gezegd dat het 'de helft van de menselijke inspanning in de fabriek vergde, de helft van de productieplaats en de helft van investeringen in tools nodig had, en de helft van het aantal uren voor de ontwikkeling van een nieuw product gebruikte' (Womack, Jones & Roos, 1990). Door meer te letten op de doorstroom en enkel waardetoevoegende activiteiten te bezigen, worden de uitgaven gereduceerd. Door het verminderen van de veranderlijkheid, het vereenvoudigen, flexibiliseren en transparanter maken van het proces en de wensen van de klant meer centraal te stellen, wordt de doorlooptijd verkort en de waarde van het product vermeerderd. Dan is minder tijd, arbeid, materiaal en – dus – geld nodig om te komen tot een kwalitatief beter product. Bij gelijkblijvende inkomsten – wat dus wel in de lijn van de verwachting ligt, immers wordt hetzelfde product afgeleverd, zelfs met een veronderstelbaar hogere kwaliteit – leidt dit tot een verhoging van het rendement.

Om tot een antwoord te komen op de eerste deelvraag en een eerste stap te zetten tot beantwoording van de hoofdvraag wordt zodoende de verwachting uitgesproken dat:

Hypothese 1:

In bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie wordt een hoger rendement gehaald dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Zoals ook al in de inleiding is betoogd laten we de veranderingen die met de lean filosofie teweeg gebracht kunnen worden uiteenvallen in twee onderdelen: structuurveranderingen en cultuurveranderingen. De structuurveranderingen en hun gevolgen komen hieronder in paragraaf 2.4 aan bod. De cultuurveranderingen en hun gevolgen komen in 2.5 aan bod.

2.4 Lean constructie tools en rentabiliteit

hypothese 2 t/m 5

Hierboven is te zien dat verwacht wordt dat lean bouwprojecten een hoger rendement behalen dan traditioneel uitgevoerde bouwprojecten. Dan komt de vraag bovendien welke factoren bepalend zijn voor de rentabiliteit van lean uitgevoerde bouwprojecten. Een verklaring voor de werking van volgens de lean filosofie uitgevoerde bouwprojecten wordt gezocht.

Vanuit de praktijk is lean management opgekomen, via verschillende tools die werden ingezet om tot efficiëntere en effectievere werkpraktijken te komen. Pas later is onder meer uit deze tools de bredere filosofie van lean management ontstaan. Vaak is te zien dat wanneer een bedrijf de lean filosofie omarmt, dit *de facto* betekent dat lean tools als bijvoorbeeld *lean planning*, *Kanban*, *Value-Stream-Mapping* of *last planner system* worden ingezet. Deze tools zijn instrumenten die op een duidelijke, gestructureerde, eenvoudige en

uitontwikkelde wijze handvaten bieden voor het verrichten van werkzaamheden. Deze instrumenten dwingen de werkzaamheden een vorm aan te nemen die past binnen het gedachtegoed van lean management. Van de twee onderdelen van de lean filosofie (structuur- en cultuurveranderingen) betreft de inzet van deze lean tools enkel veranderingen in de structuur van de organisatie. Het gebruik van lean tools is dus een onderdeel van de lean filosofie.

Zo zorgt *Kanban* bijvoorbeeld voor een planningssysteem dat zegt wat wanneer en in welke hoeveelheid geproduceerd moet worden. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van een *pull*systeem (vraaggestuurd) en niet van een traditioneel *push*systeem (aanbodgestuurd). In een pushsysteem wordt alles in bepaalde oplage gemaakt en wordt dit doorgeschoven naar de rest van de productielijn, waardoor overal overproductie en wachtrijen, kortom verspilling, ontstaan. Kanban zorgt voor een pullsysteem door signalen af te geven precies wanneer een onderdeel nodig is waardoor een veel zuiniger en efficiënter vraaggestuurd proces ontstaat.

Niet alle tools die voor de auto-industrie gebruikt worden zijn te vertalen naar de constructie, maar een groot deel betreft instrumenten voor procesmatige veranderingen of aanpassingen die direct of in enigszins aangepaste vorm overgenomen kunnen worden. De inzet van deze tools betreft een van de twee onderdelen van implementatie van de lean filosofie: veranderingen in de structuur van de organisatie. Te verwachten is dus dat de implementatie van (enkele van) deze tools zal leiden tot een verhoging van de rentabiliteit. Meer aandacht voor doorstroom en waardegeneratie zal verspilling en verlies hieromtrent elimineren. Koskela (2000) concludeert ook dat in de bouw dusdanig veel verspilling en waardeverlies is dat zelfs implementatie van enkel de meest elementaire onderdelen van de doorstroom- en waardegeneratieconcepten al resultaat realiseert. De verwachting is dus dat implementatie van deze tools leidt tot een verhoging van de rentabiliteit en zo een verklaring biedt voor de effectiviteit van de lean filosofie. De inzet van lean tools om structurele veranderingen teweeg te brengen wordt hier beargumenteerd een verklaring te zijn van het succes van het lean gedachtegoed (dat breder en omvattender is dan enkel de implementatie van deze tools). Deze hypothese vormt een te toetsen antwoord op de tweede deelvraag:

Hypothese 2:

In bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie worden lean tools gebruikt waardoor een hoger rendement wordt gehaald dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Er wordt dus een verklarend effect verwacht uitgaande van het gebruik van lean tools op de rentabiliteit van de projecten. Betoogd is dat deze dimensie van rentabiliteit momenteel – in de economische crisis – belangrijkste is voor commerciële bedrijven zoals bouwbedrijven. Echter behoeft ook dit effect nog een verklaring. Het verband waarom het rendement verhoogd wordt kan inzichtelijker gemaakt worden. Verschillende effecten zullen nog besproken worden waarop veranderingen in de structuur van de organisatie betrekking hebben en die vervolgens zullen leiden tot een verhoging van de rentabiliteit.

2.4.1 Doorlooptijd

Eerder werd al gezegd dat met het gebruik van bepaalde lean tools de doorlooptijd verkort kan worden. Door alle verspilling uit het proces te halen wordt de doorlooptijd verkort (Ohno, 1998; Shingo, 1988). Het verkorten van de doorlooptijd leidt tot waardegeneratie voor zowel de klant als de organisatie. Een verkorting van de doorlooptijd kan gezien worden als toegevoegde waarde voor de klant, de klant kan dan immers eerder beschikken over zijn bouwwerk. Aanvullend worden daardoor vaak ook andere kosten gereduceerd, zoals het tijdelijk huren van een ander pand, reiskosten, enzovoorts.

Daarbij vormt een kortere doorlooptijd ook waardetoevoeging voor het bouwbedrijf. Dat is namelijk eerder liquide. Daarnaast worden vaste kosten, gerelateerd aan de duur van de bouwwerkzaamheden, teruggedrongen en zijn middelen weer eerder beschikbaar voor inzet op andere projecten. Bouwvakkers en bouwmaterialen als kranen, wagens en bouwketen hoeven minder lang betaald te worden en kunnen eerder ingezet worden op andere projecten waardoor ze ook nog sneller nieuwe waarde kunnen creëren. Een verkorte doorlooptijd wordt verkregen door de doorstroom te verbeteren en verspilling te reduceren. Daarmee wordt dus ook meer waarde gecreëerd.

Dat de doorlooptijd verkort kan worden blijkt uit de autoindustrie waar in de helft van de tijd een beter product werd afgeleverd (Womack, Jones & Roos, 1990). De tools die gebruikt worden vanuit de lean filosofie dragen vaak bij aan een betere planning waardoor verspilling wordt verminderd en zo ook de doorlooptijd wordt teruggedrongen. Onder andere Ballard en Howell (1998a) en Koskela (2000) stellen dat ook in de constructie de doorlooptijd aanzienlijk verkort kan worden door de implementatie van de lean filosofie. Naast de toegevoegde waarde (voor klant en organisatie) van het reduceren van de doorlooptijd *an sich* is ook te verwachten dat door reductie van vaste kosten de rentabiliteit verhoogd wordt. Allereerst is dus te verwachten dat bij implementatie van lean tools de doorlooptijd korter wordt, maar daarbij is ook te verwachten dat hierdoor de rentabiliteit verhoogd wordt. Zo wordt verwacht dat:

Hypothese 3:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean tools is de doorlooptijd korter waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

2.4.2 Veiligheid

Een tweede punt waarin lean management waarde voor bouwbedrijven kan toevoegen en verspilling kan reduceren is de veiligheid. Zo zal ook bijgedragen worden aan de rentabiliteit. Volgens Koskela (2000) is de beroepsmatige veiligheid in de bouw notoir slechter dan in andere sectoren. Ballard en Howell (1994) veronderstellen een afname van het aantal ongelukken – en een toename van de veiligheid – wanneer lean tools worden toegepast in bouwprojecten. Thomassen, Sander, Barnes en Nielsen (2003) vinden dat inderdaad het aantal ongelukken afneemt bij gebruik van lean constructie. Nahmens en Ikuma (2009) vonden ook een

afname van het aantal ongelukken bij bouwprojecten die uitgevoerd werden met de lean tool ‘continuous improvement’.

De implementatie van lean management heeft tot gevolg dat een bouwplaats ordelijker, opgeruimder en schoner is en dat er minder materiaal op de werkplaats aanwezig is. De kans op ongevallen is daardoor kleiner (Nahmens & Ikuma, 2009). Door het standaardiseren, systematiseren en reguleren van werk wordt een betrouwbare *workflow* gerealiseerd. In een betrouwbare gang van zaken zonder onverwachte wendingen waarin zorgvuldig wordt gepland om veiligheidsrisico's te voorkomen, zullen bouwwerkzaamheden minder gevaarlijk zijn (Nahmens & Ikuma, 2009). Lean tools zijn handige hulpmiddelen om een werkplaats geordend te krijgen of betere veiligheidsmaatregelen te implementeren.

Naast dat ongelukken niet bepaald waardevol zijn is onveiligheid ook een vorm van verspilling. Het werk ligt stil, geld wordt uitgegeven aan herstel, enzovoorts; kortom: er wordt tijd en geld verspild aan onwenselijke zaken. Het terugdringen van het aantal ongelukken is vanuit verschillende oogpunten op zichzelf wenselijk, maar is – vanwege het terugdringen van verspilling – ook wenselijk om zo de rentabiliteit te verhogen. Zo komen we tot de hypothese:

Hypothese 4:

Bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean tools zijn veiliger waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

2.4.3 Kwaliteit

Tot slot wordt gekeken naar de kwaliteit van het product dat geleverd wordt aan de klant. Voor de klant is het waardevol om – naast een lage kostprijs – ook een kwalitatief hoogstaand product te krijgen. In de lean filosofie is een van de twee focuspunten het genereren van waarde. Het meest duidelijke aspect van dit focuspunt is het produceren van een degelijk, betrouwbaar en deugdelijk product. Omdat in lean productie maar ook in lean constructie zo nadrukkelijk de aandacht ligt op dit realiseren van een product zonder fouten en van uitstekende kwaliteit, is de hooggespannen verwachting dat ook inderdaad in lean projecten een product van hogere kwaliteit wordt afgeleverd dan in traditionele projecten. In het moederbedrijf van lean management is dit wederom duidelijk; Toyota bouwt auto's van de hoogste kwaliteit (Gerritsen, van Gerven & de Jongh, 2007; Womack, Jones & Roos, 1990). Initieel bewijs laat ook zien dat in lean constructieprojecten minder defecten aanwezig zijn (Koskela, 2000).

Naast deze toevoeging van waarde is ook de reductie van verspilling van belang. Verschillende lean tools hebben tot doel de kwaliteit van de producten in één keer optimaal te krijgen (Koskela, 2000). Dat heeft het gevolg dat werk niet opnieuw gedaan hoeft te worden voordat het naar de klant gaat, maar ook dat producten minder vaak teruggeroepen hoeven te worden of reparaties gedaan moeten worden. Een slechte kwaliteit drukt op de rentabiliteit en een hogere kwaliteit heeft derhalve een positief effect op de rentabiliteit, zo is de verwachting.

Hypothese 5:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean tools is de kwaliteit hoger waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

2.5 Lean constructie teams en rentabiliteit

hypothese 6 t/m 17

Er is dus een onderscheid te maken tussen de structuur en de cultuur van een organisatie (Garvin, 1998). De structuur betreft de wijze waarop het proces is vormgegeven en de cultuur betreft de menselijke component. Coleman (1994) stelt dat alle macroveranderingen eigenlijk veroorzaakt worden door veranderingen op het microniveau, die weer wel getriggerd kunnen worden door macroverschijnselen. Ook Abram de Swaan komt in zijn boek 'Zorg en de Staat' (1989) tot de conclusie dat macroverschijnselen het resultaat zijn van individuele gedragingen en dat voor de verklaring van (sociale) fenomenen gezocht moet worden naar deze micro-macro link. Toegepast in onze context wil dit zeggen dat veranderingen op het (macro)niveau van het bedrijf uiteindelijk veroorzaakt worden door veranderingen op het (micro)niveau van de medewerkers, de mensen op de werkvloer die de werkzaamheden verrichten die het bedrijf haar bestaansrecht geven. Vanuit het hogere niveau is het gedrag van de medewerkers wel te stimuleren waardoor – hopelijk – uiteindelijk ook veranderingen op bedrijfsniveau zichtbaar worden.

Garvin (1998) betoogt dat onderzoeken zich hebben gericht op individuele activiteiten en activiteiten van de organisatie als geheel, maar dat de koppeling tussen beiden te weinig wordt gemaakt. Tot op heden is maar weinig onderzoek gedaan naar de interactie tussen de overgang naar lean management en de veranderingen op de werkvloer (een belangrijk onderdeel van lean) op de gevolgen voor de organisatie. Koskela (2000) bijvoorbeeld erkent dit en stelt dat ook in zijn onderzoek puur de focus ligt op de productietheorie en de menselijke component of gedrags- of veranderprocessen buiten beschouwing gelaten worden. Ook Batt en Doelgast (2010) zien deze tekortkoming in de wetenschap.

De oprichting van teams is in het lean gedachtegoed van groot belang (Applebaum & Batt, 1994). Womack, Jones en Roos (1990) stellen zelfs dat het uiteindelijk het dynamische team is dat het hart van een lean organisatie vormt. Ook Batt en Doelgast (2010) zien teams als de kern van lean management en zelfs als het centrale principe in postfordistische organisaties. Door gebruik te maken van vaste, autonome en breed geschoolde teams op alle niveaus van de organisatie kan de verspilling die optreedt bij het van bovenaf verdelen en verspreiden van werk weggenomen worden (Stewart & Jacoby, 1992). Ook kunnen dan eenvoudige reparaties direct zelf gedaan worden en kunnen teamleden elkaars taken overnemen wanneer iemand wegvalt (Koskela, 2000). Verder kan ook door informatieverspreiding via zelfsturende teams tijd en

moeite gereduceerd worden (Reinertsen, 1997). De teams hebben dus een grote(re) verantwoordelijkheid en bredere taken, mede omdat ze ook nog de kwaliteit controleren en proactief moeten denken om problemen te voorkomen door ze op te lossen voordat ze daadwerkelijk optreden (Koskela, 2000). Er wordt meer gebruik gemaakt van het menselijk kapitaal dat aanwezig is op de werkvloer. Zo wordt verspilling gereduceerd en meer waarde gegenereerd.

Omdat de aanwezigheid van teams een fundamenteel onderdeel is van de lean filosofie, wordt verondersteld dat deze teams verklarend zijn voor de werking van lean. Smith en Comer (1994) vinden dat zelfsturende teams voornamelijk in turbulente, onzekere omgevingen succesvol zijn. De eigenaardigheden van de bouw zorgen voor aardig wat onzekerheid waardoor lean teams veronderstelbaar hét middel zijn om te komen tot hogere prestaties. Guzzo en Dickson (1996) stellen in hun meta-analyse dat systeembrede organisatorische interventies de meest betrouwbare impact hebben, waarbinnen interventies die ingestoken worden vanuit teamwerk de meest opvallende effecten sorteren. Deze effecten hebben voornamelijk plaats op effectiviteit (reduceren van verspilling) en kwaliteit (toevoegen van waarde) (Applebaum & Batt, 1994). Door het gebruik van lean teams komen organisaties die de lean filosofie volgen tot de opvallende positieve effecten. Zo komen we tot de zesde hypothese die een eerste aanzet geeft voor de beantwoording van deelvraag 3 en een verklaring vormt voor de werking van de lean filosofie:

Hypothese 6:

In bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie worden lean teams gebruikt waardoor een hoger rendement wordt gehaald dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Vanwege de prominente plaats van autonome teams in de lean filosofie en de veronderstelde verklarende kracht is het van belang om de kenmerken van deze teams te onderzoeken. Zo kan gekomen worden tot verklaringen voor de werking van de teams waardoor zo optimaal mogelijke prestaties gerealiseerd kunnen worden. In de literatuur over lean management komt nadrukkelijk naar voren dat de lean teams een grote eigen verantwoordelijkheid hebben en autonoom zijn, maar wordt niet specifiek gesteld dat deze teams de vorm van zelfsturende teams (een ander populair onderwerp in managementliteratuur) aannemen. De doelen die organisaties willen bereiken met zelfsturende teams komen echter erg overeen met de doelen van lean management. Ondermeer Lawler, Mohrmann en Ledford (1992) en Guzzo en Dickson (1996) stellen dat bedrijven praktijken als zelfsturende teams gebruiken om de productiviteit te verbeteren, de kwaliteit en de betrokkenheid/het moreel te verhogen en kosten te reduceren. Ook blijkt dat deze doelstellingen daadwerkelijk gerealiseerd worden wanneer gebruik gemaakt wordt van zelfregulerende teams (Cohen, Ledford & Spreitzer, 1996). Deze doelstellingen en resultaten van zelfsturende teams zijn aldus overeenkomstig met die van lean management. Daarbij komt dat wijze waarop zelfsturende teams deze doelstellingen beogen te realiseren ook sterk overeenkomen met de wijze waarop lean teams dat beogen. Derhalve wordt hier betoogd dat lean teams dusdanig overeenkomen met zelfregulerende teams dat ze onder dezelfde noemer vallen. Het gebruik van deze autonome teams in lean management kan dus ook een verklaring zijn voor de effectiviteit ervan, het gebruik van zelfsturende teams blijkt immers te leiden tot een

verbetering van de productiviteit, de kwaliteit, de betrokkenheid en een vermindering van de kosten waardoor er reden te meer is om aan te nemen dat hypothese 3 opgaat. Er moet gezocht worden naar factoren die de invloed van de zelfregulerende teams op de (macro)effectiviteit verklaren. Daarbij is het interessant te onderzoeken op welke wijze de lean teams optimaal functioneren, ofwel wederom welke factoren van invloed zijn op het functioneren van de teams.

Guzzo en Dickson (1996) hebben een meta-analyse verricht naar de performance en effectiviteit van teams in organisaties waarin zij vijf factoren onderscheiden die reeds gedurende lange tijd onderzocht worden en ook in recent onderzoek nog steeds voornamelijk aanwezig zijn. Een meta-analyse zoals deze van Guzzo en Dickson heeft vanwege haar intersubjectieve karakter een hoge mate van betrouwbaarheid en validiteit. De kenmerken die zij onderscheiden zijn geldig voor alle teams die allerlei werk verrichten, en dus ook voor zelfsturende teams. In hun onderzoek onderscheiden ze drie factoren die teams – alle soorten teams die allerlei werk verrichten – beter doen presteren. In aanvulling hierop gaan ze nog specifiek in op autonome teams en de creatie van teams in het kader van grotere organisatorische veranderingen (zoals lean management). De drie karakteristieken die Guzzo en Dickson onderscheiden zijn: 1. De teamcohesie, 2. De teamsamenstelling en 3. De motivatie. We voegen zelf nog twee aanvullingen toe die ook verwacht worden tot een hogere rentabiliteit te leiden: de veiligheid en de tevredenheid.

2.5.1 Teamcohesie

De eerste predictor voor de effectiviteit van teams is de teamsamenhang. Dit valt uiteen in twee onderdelen: taakcohesie en sociale cohesie (Chiochio & Essiembre, 2009). Cohesie vanuit het taakperspectief betreft een gemeenschappelijk engagement om teamdoelen te behalen of teamtaken te realiseren. De sociale cohesie in een team betreft de vriendschapsbanden in een team; de niet (direct) werkgerelateerde sociale verbondenheid tussen teamleden. Deze sociale cohesie kan gezien worden als sociaal kapitaal – de relaties van vertrouwen en kennisuitwisseling zijn waardevol kapitaal in een team (Batt & Doellgast, 2010).

Uit de meta-analyse van Chiochio en Essiembre (2009) blijkt dat deze tweedeling een sterke theoretische basis heeft en breed wordt gedragen door onderzoekers. Ook in de empirie blijkt de teamcohesie een belangrijke voorspeller te zijn van de performance van teams, nota bene voornamelijk voor teams in projecten die tijdelijk en uniek van aard zijn en waarvoor interdependente teams strikt tijdgebonden taken verrichten (en in mindere mate voor productie- of serviceteams die korte, geroutineerde werkzaamheden verrichten). Ook de tweedeling binnen teamsamenhang naar taak- en sociale cohesie blijkt (wederom voornamelijk voor projectteams) empirisch houdbaar.

Het is dus te verwachten dat uitgerekend in bouwprojecten (gekenmerkt door een hoge mate van onzekerheid, complexiteit, interdependentie en veranderlijkheid – veroorzaakt door de eigenaardigheden van constructie) de mate van teamcohesie een belangrijke voorspeller is voor de effectiviteit van lean teams en daarmee mogelijk een verklaring biedt voor de werking van lean management. Door de grote onzekerheid in projectteams wordt immers meer creativiteit vereist om problemen op te lossen. Daarom zullen alle

individuele teamleden zich meer verbonden voelen met het realiseren van de teamdoelen (taakcohesie) en móét er constructief samengewerkt worden (sociale cohesie) om de teamdoelen te realiseren (Chiocchio, 2007). Überhaupt leidt de aanwezigheid van meer sociaal kapitaal (en dus meer sociale cohesie) in organisaties tot een hogere performance van organisaties (Leana & Pil, 2006).

Zelfsturende teams hebben een grotere verantwoordelijkheid en zijn meer autonoom, meer op zichzelf aangewezen. De overeenstemming en engagement voor het realiseren van teamdoelen, de taakcohesie, is daarom veronderstelbaar hoger dan in andersoortige teams. Ook de interne, interpersoonlijke groepsbanden zullen daarom hechter zijn; de interne samenhang, de sociale cohesie, is in autonome teams ook veronderstelbaar hoger dan in andersoortige teams. Daardoor zal het team beter functioneren en zal het bouwproject efficiënter tot stand komen: het rendement zal toenemen. Zo komen we tot de zevende hypothese, die een eerste deel van het antwoord op de derde deelvraag vormt en daarmee een verklaring biedt voor de – veronderstelde – werking van lean management:

Hypothese 7:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams is de teamcohesie hoger waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Deze verklaringshypothese is verder uit te diepen door te stellen dat in lean projecten de teamcohesie van groter belang is dan in traditionele projecten. In lean projecten zijn de teams tenslotte zelfsturend, autonoom en hebben ze een grotere verantwoordelijkheid. Het is niet ondenkbaar dat in deze context de mate van teamcohesie een grotere rol speelt dan in teams die op een andere manier zijn vormgegeven. Immers is het in zelfsturende lean teams van groter belang dat de teamleden gemeenschappelijk geëngageerd zijn met het realiseren van de teamdoelen en een sterke verbondenheid met elkaar voelen om gezamenlijk de teamtaken te volbrengen dan in andere teams. Een hoge mate van taak- en sociale cohesie is in lean projecten van groter belang dan in traditionele projecten. Veronderstelbaar heeft een verandering van de mate van teamcohesie in lean projecten een sterkere invloed op de rentabiliteit dan in traditionele projecten. De uit bovenstaande redenering afgeleide interactiehypothese biedt een dieper inzicht in de relatie tussen de teamcohesie en het projecttype (traditioneel of lean):

Hypothese 8:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams heeft de teamcohesie een sterker positief effect op de rentabiliteit dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

2.5.2 Teamsamenstelling

De tweede predictor voor de effectiviteit van teams is de teamsamenstelling. Guzzo en Dickson (1996) concluderen in hun metastudie dat voornamelijk de mate van familiariteit en de intrateam heterogeniteit een

positieve invloed hebben op de teameffectiviteit. Op deze twee onderdelen van teamsamenstelling zal dit onderzoek zich richten.

Familiariteit

Het eerste aspect van de teamsamenstelling is de mate van familiariteit van het team. Dit betreft de mate waarin teamleden bekend en vertrouwd met elkaar zijn. Teams die zijn samengesteld uit individuen die bekend en vertrouwd met elkaar zijn werken effectiever dan teams die bestaan uit vreemden (Guzzo & Dickson, 1996). Wanneer mensen langer samen werken, maar ook wanneer teamleden intensiever samenwerken is de verwachting dat de teams waarin zij werken betere prestaties zullen realiseren (Espinosa, Slaughter, Kraut & Herbsleb, 2007). Familiaire teams kunnen beter omgaan met complexiteiten omdat ze beter weten wat ze van elkaar kunnen verwachten. Dit kan een verklaring bieden voor de werking van lean teams:

Hypothese 9:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams is de familiariteit hoger waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Ook voor deze mogelijke verklaring geldt dat hij mogelijk verschillende effecten sorteert in verschillende soorten teams. Dus niet alleen dat het niveau van familiariteit hoger is in lean teams dan in andere teams (zoals hypothese negen stelt), maar ook dat binnen lean teams de mate van familiariteit van groter belang is dan in andersoortige teams. In lean teams zijn de teamleden veel meer op elkaar aangewezen, hebben ze gezamenlijk een grotere verantwoordelijkheid en hebben ze een grotere autonomie. Het is dan ook niet ondenkbaar dat in lean teams het van groter belang is dat de teamleden op elkaar zijn ingespeeld; wanneer dit niet zo is zullen de negatieve gevolgen in lean teams groter zijn, maar de opbrengsten zullen ook groter zijn – er wordt meer gebruik gemaakt van het menselijk kapitaal – wanneer dit wel het geval is. Zodoende komen we ook voor dit verklarende element tot een interactiehypothese:

Hypothese 10:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams heeft de mate van familiariteit een sterker positief effect op de rentabiliteit dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Heterogeniteit

Het tweede aspect dat van belang is in de teamsamenstelling is, naast de mate van familiariteit, de mate van heterogeniteit. Dit is heel breed te definiëren, allerhande persoonskarakteristieken kunnen hierin meegenomen worden. Hoewel er enigszins tegenstrijdige opvattingen zijn over het effect van algemene intrateam heterogeniteit op de performance is de algehele mening toch dat deze relatie positief is (Guzzo & Dickson, 1996; Pelled, Eisenhardt & Xin, 1999; Brooke & Tyler, 2011; Jehn, Northcraft & Neale, 1999). Jackson,

May en Whitney (1995) stellen, meer specifiek, dat intrateam heterogeniteit een positieve invloed heeft op de creativiteit en de besluitvormingseffectiviteit van een team.

De reden waarom precies heterogeniteit tot verhoogde prestaties leidt is lang onduidelijk geweest: de *black box* tussen de heterogeniteit in teamsamenstelling en de prestaties is lang gesloten geweest (Pelled, Eisenhardt & Xin, 1999). Pelled, Eisenhardt & Xin (1999) hebben deze *black box* geopend. Zij laten aan de hand van veel voorgaande onderzoeken zien dat wanneer groepsleden verschillende achtergronden hebben, zij verschillende overtuigingen hebben. Dit houdt in dat ze bijvoorbeeld andere voorkeuren kennen, verschillende verwachtingen over de toekomst hebben of alternatieven verschillend begrijpen. Dit komt doordat hun referentiekader is opgebouwd uit verschillende ervaringen uit het verleden. Door deze verschillende overtuigingen hebben groepsleden met heterogene achtergronden verschillende voorkeuren en interpreteren zij taken op verschillende wijzen. Deze divergenties resulteren dus in intragroep conflicten over de taken zoals onenigheid over vraagstukken, doelen, beslissingen, procedures, de best passende handwijzen, enzovoorts. Naarmate de diversiteit in een team toeneemt, nemen ook de taakconflicten toe. De blootstelling aan tegenstrijdige meningen zorgt er weer voor dat groepsleden meer nieuwe informatie vergaren en een breder begrip van de problemen en oplossingen verkrijgen (Tjosvold, Wedley & Field, 1986). De taakconflicten bevorderen opbouwende kritiek waardoor creatiever gedacht wordt en sneller beslissingen genomen worden. Uit eerder onderzoek blijkt dat taakconflicten inderdaad prestaties verbeteren. Ook uit het veel geciteerde onderzoek van Pelled, Eisenhardt & Xin (1999) komt naar voren dat heterogeniteit in een team leidt tot meer taakconflicten, wat weer leidt tot betere prestaties.

Naast de verwachting dat heterogeniteit leidt tot meer taakconflicten en zo tot betere teamprestaties, blijkt uit onderzoek dat een hoger niveau van diversiteit ook leidt tot meer tevredenheid en motivatie en daarmee tot een team output van meer kwaliteit (Higgs, Plewnia & Ploch, 2005; Katzenbach & Smith, 1993).

Één enkel individu zal geen noemenswaardige invloed hebben op de uitkomsten van een project, het is tenslotte een teamprestatie. Daarom biedt uiteindelijk het presteren van het team een verklaring voor de gevolgen op projectniveau. De wijze waarop individuen in een team presteren is dan interessant om te komen tot een verklaring van de effectiviteit van lean. De teamprestaties worden, zo wordt hierboven betoogd, verbeterd door een heterogene teamsamenstelling. Omdat deze heterogeniteit op alle mogelijke vlakken plaats kan hebben is het noodzakelijk hierin een selectie te maken. Er moet gezocht worden naar achtergrondkenmerken die in geval van heterogene vertegenwoordiging in een team zullen leiden tot taakconflicten. De aanwezigheid van deze taakconflicten is immers bepalend voor de behaalde prestaties.

Allereerst komen het vakgebied en het opleidingsniveau van de teamleden ter sprake. Heterogeniteit wordt verondersteld positieve gevolgen te hebben omdat individuen met achtergronden in verschillende disciplines meer interpersoonlijk tegenstrijdige opvattingen en gezamenlijk een meer omvattend beeld zullen hebben. Daarbij zal variëteit in opleidingsniveau resulteren in verschillen in denkniveau, van meer praktisch ingestoken naar een meer abstract denkniveau.

Verder zal gekeken worden naar de leeftijd en de werkervaring van de werknemers, hoewel deze veronderstelbaar sterk samenhangen. Jongeren zijn eenvoudiger te vormen omdat ze minder vastgeroest zijn in bepaalde werkpraktijken. Jongeren/starters op de arbeidsmarkt hebben daarom nog een meer creatieve, open blik en worden geacht te verschillen van ouderen met een meer starre blik. Ook hierin wordt verondersteld dat een hogere mate van heterogeniteit zal leiden tot meer taakconflicten.

Ook kan gekeken worden naar de rollen die de teamleden vervullen binnen het team. Daartoe kunnen de teamrollen van Belbin (2010) gebruikt worden die bij een heterogene aanwezigheid een sterke predictor zijn voor de teamprestaties (Lessem & Baruch, 2000; Higgs, Plewnia & Ploch, 2005). Daarnaast kan gekeken worden naar persoonlijkheden van de teamleden met toetsen als de veelgebruikte *Big Five* die ook een sterke voorspeller kan zijn voor teamperformance (Barrick, Stewart, Neubert & Mount, 1998; Neuman, Wagner & Christiansen, 1999; Kichuk & Wiesner, 1997). In het Big Five model voor persoonlijkheden is heterogeniteit echter niet gunstig. De persoonlijkheidsfactoren bepalen namelijk of mensen goed in teams kunnen samenwerken; dan is een lage score op een dergelijke factor – ook al zou dat op teamniveau leiden tot heterogeniteit – niet positief voor de teamprestaties.

Het daadwerkelijke gedrag van een team en van individuen – waar in dit onderzoek de focus op ligt – wordt echter niet bepaald door de rollen die ze in een team aannemen of het feit of ze goed kunnen samenwerken maar door de competenties die ze hebben. ‘Een competentie beschrijft effectief gedrag dat een bijdrage levert aan te bereiken resultaten’ (Koninklijke BAM groep & PiCompany, 2009). De teamrollen van Belbin en de Big Five persoonlijkheidskenmerken bevatten allemaal verschillende competenties die verklarend zijn voor de effectiviteit van teams. Er zijn veel verschillende competenties die allemaal een bijdrage leveren aan het realiseren van resultaten. Deze competenties scheppen dus randvoorwaarden waarbij heterogene aanwezigheid van bovenstaande kenmerken tot gedrag leidt dat een positieve invloed heeft op de teamprestaties. Er wordt verwacht dat de aanwezigheid van competenties die bepalend zijn voor positief teamgedrag van invloed zijn op de teamprestaties. Daarom zal gekeken worden of individuen in een team de competenties bezitten die het belangrijkste zijn voor het optimaal presteren in het team. Hiervoor wordt dus geen heterogeniteit veronderstelt maar homogeniteit ofwel aanwezigheid van de competenties. De verwachting is dat in lean teams de teamleden vaker of in hogere mate de competenties bezitten die leiden tot positief teamgedrag en daardoor betere prestaties leveren.

Bovenstaande redeneringen die ingaan op invloedrijke predictoren voor het succes van teams vormen mogelijke verklaringen voor de veronderstelde effectiviteit van lean teams. Zij bieden ter beantwoording van de derde deelvraag karakteristieken die de effectiviteit van lean teams bepalen. Daarbij zijn ook hier voor elk van onderstaande hypothesen interactiehypothesen te bedenken, zoals ook voor de teamsamenhang is opgesteld. Immers is vanwege de sterke autonomie en grotere verantwoordelijkheid van lean teams de teamsamenstelling wellicht van groter belang dan in teams die traditioneel worden aangestuurd. Het is dus te verwachten dat een predictor ter verklaring van teamprestaties een sterkere invloed zal hebben in lean teams dan in andere teams. De volgende verklarings- en interactiehypothesen zijn derhalve opgesteld:

Hypothese 11:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams is meer heterogeniteit in opleidingsniveau, vakgebied, leeftijd en werkervaring en zijn meer competenties aanwezig die een positieve invloed hebben op het teamgedrag waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Hypothese 12:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams hebben de mate van heterogeniteit in opleidingsniveau, vakgebied, leeftijd en werkervaring en de mate van aanwezigheid van competenties die een positieve invloed hebben op het teamgedrag een sterker positief effect op de rentabiliteit dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

2.5.3 Motivatie

Een andere mogelijke verklaring voor de effectiviteit van lean teams is de motivatie. Gemotiveerde en betrokken werknemers zijn nodig om de grotere verantwoordelijkheid van de werkvloer – verantwoordelijk voor verbeteringen, de doorstroom van het proces en kwaliteitverbeteringen en kwaliteitgaranties – in goede banen te leiden (Womack, Jones & Roos, 1990; Rubery, 2010; Elger & Smith, 1994; Hackman, 1987). Gemotiveerde en betrokken werknemers die geloven in het teampotentieel hebben een sterkere intrinsieke drang om hun werkzaamheden zo goed mogelijk te verrichten, waardoor zij een team beter doen presteren (Guzzo, 1993). De distictie tussen betrokkenheid en motivatie is vaak niet erg helder en de beide concepten hangen dan ook erg samen (Mowday, Steers & Porter, 1979). Meyer, Becker en Vandenberghe (2004) zien betrokkenheid als een vorm van motivatie en waarin dit brede concept van motivatie (én betrokkenheid) onder meer een predictor is voor het gedrag van de werknemer en de mate van prestaties van de organisatie (Becker, Billings, Eveleth & Gilbert, 1996; Bentein, Stinglhamber & Vandenberghe, 2002). Daarnaast blijkt een hoge mate van autonomie te leiden tot meer verantwoordelijkheid voor de werkprestaties, wat weer leidt tot een hoge werkeffectiviteit en een hoge motivatie (Hackman & Oldman, 1976; Guzzo & Dickson, 1996; Cohen & Bailey, 1997).

In nieuwere theoretische modellen wordt de motivatie ook gekoppeld aan de werkprestaties. Zo stellen Langfred en Moye (2004) evenals eerdere theorieën (Hackman & Oldman, 1976) dat autonomie leidt tot meer motivatie en betere prestaties, maar zij stellen dat de motivatie hierin een mediërende rol vervult. De mate van motivatie beïnvloedt ook de mate van prestaties. Waar eerder motivatie en performance los gezien werden, worden ze hier dus aan elkaar gekoppeld. Ook Meyer, Becker en Vandenberghe (2004) maken deze koppeling tussen motivatie en betrokkenheid en performance. Meer gemotiveerde en geëngageerde werknemers zullen beter werken om de doelen te realiseren en prestaties te boeken.

Voor teams die een hogere autonomie kennen is aldus te veronderstellen dat zij meer gemotiveerd zijn. In navolging van de nieuwe theoretische traditie veronderstellen we dat deze hogere mate van motivatie een verklaring kan zijn voor de hogere prestaties van lean teams. Zo komen we tot de volgende verwachting:

Hypothese 13:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams is meer motivatie waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Ook hier is weer te verwachten dat de mate van motivatie een interacterend effect heeft. Omdat in lean teams de werknemers een grotere autonomie (en verantwoordelijkheid) kennen is het van groter belang dat werknemers gemotiveerd en geëngageerd zijn om doelen te realiseren. Zij krijgen een grotere speelruimte om hun menselijk kapitaal te ontplooiën. Een hogere mate van motivatie en betrokkenheid zal daarom veronderstelbaar leiden tot meer winst, een hogere performance, in lean projecten omdat in deze projecten, vergeleken met andere projecten, het menselijk kapitaal een nadrukkelijker rol heeft. Zo komen we tot de verwachting:

Hypothese 14:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams heeft de mate van motivatie een sterker positief effect op de rentabiliteit dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

2.5.4 Tevredenheid

Ook is te verwachten dat met de lean filosofie – en meer specifiek: met lean teams – de tevredenheid van de werknemers verhoogd wordt. Vanzelfsprekend is tevreden personeel een waardevol goed. Tevreden werknemers zijn bijvoorbeeld minder ziek en kennen minder verzuim (Pousette & Hanse, 2010). Daarbij is de kans op andere onwenselijkheden als stakingen ook aanzienlijk kleiner.

Uit onderzoek blijkt dat meer autonome werknemers of teamleden van zelfsturende teams meer tevreden zijn (Cohen & Ledford, 1994; Guzzo & Dickson, 1996; Pousette & Hanse, 2010). Ook blijkt uit onderzoek dat een hoger niveau van diversiteit leidt tot meer tevredenheid en motivatie (Higgs, Plewnia & Ploch, 2005; Katzenbach & Smith, 1993). Zodoende is te veronderstellen dat in projecten die volgens de lean filosofie worden uitgevoerd de werknemers een grotere tevredenheid kennen. Op zichzelf is dit een wenselijk goed maar ook is te verwachten dat een hogere mate van werknemertevredenheid leidt tot betere en efficiëntere prestaties en daarmee tot een hogere rentabiliteit (Guzzo & Dickson, 1996). Ook dit biedt een verklaring voor het veronderstelde effect tussen inzet van lean teams en rentabiliteit:

Hypothese 15:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams is meer werknemertevredenheid waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

Ook hier ligt een interactie-effect voor de hand. Lean teams hebben immers meer autonomie en grotere verantwoordelijkheden. Wanneer deze lean teams niet tevreden zijn, zal dit het werk meer belemmeren dan wanneer andere teams niet tevreden zijn. Lean teams zijn namelijk meer op zichzelf aangewezen en hebben een grotere invloed op hun werk. Op dezelfde manier heeft een hoge tevredenheid bij lean teams meer positieve effecten dan bij andere teams. Een zeer tevreden lean team kan optimaal gebruik maken van hun mogelijkheden (van hun verschillende vormen van kapitaal) waar andere teams daarin mogelijk beperkt worden doordat ze minder verantwoordelijkheid en autonomie hebben. Zo komen we ook voor de tevredenheid tot een interactiehypothese:

Hypothese 16:

In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams heeft de mate van werknemertevredenheid een sterker positief effect op de rentabiliteit dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

De tevredenheid van de klant is natuurlijk ook een belangrijke vorm van waardegeneratie die mogelijk gehaald wordt bij implementatie van het lean gedachtegoed. Echter is het in dit onderzoek niet mogelijk om de klanttevredenheid te meten.

2.5.5 Veiligheid

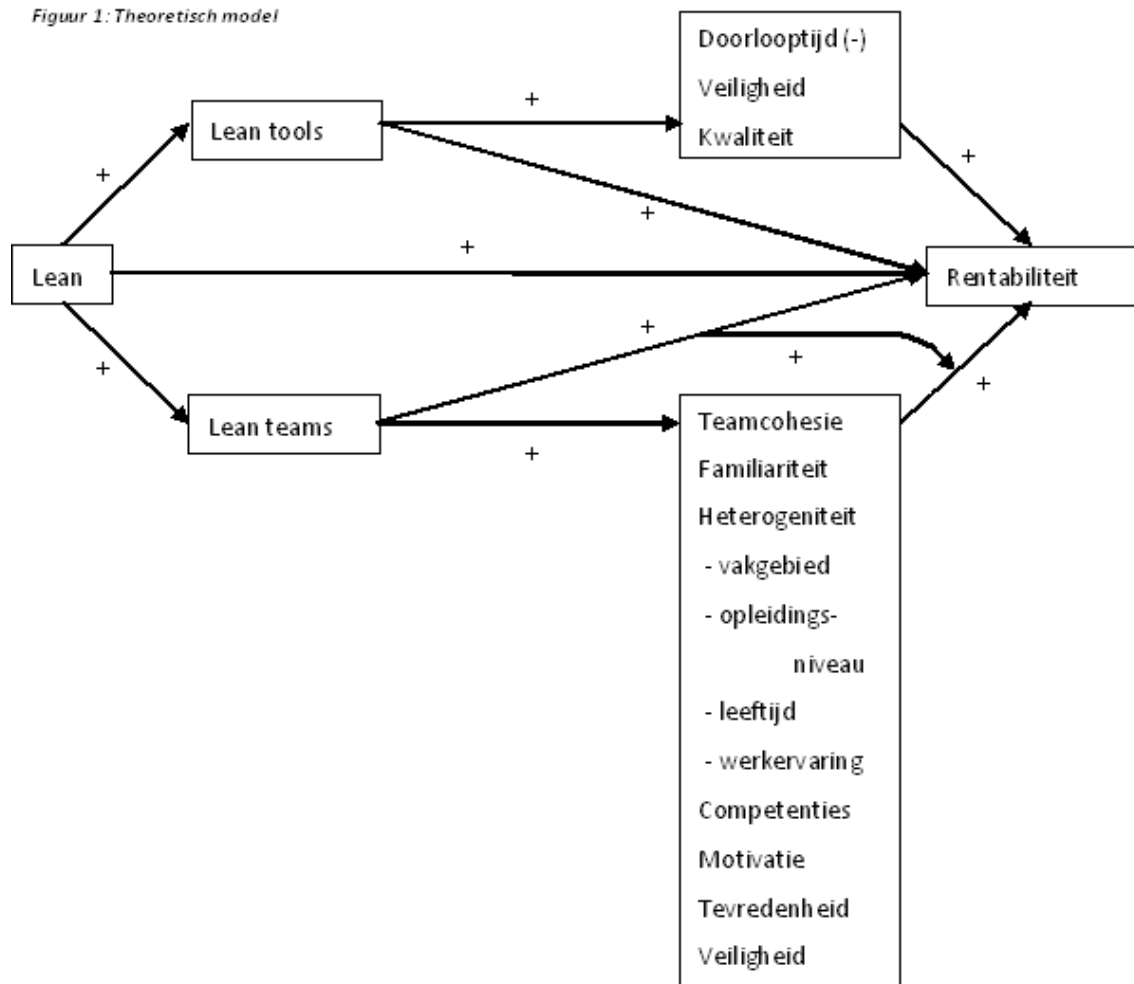
In paragraaf 2.4.2 is reeds betoogd dat door lean tools de veiligheid toeneemt en dat daardoor ook het rendement hoger wordt. Echter zijn er ook aanwijzingen dat de veiligheid toeneemt door inzet van lean teams. Geldig blijft de verwachting dat een toename van de veiligheid een positieve uitwerking heeft op rentabiliteit.

Howell, Ballard, Abdelhamid en Mitropoulos (2002) stellen dat niet de structuur van de organisatie maar de cultuur, het menselijk handelen, van de organisatie de voornaamste oorzaak is van (on)veiligheid. De werkvloer moet meer bewust worden van gevaren en moet maatregelen nemen om deze te voorkomen. Binnen de autonome lean teams ligt de verantwoordelijkheid bij de werkers die gevaar lopen. Veiligheid is dan een taak waar de werknemers die weten waar onveilige situaties zijn zich voordoen meer verantwoordelijk voor zijn. De verantwoordelijkheid wordt gedeeltelijk weggenomen bij de hogere functies die niet weten wat op de bouwplaats gevaarlijke situaties veroorzaakt. Zo komen we naast hypothese 4 tot de volgende hypothese:

Hypothese 17:

Bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams zijn veiliger waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd.

In onderstaande figuur 1 zijn samenvattend alle hypothesen visueel weergegeven.



3 Hoofdstuk 3: Data en Methode

De wetenschappelijke uitspraken die gedaan zijn in het voorgaande hoofdstuk moeten empirisch gevalideerd worden. De hypothesen gaan immers over observeerbare gebeurtenissen. De begrippen die zijn genoemd moeten geconcretiseerd/geoperationaliseerd worden om ze meetbaar te maken. Eerst wordt besproken hoe het onderzoek vorm heeft gekregen. Dan worden binnen dit onderzoeksdesign de operationaliseringenvormgegeven. Nadat dan informatie over operationaliseringenvormgegeven is verzameld, worden de verkregen data geüniformeerd en besproken. Tot slot zullen de methoden besproken worden waarmee de data wordt geanalyseerd en antwoorden op de vraagstellingen en het toetsen van de hypothesen mogelijk worden.

3.1 Onderzoeksonwerp

3.1.1 Onderzoeksdesign

De doelstelling van dit onderzoek is het vinden van factoren waardoor in bouwprojecten meer winst gemaakt kan worden en de bouwsector de economische crisis het hoofd kan bieden. Dit onderzoek wordt daarom uitgevoerd in een van de grootste bouwondernemingen in Europa met een leidende marktpositie in Nederland, België, het Verenigd Koninkrijk, Ierland en Duitsland: Koninklijke BAM Groep (BAM). BAM brengt met zo'n 26.000 medewerkers wereldwijd jaarlijks duizenden projecten tot stand, variërend van een nieuwe rotonde in Dongen tot het 234.1 meter hoge *Park Place Building* in Dubai (Koninklijke BAM Groep, 2011).

Dit empirisch-analytisch ('t Hart, Boeije & Hox, 2005) onderzoek vergelijkt bouwprojecten die uitgevoerd zijn volgens de lean filosofie aan de ene kant en op de traditionele manier aan de andere. Een zuiver experiment is hiervoor het meest wenselijk omdat door verschillen in voor- en nameting en een *at random* indeling in controle- en interventiegroep uitspraken gedaan kunnen worden over de causaliteit en de gevonden effecten met zeer grote zekerheid toe te schrijven zijn aan de onderzochte interventie ('t Hart, Boeije & Hox, 2005). In dit onderzoek is noch een voormeting, noch een willekeurige (at random) toewijzing aan controle- en interventiegroep mogelijk. Om de groepen wel zo gelijk mogelijk te houden is daarom gekozen voor één werkmaatschappij binnen Koninklijke BAM Groep, namelijk BAM Woningbouw. De interventie die onderzocht wordt, lean management, is binnen BAM Woningbouw al vanaf 1993 in ontwikkeling (W en R, 2009). De aandacht voor lean bouwen is echter nog steeds groeiende en lijkt zijn

eindpunt nog lang niet te hebben bereikt. Omdat het lean proces al zo'n achttien jaar geleden is ingezet is een voormeting en randomisatie in indeling niet mogelijk.

Daarom zal een *preëxperimenteel design* met één vergelijkingsbasis gekozen worden ('t Hart, Boeije & Hox, 2005). Daarbij worden verschillende groepen vergeleken waarin de onderzoekseenheden niet at random zijn ingedeeld en waarbij alleen een nameting gebruikt wordt. We onderscheiden daarbij om ons theoretisch kader volledig te omvatten drie groepen: de traditionele groep, de semi-lean groep en de lean groep. Op deze manier kunnen we namelijk het onderscheid maken tussen de twee onderdelen van de lean interventie: veranderingen in de structuur met lean tools en veranderingen in de cultuur met lean teams.

Binnen de werkmaatschappij BAM Woningbouw worden in het bedrijfsonderdeel W&R (woning)bouwprojecten ontwikkeld volgens de lean filosofie. Daarin worden zowel tools als lean planning toegepast als wordt er gebruik gemaakt van lean teams. Binnen woningbouw wordt in bedrijfsonderdeel regio Weert ook sinds kort gewerkt met de lean methoden, maar is dit nog niet op een niveau zoals in W&R. In een aantal bouwprojecten wordt inmiddels gewerkt met lean tools. Er wordt (nog) geen gebruik gemaakt van lean teams. In het bedrijfsonderdeel regio Amsterdam wordt inmiddels ook het lean gedachtegoed uitgewerkt, maar dit is nóg meer recent ingestoken dan in regio Weert. In de onderzochte periode was het lean gedachtegoed nog volledig afwezig bij BAM woningbouw Amsterdam en voor een groot deel ook afwezig in de

regio Weert. Zo komen we tot een preëxperimenteel onderzoeksdesign dat er als volgt uit ziet (figuur 2). Van de twee tijdstippen t_1 en t_2 kunnen we alleen op t_2 een meting verrichten. De X'en onder lean teams en -tools staan voor de inzet van deze interventies in de verschillende projecttypen. $O_{1, 2, 3}$ staan voor de waarnemingen die gedaan zijn: voor elk projecttype apart en enkel onder t_2 .

Figuur 2: preëxperimenteel onderzoeksdesign

Projecttype	Tijdstip t_1		Tijdstip t_2		
	Interventie		Lean teams	Lean tools	
Lean (W&R)	-	X	X	X	O_1
Semi-lean (regio Weert)	-			X	O_2
Traditioneel (regio A'dam & regio	-				O_3

3.1.2 Populatie

Dit onderzoek speelt op twee niveaus. Allereerst is projectdata van belang; informatie over de rentabiliteit, de doorlooptijd, de veiligheid en de kwaliteit zijn nodig. De doelpopulatie bestaat daarbij eigenlijk uit alle mogelijke bouwprojecten. De mate van lean die in deze bouwprojecten wordt gebruikt is daarin een factor die onderscheidend en divers aanwezig moet zijn. De onderzoekspopulatie bestaat uit woningbouwprojecten in Nederland – binnen BAM – die in het afgelopen anderhalve jaar zijn opgeleverd (In W&R, Regio Weert en Regio Amsterdam). Het is onmogelijk om verder terug in de tijd te gaan, helemaal wanneer bedacht wordt dat aan deze projectdata ook nog individuele data gekoppeld moet worden – die niet al voorhanden is maar nog verzameld moet worden.

Als tweede niveau is individuele informatie van belang. De doelpopulatie van dit onderzoek daarin is het bouw personeel van bouwbedrijven, de mensen op de werkvloer die de bouwprojecten daadwerkelijk tot stand doen komen. De onderzoekspopulatie hier bestaat uit de bouwplaatsmedewerkers van BAM Woningbouw W&R, BAM Woningbouw regio Weert en BAM Woningbouw regio Amsterdam die hebben gewerkt aan/in de geselecteerde bouwprojecten. Deze data is verzameld op één moment (wat ook inhoudt dat alle geënquêteerde medewerkers op dát moment werkzaam waren bij BAM waardoor eerdere werknemers – die nu hier niet meer werkzaam zijn – buiten de boot vallen) en wordt gekoppeld aan de projectdata. Een onwenselijkheid die helaas onontkoombaar is, is dat de projectdata dus op een ander tijdstip is verzameld dan de individuele data die daaraan gekoppeld wordt. Er wordt met andere woorden nu gemeten hoe hoog bijvoorbeeld de teamcohesie is in een team waarbij moet worden aangenomen dat de mate van teamcohesie nu gelijk is aan de teamcohesie op het moment dat het project werd opgeleverd (en de projectdata werd verzameld).

3.1.3 Dataverzameling

Projectniveau

De data voor dit onderzoek worden verzameld op twee niveaus. Allereerst data op projectniveau. Deze zijn verzameld uit de databases van de verschillende organisatieonderdelen van BAM Woningbouw. Omdat er geen gebruik gemaakt kon worden van random toewijzing is het van belang de vergelijkingsgroepen wat betreft achtergrondkenmerken zo dicht mogelijk bij elkaar te houden. De projecten moeten op zo veel mogelijk achtergrondkenmerken gelijk zijn, zodat uiteindelijke verschillen in uitkomsten zijn toe te schrijven aan een zo klein mogelijk aantal verschillen in kenmerken (waaronder de werkfilosofie: lean, semi-lean of traditioneel). De projecten die geselecteerd zijn, zijn allemaal in het afgelopen anderhalve jaar opgeleverd. Zo houden we in alle groepen rekening met gevolgen van de economische crisis en andere conjunctuurveranderingen. Ook betreffen alle projecten nieuwe bouwprojecten. Projecten die overgenomen zijn van een ander (failliet) bedrijf of renovaties worden niet bekeken om de groep zo homogeen mogelijk te houden. Van de regio Amsterdam is bijvoorbeeld slechts één project meegenomen. Dit betreft een project dat in eerste instantie is aangenomen door W&R maar vervolgens wegens te grote drukte is doorgeschoven voor de uitvoering naar Regio Amsterdam, die het op een traditionele wijze heeft uitgevoerd. Zo is dit project uitermate goed te vergelijken met de lean uitgevoerde W&R projecten. Andere projecten binnen Regio Amsterdam moesten buiten beschouwing worden gelaten vanwege te afwijkende kenmerken.

Individueel niveau

Op het individueel niveau verzamelen we data met betrekking tot de teamcohesie, de familiariteit, de heterogeniteit, de motivatie en de werknemertevredenheid. Hiertoe worden enquêtes uitgezet (zie Appendix I) onder alle bouwplaatsmedewerkers; de handen op de werkvloer. De individuele kenmerken van personen die werkzaam zijn binnen één project worden geaggregeerd naar teamkenmerken. In de vragenlijsten is

gevraagd in welke projecten de werknemers werkzaam zijn geweest. Zo werd mogelijk gemaakt de projectgegevens te koppelen aan de individuele gegevens. De enquêtes zijn uitgezet in de tweede helft van mei 2011. Er is gekozen voor schriftelijke, gestandaardiseerde enquêtes. Elektronische enquêtes waren wenselijker maar onmogelijk omdat de respondenten geen e-mailadressen hadden en er geen computers beschikbaar waren. Er is zodoende een rondgang gemaakt langs bouwprojecten in het hele land om alle onderzoekseenheden in de onderzoekspopulatie te bevragen. Er is geen reden om aan te nemen dat de onderzoekspopulatie afwijkt van de doelpopulatie. Er zijn echter geen gegevens om na te gaan of deze aanname juist is; zolang niet blijkt dat dit niet zo is zullen resultaten gegeneraliseerd worden.

Het invullen van de enquêtes duurde ongeveer 10-15 minuten. Om de kwaliteit van de respons en de responsbereidheid te verhogen is bij elke invulsessie een coördinerend uitvoerder of 'gewoon' uitvoerder aanwezig geweest. Hij heeft daar duidelijk kunnen maken dat het vanuit het bedrijf gewenst is dat iedereen deze enquête invult en dat zo eerlijk mogelijk doet. Ook zijn de onderzoekers zelf enkele malen aanwezig geweest bij de afname van de vragenlijsten om toe te zien op een ordelijk en correct verloop en op een betrouwbare dataverzameling. Op verschillende wijzen is ook duidelijk gemaakt aan de respondenten dat op geen enkele manier de individuele antwoorden worden doorgespeeld aan leidinggevenden of derden en dat nooit iemand persoonlijk aangesproken zal worden op de antwoorden die hij heeft gegeven, zo is de validiteit en betrouwbaarheid van de vragenlijsten verstevigd.

De responsratio is niet precies te berekenen omdat het aantal kaderfouten niet bekend is. Getracht is om in elke regio alle bouwplaatsmedewerkers te enquêteren. In regio Amsterdam zijn alle dertien werknemers die nu daar nog werkzaam zijn en destijds aan het project Westwijk in Amstelveen hebben gewerkt, bevraged. In regio Weert zijn van de 78 bouwplaatsmedewerkers 50 ingevulde vragenlijsten retour gekomen. Op het moment dat overal de vragenlijsten zijn afgenomen zijn echter ook altijd mensen afwezig (ziekte, vakantie, elders werkzaam). Zulke (toevallige) kaderfouten zorgen voor een vertekening van de responsratio. Er zijn enkele berichten gekomen dat personen hebben geweigerd de enquêtes in te vullen, maar dit is bekend van slechts drie personen. Hetzelfde geldt voor W&R. Daar zijn van de 64 bouwplaatsmedewerkers 48 ingevulde vragenlijsten teruggekomen. De *unit non-respons* is waarschijnlijk veroorzaakt doordat de bouwplaatsmedewerkers om de een of andere reden niet benaderd zijn. Er is daarin dus geen sprake van selectiviteit. Wel neemt de *power* van de resultaten af door deze kleinere N. Om toch een responsratio te kunnen weergeven is gekeken naar het gemiddelde aantal bouwplaatsmedewerkers werkzaam in één project (± 16) en het gemiddelde aantal bouwplaatsmedewerkers per project zoals dat naar voren komt uit de enquêtes (± 10.5). Dan komen we op een responsratio van ongeveer 66%. Ruwweg tweederde van de werknemers werkzaam op een project is dus geënuquêteerd. Dit is vrij hoog, helemaal als in ogenschouwen genomen wordt dat tussen de afronding van het project en het invullen van de enquêtes soms anderhalf jaar zit en werknemers inmiddels niet meer bij BAM werkzaam zijn.

De vragen en antwoordmogelijkheden zijn in alle invulsessies op dezelfde manier mondeling toegelicht om te verzekeren dat er geen onduidelijkheid was bij de respondenten. Wanneer er nog vragen waren is bij de beantwoording in acht genomen dat de respondent geen richting op gestuurd werd en alles aan zijn eigen interpretatie over is gelaten. Anders zouden de antwoorden moeilijker te vergelijken zijn. Op de

bouwplaats waar de werknemers werkzaam zijn, is de enquête afgenomen. In totaal zijn daartoe op zo'n veertig bouwplaatsen de enquêtes verspreid.

Alle vragen zijn gesloten; de antwoordmogelijkheden zijn voor alle respondenten gelijk. De antwoordmogelijkheden zijn voornamelijk volgens een 5-punts likertschaal opgesteld. Professionals uit het veld zijn geraadpleegd en een eerste versie van de vragenlijst is in een test uitgezet om te verzekeren dat de vragen en antwoordcategorieën duidelijk en begrijpelijk interpreteerbaar en uitputtend en omvattend zijn. Uit de testvragenlijst bleek dat de opgenomen restcategorie (weet niet/geen mening) overbodig was en enkele vragen nog te onduidelijk geformuleerd waren. Over de routing waren geen klachten of opmerkingen. De routing is zo eenvoudig mogelijk gehouden door vragen met dezelfde antwoordcategorieën bij elkaar te plaatsen en daarbinnen vragen over hetzelfde onderwerp te groeperen. Dat (tegengestelde) vragen die erg op elkaar leken daarbij bijna na elkaar bevroegd werden, bracht geen problemen met zich mee. Doordat de groep respondenten vrij homogeen is, is ervoor gezorgd dat alle respondenten alle vragen moeten invullen en geen nodeloos ingewikkelde routing gevolgd hoeft te worden. Voor de meting van bijna elk construct is zowel een positief als negatief geformuleerde vraag opgenomen. Door de vraag te formuleren in eenvoudige bewoordingen is er toch voor gezorgd dat voor de doelgroep de vraag duidelijk en begrijpelijk bleef – zo bleek uit de testvragenlijst en het daarop volgende gesprek over de vragen en antwoorden.

Mogelijk is daardoor de *item non-respons* zo laag. Van bijna alle ingevulde enquêtes zijn alle vragen ingevuld. Een enkeling heeft niet aangegeven in welke projecten hij werkzaam is geweest. Daardoor zijn deze twee enquêtes niet mee te nemen in dit onderzoek. Verder is bij toeval één enkele vraag niet ingevuld. Dit heeft geen consequenties omdat waar deze item non-respons voorkomt, dit is bij een vraag die deel uitmaakt van een schaal. Bij het construeren van deze schaal vallen deze ontbrekende waarden weg. Omdat er geen sprake is van selectieve unit non-respons en nauwelijks sprake is van item non-respons is responsvertekening onwaarschijnlijk.

3.2 Operationalisering

In deze paragraaf worden de vraagstellingen en hypothesen concreet meetbaar gemaakt. Per variabele wordt besproken wat er precies mee bedoeld wordt en hoe dit meetbaar is gemaakt.

3.2.1 Afhankelijke variabele

Rentabiliteit

De afhankelijke variabele in dit onderzoek is de rentabiliteit, het rendementspercentage dat gehaald wordt in een project. De formule van de rentabiliteit is reeds toegelicht:

Informatie over de rentabiliteit van projecten is verkregen uit de administratie van werkmaatschappijen. Omdat gegevens hierover vertrouwelijk zijn, is een transformatie over deze rendementpercentages uitgevoerd waardoor de percentages worden omgezet naar ordinale variabelen. Dat wil zeggen dat wel een rangorde aan te brengen is in de rentabiliteit (b is hoger dan a), maar dat niets te zeggen is over de onderlinge afstanden. Het is door deze transformatie niet mogelijk om te zeggen dat het rendement in het ene project

Tabel 1: frequentieverdeling rentabiliteit

Rentabiliteit	Frequentie (%)
Categorie A	4 (12,1%)
Categorie B	4 (12,1%)
Categorie C	13 (39,4%)
Categorie D	6 (18,2%)
Categorie E	4 (12,1%)
Categorie F	2 (6,1%)
Totaal (N=33)	33 (100%)

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011

bijvoorbeeld twee keer zo hoog is als in het andere project. Het is alleen mogelijk te zeggen dat het rendement hoger is¹. In tabel 1 is een frequentieverdeling te zien van deze ordinale variabele. Er is sprake van een redelijk normale verdeling.

De rendementen zijn ingedeeld in zes ordinale categorieën. In categorie A evenals in categorie B vallen vier projecten. Dertien projecten vallen qua rentabiliteit in categorie C, zes vallen in D, vier in E en twee in F. In totaal komt dit neer op de in dit onderzoek meegenomen drieëndertig projecten, dit is dus 100%.

3.2.2 Onafhankelijke variabelen

De onafhankelijke variabelen betreffen veruit de meerderheid van de variabelen. Voor elke variabele zullen we aangeven hoe het gemeten is en geven we descriptief inzicht in enkele kenmerken.

Projecttype

Zoals reeds betoogd worden drie projecttypen onderscheiden. In de eerste daarvan worden zowel lean teams als -tools gebruikt, dit betreft BAM W&R. In W&R worden met vaste en autonome teams met een grote verantwoordelijkheid – lean teams – woningprojecten gebouwd. Ook worden lean tools zoals lean planning toegepast waarin alle leveranciers en bouwers samen een zo strak mogelijke, maar wel realistische en realiseerbare planning maken die ook daadwerkelijk wordt nagestreefd door alle partijen. Daarbij wordt altijd gewerkt vanuit een referentiewoning. Alle woningen die volgens deze methode gebouwd worden, zijn voor minstens 80% hetzelfde (ze hebben grofweg dezelfde indeling, dezelfde materialen worden gebruikt). In de ‘vrije’ 20% is echter alles naar wens te veranderen. Sowieso het uiterlijk, maar ook de grootte, hoogte, aantal verdiepingen, het dak, de muren, de gevels, de ramen en deuren, schoorstenen enz. zijn aan te passen. Het resultaat is een woning die absoluut uniek is en oogt, maar die op een gestandaardiseerde manier tot stand is gekomen. In deze wijze van bouwen (bijna: produceren) wordt een grote mate van onzekerheid uit het proces

¹ In de analyses zal wel gewerkt worden met de ongetransformeerde variabele om geen informatie te verliezen. In beschrijvingen van deze analyses waaruit mogelijk informatie over de (relatieve) hoogten van de rentabiliteit te herleiden is, is dit weergegeven vanuit de getransformeerde, ordinale variabele.

verwijderd en kan het proces geoptimaliseerd worden door alle verspilling te elimineren. Tegelijkertijd schept dit mogelijkheden om *best practices* met betrekking tot kwaliteit en werkwijzen te ontwikkelen en te blijven verbeteren. Deze verbeteringen worden in eerste instantie vanaf de werkvloer door de vaste teams geïnitieerd. Voor W&R zijn 24 projecten meegenomen in het onderzoek (tabel 2).

In het tweede projecttype worden verschillende tools ingezet (zoals die ook in W&R ingezet worden) in verschillende onderdelen van het bouwproces. De twee projecten die in dit projecttype vallen zijn uitgevoerd in de regio Weert als eerste projecten waarin het lean concept is toegepast (tabel 2). Niet overal worden alle tools gebruikt die in W&R gebruikt worden en ook niet in alle onderdelen van het bouwproces worden deze tools ingezet. Kortom, er is een beperkte toepassing van de lean tools en er wordt geen gebruik gemaakt van lean teams. De individuen in de teams die in regio Weert aan een huis bouwen worden per project geselecteerd en bij elkaar gezet. Een grotere vergelijkingsbasis dan deze twee projecten is helaas niet mogelijk omdat verder simpelweg nog geen projecten zijn afgerond waarin gebruik is gemaakt van lean tools.

Tot slot hebben we de traditionele woningbouw, die vertegenwoordigd wordt door projecten uitgevoerd in de regio Amsterdam en eerdere projecten uit de Regio Weert. Ook in regio Amsterdam is recentelijk een start gemaakt met lean. Dit is echter slechts een paar maanden voordat dit onderzoek is uitgevoerd geïnitieerd en heeft nog geen concrete effecten gesorteerd in de samenstellingen, opvattingen en werkpraktijken van de bouwplaatsmedewerkers. Slechts één van de projecten die in de afgelopen anderhalf jaar zijn afgerond is meegenomen in dit onderzoek. Andere projecten – zoals omvangrijke renovatieprojecten of grootschalige onderhoudswerken – zijn erg afwijkend van W&R woningbouwprojecten. De recente opkomst van lean heeft in BAM Woningbouw Regio Amsterdam geen effecten gesorteerd die terug te vinden zijn in de gegevens zoals die verzameld zijn voor dit onderzoek. Regio Amsterdam is in dit onderzoek te beschouwen als traditionele bouw. Dit ene project is aangevuld met zes projecten uit de Regio Weert, waar toen ook nog geen

Tabel 2: frequentieverdeling projecttype

Projecttype	Frequentie (%)
Lean (W&R)	24 (72.7%)
Semi-lean (regio Weert)	2 (6.1 %)
Traditioneel (regio Amsterdam & Weert)	7 (21.2%)
Totaal (N)	33 (100%)

lean invloeden te bekennen waren (tabel 2).

Ook in Regio Weert is de inzet volgens de lean methodiek pas vrij recent en beperkt tot de inzet van lean tools in een aantal projecten.

Deze variabele wordt als dummy's opgenomen in de analyses.

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011

Doorlooptijd

De doorlooptijd van projecten komt aan de orde omdat door lean tools in te zetten mogelijk de doorlooptijd verkort kan worden en daardoor het rendement verhoogd wordt. De doorlooptijd is simpelweg de tijd die nodig is om het project op te leveren. Dat is natuurlijk sterk afhankelijk van de schaalgrootte van het project. Als controlevariabele zal daarom de grootte van het project meegenomen worden. De doorlooptijd van een project wordt gemeten in aantal maanden. Zonder rekening te houden met de schaalgrootte van het project duurt een nieuwbouwproject gemiddeld ± 12 maanden met een standaardafwijking van ongeveer 5 maanden. Het maximaal gemeten aantal maanden doorlooptijd is 29 en het minimale aantal is 7. De verdeling is echter

enigszins rechtsscheef. In de analyses nemen we de wortel van de variabele op om een meer normale verdeling te krijgen. Beschrijvende statistieken hiervan zijn te zien in tabel 3.

Veiligheid

Ook de veiligheid van de projecten wordt gemeten. Daartoe wordt een maat genomen die op projectniveau onderzocht is. Voor elk bouwproject wordt – elke 8 weken – een arboscore berekend. Dit wordt gemeten door te kijken hoe hoog een project scoort op een vastgesteld aantal punten. Veelal wordt dit binnen BAM afgenomen door een inspecteur van Aboma (bedrijf gespecialiseerd in keuringen, inspecties en taxaties van materieel en in begeleiding van arbobeleid in bouwbedrijven), soms door een interne adviseur. De (gemiddelde) arboscore per project die hieruit voortvloeit wordt gebruikt als maat voor de veiligheid in dit onderzoek. Het aantal daadwerkelijke ongevallen is té laag, er is te weinig variatie in, om dit te gebruiken in het onderzoek. De daadwerkelijke (on)veiligheid in een project zal hier dus niet gebruikt worden. Om de veiligheid te meten zal hier gebruikt gemaakt worden van de immer aanwezige veiligheid van de bouwplaats, de mate van veiligheid van de omstandigheden waarin de bouwplaatsmedewerkers werken zoals vastgesteld tijdens een veiligheidsronddgang. En dus niet de veiligheid van de bouwplaatsmedewerkers uitgedrukt in bijvoorbeeld een *incident frequency*, die meet hoeveel ongevallen met minstens één dag afwezigheid tot gevolg per miljoen gewerkte uren voorkomen. De arboscores worden gebaseerd op de beoordelingen op een lijst punten. Daarbij staat een score van 75% op zo'n punt voor het behalen van de BAM Woningbouwnorm. Wanneer extra inspanningen voor het bevorderen van de veiligheid worden verricht, kan een hogere score behaald worden. Een score boven de 75% is dus hoog. Bij het niet voldoen aan de normen wordt een lagere score dan 75% toegekend. De gemiddelde arboscore die in de hier betrokken drieëndertig projecten wordt gehaald is iets meer dan 74 met een standaarddeviatie van ongeveer 1.5. Het minimum is 69.8 en het maximum is 77.5. De verdeling is normaal verdeeld.

Kwaliteit

Voor de kwaliteit van de projecten zal gekeken worden naar het aantal opleverpunten. Dit is een eenvoudige en betrouwbare maat om de kwaliteit van de woning – en het woningbouwproject – te bezien. Wanneer bij oplevering van de woning (nog) veel punten niet in orde zijn, laat de kwaliteit te wensen over. Niet alleen uit esthetisch oogpunt maar ook uit pragmatisch oogpunt is het van belang dat er weinig opleverpunten zijn. Bijvoorbeeld kieren of niet-loodrechte verbindingen zijn lelijk, maar zorgen vaak ook voor een slechte waterdichtheid, geluidsdichtheid en isolatie en luchtdichtheid. Zo is een laag aantal opleverpunten erg waardevol voor de klant op verschillende manieren en ook voor het bouwbedrijf vanwege lage extra kosten voor nabewerking, wat pure ongewenste verspilling is.

Het aantal opleverpunten wordt gemeten per bouwproject, en wordt ook binnen BAM gebruikt als indicator voor de kwaliteit van de woningen. De grootte van projecten is vanzelfsprekend ook hier van belang. De grootte van het project wordt daarom als controlevariabele opgenomen. Van vijf van de 33 projecten is dit aantal niet bekend. Omdat het totale aantal projecten in dit onderzoek redelijk beperkt is, willen we deze wel meenemen. We maken gebruik van een *single imputation* door gemiddelden in te vullen. Om de

vergelijkingsbasis zo specifiek mogelijk te houden wordt het gemiddeld aantal opleverpunten per woning berekend van projecten uit dezelfde regio. Dit gemiddelde per woning wordt dan vermenigvuldigd met het aantal woningen in het betreffende project om de missende waarden te substitueren. Door deze imputatie wordt de verdeling smaller, maar dit is minder belangrijk dan het verlies van informatie van deze projecten.

Het blijkt dat er, zonder rekening te houden met het aantal wooneenheden in een project, gemiddeld ongeveer 110 opleverpunten zijn. Dit aantal blijkt echter enorm te fluctueren: de standaardafwijking is maar liefst ± 150 . Het minimum aantal opleverpunten is 0 en maximum maximum is 632. De mediaan is 65, wat inhoudt dat bij een range van 0-632 de verdeling sterk rechtsscheef is. Om ook deze verdeling meer normaal verdeeld te krijgen gebruiken we ook hier een wortelfunctie. Het blijkt dat de normale verdeling bij een vierdemachtswortelfunctie het best benaderd wordt. Beschrijvende statistieken hierover zijn te vinden in tabel drie.

Teamcohesie

Om de teamcohesie te meten gebruiken we informatie uit eerdere onderzoeken. In een onderzoek speciaal naar meetinstrumenten voor cohesie in werkteams komen Carless en DePaola (2000) tot een onderscheid naar – zoals ook in dit onderzoek reeds beschreven – taakcohesie en sociale cohesie. De constructen die zij onderscheiden die een goede (betrouwbare en valide) meting zijn voor taak- en sociale cohesie komen voort uit eerdere onderzoeken naar teamcohesie. Het onderzoek van Carless en De Paola zet zo de wetenschappelijke traditie voort en geeft voor het eerst een indeling van de meetinstrumenten naar verschillende onderdelen van teamcohesie.

De vragen die zij na een factoranalyse onderscheiden voor taakcohesie zijn leidend voor de vragen die in dit onderzoek gebruikt worden (hoewel weliswaar vertaald in het Nederlands en omgezet naar eenvoudige bewoordingen die begrijpelijk zijn voor bouwplaatsmedewerkers):

1. *Onze ploeg probeert gezamenlijk haar prestatiedoelen te bereiken.*
“Our team is united in trying to reach its goals for performance” (Carless & De Paola, 2000)
2. *Ik ben ontevreden met de inzet van mijn ploeg om de taken gedaan te krijgen. (R)*
“I’m unhappy with my team’s level of commitment to the task (R)”
3. *Onze ploegleden hebben tegenstrijdige verwachtingen voor de teamprestaties. (R)*
“Our team members have conflicting aspirations for the team’s performance (R)”
4. *Deze ploeg geeft mij genoeg mogelijkheden om mijn persoonlijke prestaties te verbeteren.*
“This team does not give me enough opportunities to improve my personal performance (R)”.

Voor sociale cohesie onderscheiden Carless en De Paola (2000) ook vier vragen: 1. “*Our team would like to spend time together outside of work hours*”, 2. “*Members of our team do not stick together outside of work hours (R)*”, 3. “*Our team members rarely party together*” en 4. “*Members of our team would rather go out on their own than get together as a team (R)*”. Deze vier vragen kunnen worden samengevoegd/aangevuld met vragen die Burt in zijn invloedrijke boek over *structural holes* (1992) onderscheidt als algemene meetinstrumenten voor cohesie (dus zowel taak- als sociale cohesie). Om te voorkomen dat items precies

hetzelfde meten, worden sommige weggelaten of iets anders geformuleerd. De items van Burt bieden voor taakcohesie geen toegevoegde waarde, maar voor sociale cohesie wel omdat deze net een andere dimensie hiervan meten. In dit onderzoek zal daarom om sociale cohesie te meten de laatste vraag van Carless en De Paola (2000) vervangen worden door een van Burt (1992) die een duidelijke en veelgebruikte operationalisering is van sociale cohesie (vraag 8 in onze enquête):

5. *Onze ploeg wil graag buiten werktijd privé samen tijd doorbrengen.*
6. *Onze ploegleden gaan zelden samen naar een feest. (R)*
7. *Leden van onze ploeg gaan niet met elkaar om buiten werktijd. (R)*
8. *Leden van onze ploeg onderhouden buiten werktijd een goede persoonlijke relatie met elkaar.*

Op deze manier omvatten de gebruikte meetinstrumenten de definitie van sociale cohesie die Chioocchio en Essiembre (2009) geven: “*Social cohesion refers to a shared liking or attraction to the group, emotional bonds of friendship, caring and closeness among group members, enjoyment of other’s company or social time together*”.

De antwoordcategorieën voor deze acht vragen zijn hetzelfde, namelijk een vijfpunts likert schaal: helemaal mee oneens, mee oneens, niet mee oneens/niet mee eens, mee eens, helemaal mee eens.

We volgen de methode van Carless en de Paolo (2000) en voeren een principale factoranalyse uit over alle acht de items voor teamcohesie. We hopen zo tot hetzelfde onderscheid te komen als in het onderzoek van Carless en de Paolo (in taak- en sociale cohesie) zodat dit voor dit onderzoek niet alleen theoretisch maar ook empirisch gevalideerd is. Het blijkt dat wanneer alle acht de items – die allemaal dezelfde kant uit zijn hergecodeerd – meegenomen worden een principale factoranalyse gerechtvaardigd is met een KMO-test van .564 (hoger dan de vuistregel .5) en een significante (.000) Bartlett’s test. Een oblique rotatie is niet toegestaan omdat de factoren een te lage correlatie hebben (.191), ondanks onze verwachting dat de factoren met elkaar samenhangen. Daarom wordt orthogonaal geroteerd. In de correlatiematrix (Tabel 5, appendix II) is geen duidelijke heterogene verdeling te zien, maar duidelijk homogeen is hij evenmin. Als gekeken wordt naar de eigenwaarden van de factoren hebben drie factoren een eigenwaarde groter dan 1 (Tabel 8, Appendix II).

Theoretisch verwachten we dat de vragen 1 t/m 4 onder factor één (taakcohesie) vallen en de vragen 5 t/m 8 onder de tweede factor (sociale cohesie) vallen (tabel 4, Appendix II). In de factorstructuurmatrix is te zien hoe sterk de factoroplossing samenhangt met de items (Tabel 6, Appendix II). Vraag 1 wordt verwijderd omdat de lading niet hoog genoeg (>.4) is op zowel factor 1 (.277) als op factor 2 (-.023). Ook – respectievelijk – de vragen 5, 8 en 4 halen deze minimumscore van .4 op een van de twee factoren niet en zijn één voor één verwijderd. Vanwege dubbelladingen, een verschil van minder dan .2 in factorlading, zijn geen items verwijderd. Uiteindelijk zijn nog de vragen 2, 3, 6 en 7 opgenomen en laat de correlatiematrix een duidelijke heterogene verdeling tussen de eerste en laatste twee vragen zien. Er zijn ook nog maar twee factoren te onderscheiden met een eigenwaarde groter dan 1. Bij het verwijderen van de items is de totaal verklaarde variantie van de factoroplossing gestegen van 29% naar 49%.

In eerste instantie waren de communaliteiten van lang niet alle items hoger dan .2. Bij lage communaliteiten (<.2) wordt te weinig variantie in het item verklaard door de factoroplossing. Bij het

verwijderen op basis van de factorladingen verdwenen deze lage communaliteiten echter. In de uiteindelijke factoroplossing zijn de communaliteiten van alle items $>.4$ en dus voldoende hoog (Tabel 7, Appendix II).

Het *scree plot* biedt hier geen toegevoegd inzicht in het aantal te onderscheiden factoren (Figuur 3, Appendix II). In geen van de factoranalyses is een duidelijk knikcriterium te zien. Niettemin komt de empirische splitsing in twee factoren overeen met de theoretische tweedeling: de vragen 2 en 3 representeren factor één, taakcohesie, en de vragen 6 en 7 representeren factor twee, sociale cohesie. De schalen hebben een Cronbach's alfa van respectievelijk $.8$ en $.6$ (Tabel 9, Appendix II). De Cronbach's alfa laat zien hoe goed de items in de schaal passen. Bij $.6$ is de betrouwbaarheid voldoende hoog, dat is hier dus het geval (Gliem & Gliem, 2003).

Als maat voor de schaal is het mogelijk om relatieve, gestandaardiseerde factorscores te gebruiken. Echter kiezen we ervoor om likertscores te berekenen vanwege de grotere inhoudelijke betekenis. Het gemiddelde van de twee items per factor wordt berekend waarbij op ten minste één van deze twee items een geldige score bekend moet zijn.

Om te aggregeren naar projectniveau (het niveau van analyse) wordt per project een gemiddelde score op taak- en sociale cohesie berekend². De gemiddelde mate van taakcohesie in een team is 2.8 (gebaseerd op een likertschaal) met een standaarddeviatie van $.37$ (zie ook tabel 3). De gemiddelde mate van sociale cohesie in een team is 1.8033 met een standaarddeviatie van $.38$ (tabel 3). Beide zijn normaal verdeeld.

Familiariteit

De familiariteit is het eerste onderdeel van de teamsamenstelling. Espinosa, Slaughter, Kraut en Herbsleb (2007) stellen een omvattende definitie van team familiariteit op door eerdere onderzoeken samen te nemen. Zij stellen dat team familiariteit gemeten moet worden als eerdere werkervaring met hetzelfde team, voorkennis van andere teamleden en voorgaande werkervaring met dezelfde teamleden in soortgelijke eerdere taken. Idealiter wordt dit gemeten als netwerken van alle personen in een team. De maximale lengte van onze vragenlijst staat echter niet toe alle dyades tussen alle teamleden te gaan bevragen om zo de teamfamiliariteit te meten. Wat wij willen weten is hoe bekend en vertrouwd werknemers met elkaar zijn: hoe intensief en hoe lang werken mensen samen? Daartoe zijn de volgende vragen en stellingen opgesteld:

9. *In mijn werk werk ik helemaal niet samen met mijn collega- ploegleden.*
10. *Ik weet precies op welke manier collega- ploegleden hun werk doen.*
11. *Als een collega- ploeglid weg zou vallen zou ik direct zijn werk kunnen overnemen.*
36. *Hoe lang werkt u gemiddeld genomen al samen met uw huidige collega- ploegleden?*

Als schaal voor de antwoordcategorieën is voor de eerste drie stellingen (9, 10, 11) weer dezelfde vijfpunts likertschaal gebruikt als in de bovenstaande vragen voor teamcohesie is gebruikt. Voor vraag 36 is een iets andere, zij het op hetzelfde idee gebaseerde, schaal gebruikt, namelijk: Heel kort, kort, niet kort/niet lang, lang, heel lang. Hiervoor is gekozen in plaats van bijvoorbeeld het gemiddeld aantal jaren dat iemand met

² Dit wordt telkens gedaan door dummy's aan te maken per project die informatie bevatten over welke respondenten werkzaam zijn geweest in welke projecten en steeds te filteren per dummy. Voor die selectie van respondenten worden dan de gewenste gegevens berekend.

zijn team werkt omdat we willen meten hoe vertrouwd mensen zich met elkaar voelen. Een meting in jaren is een relatief objectieve maat daarvoor, terwijl de mate van familiariteit erg subjectief is en meerdere invloedsfactoren kent dan het aantal jaren samenwerken. Door deze antwoordcategorieën te gebruiken geeft iemand niet alleen aan hoe lang hij gemiddeld met zijn teamleden werkt, maar ook wat hij lang of kort vindt. Dat deze tussen personen niet objectief uitwisselbaar zijn maakt niet uit vanwege de subjectiviteit van de maat. De veronderstelling is dat iemand vindt dat hij lang met zijn teamleden samenwerkt als zij intensief contact hebben en veel en nauw samenwerken.

De cronbach's alfa voor deze maat is .54 maar bij verwijdering van vraag 36 wordt dit .62. Bij verwijdering van vraag 9 loopt dit zelfs op tot .74. Dit mag aangemerkt worden als een betrouwbare schaal. De vragen 36 en 9 zijn aldus verwijderd om tot een sterke schaal te komen: de schaal is samengesteld door het gemiddelde te nemen van de scores op de vragen 10 en 11, mits minstens één geldige score is neergeschreven. Ook hier worden de scores geaggregeerd naar projectniveau door de gemiddelde mate van familiariteit te nemen van alle werknemers werkzaam in één project. Gemiddeld is de mate van familiariteit in een project 2.8, met een standaardafwijking van .38. De minimale mate van familiariteit in een project is 1.5 en de maximale mate is 3.36 (tabel 3).

Heterogeniteit

De heterogeniteit is het tweede onderdeel van de teamsamenstelling. De heterogeniteit van een team valt, zoals verondersteld in hoofdstuk twee, uiteen in verschillende onderdelen. Deze zullen we hier afzonderlijk bespreken.

Opleidingsniveau

Het opleidingsniveau wordt gemeten via de Standaard Onderwijsindeling (SOI). De SOI is een gevalideerde en betrouwbare methode om onderscheid te maken naar opleidingsniveaus en is ontwikkeld voor gebruik bij statistiek en onderzoek in 1978 en wordt sindsdien elk jaar geactualiseerd in verband met voortdurende veranderingen in het Nederlandse onderwijsbestel (CBS, 2011a). De SOI die wij gebruiken is up-to-date tot 2010/2011 en wordt ondermeer ook gebruikt door het Centraal Bureau voor de Statistiek. De SOI wordt reeds gedurende lange tijd veelvuldig toegepast en heeft zijn waarde in de theorie, wetenschap en praktijk bewezen. Het wordt het meest gebruikt als meetinstrument voor opleidingsniveau in Nederland (CBS, 2011b). In een aparte publicatie (CBS, 2010c) wordt de indeling volledig verantwoord, zowel methodisch als inhoudelijk.

Omdat voor dit onderzoek interessant is welk denkniveau iemand heeft is het hoogst voltooide opleidingsniveau bevraagd en niet bijvoorbeeld het aantal jaren onderwijs. De vraag met SOI-antwoordcategorieën zoals die in dit onderzoek gebruikt wordt is:

37. *Wat is de hoogste schoolopleiding die u hebt afgerond?*

- *Lager onderwijs, basisschool, speciaal lager onderwijs, lager onderwijs niet afgerond*
- *Lager beroepsonderwijs, lagere technische school, nijverheidsonderwijs, huishoudschool, vmbo basisberoepsgerichte leerweg of kaderberoepsgerichte leerweg, mavo, ulo, mulo, vmbo theoretische of gemengde leerweg, mbo-1*

- *kmbo, vhbo, middelbaar beroepsonderwijs, mbo beroepsgerichte leerweg, mbo-plus voor toegang tot het hbo, korte hbo-opleiding (korter dan 2 jaar), havo, mms, vwo, hbs, mbo-2, mbo -3, mbo-4.*
- *hbo, kweekschool, conservatorium, mo-akten, nieuwe stijl hogescholen*
- *wetenschappelijk onderwijs, universiteit, technische/economische hogeschool oude stijl*

Om een maat hieruit te destilleren voor heterogeniteit moeten we er nog een transformatie op uitvoeren. De heterogeniteit ofwel diversiteit is een andere naam voor de aanwezigheid van variatie in de betreffende variabele. Om in een nominale of ordinale variabele (zoals deze) de variatie te meten volgen we Pelled, Eisenhardt en Xin (1991) die daarvoor *Shannon's diversity index* gebruiken:

$$H = -\sum_{i=1}^I P_i (\ln P_i).$$

Deze index kijkt naar hoe teamleden zijn verdeeld over de mogelijke categorieën van een variabele. I is daarin het aantal mogelijke categorieën, P_i is de kans dat individu i in de betreffende categorie valt. P telt op tot 1. Om de diversiteit in bijvoorbeeld geslacht te meten wordt de kans dat iemand man is afgezet tegen de kans dat iemand een ander geslacht heeft (vrouw is). waarbij. Als van tien teamleden er drie vrouw zijn en zeven man, dan is $I = 2$ (twee categorieën), $P_1 = .3$ en $P_2 = .7$. Dan is $H = - (.3 \cdot \ln(.3) + .7 \cdot \ln(.7)) = .61$. Als van tien teamleden er één vrouw is en negen man, dan is de heterogeniteit in geslacht: $H = - (.1 \cdot \ln(.1) + .9 \cdot \ln(.9)) = .32$. Hoe hoger de waarde H , des te meer heterogeniteit er is.

Deze maat voor diversiteit – in dit geval voor diversiteit in opleiding – wordt geconstrueerd op team- of projectniveau en behelst dus geen individueel kenmerk. De minimaal aanwezige heterogeniteit in opleidingsniveau in een project is .27, de maximaal aanwezige heterogeniteit is .94. Het gemiddelde is .63 met een standaardafwijking van .17. De kansdichtheid van deze variabele volgt de normale verdeling.

Vakgebied

Het vakgebied wordt redelijk eenvoudig gemeten. De verschillende vakgebieden waarin iemand kan zijn opgeleid, binnen de bouw althans, zijn als antwoordcategorieën opgenomen (zie Appendix I). Respondenten konden meerdere opties aanvinken als antwoord op de vraag:

38. In welk(e) vakgebied(en) hebt u een opleiding afgerond? (meerdere antwoorden mogelijk)

Verondersteld wordt dat naarmate er meer diversiteit is, dus naarmate er meer verschillende vakgebieden zijn vertegenwoordigd in een team, er meer taakconflicten zijn waar betere prestaties uit voortkomen. Daarbij gaat het er eigenlijk om dat kennis uit zo veel mogelijk vakgebieden aanwezig is in het team om zo met een brede blik te kunnen kijken naar uitdagingen, welke vakgebieden dat dan precies zijn doet er niet toe.

Voor deze nominale variabele zal ook Shannon's diversity index gebruikt worden. Ook hier wordt dus een maat samengesteld per team en dus per project. Er komt voor elk team dat heeft gewerkt aan een bouwproject één maat uit voor de mate van heterogeniteit in dat team. Het minimum van deze maat is 0 (helemaal geen heterogeniteit), het maximum is 1.43. Het gemiddelde over de projecten is .99 met een standaardafwijking van .44 (tabel 3). De verdeling is enigszins linksscheef maar benadert de normale verdeling wel. Daarom zal de variabele in oorspronkelijke staat worden meegenomen.

Leeftijd

De leeftijd van de respondenten is gevraagd in categorieën om de betrouwbaarheid te vergroten (in verband met onduidelijke handschriften en om de anonimiteit van de respondenten te borgen) ook al betekent dat een afname van de nauwkeurigheid van de meting. Er zijn vijf categorieën gemaakt, de eerste voor 20 jaar of jonger, de tweede voor 21-30 jaar, dan voor 31-40 jaar, dan 41-50 jaar en tot slot 50 jaar of meer. De vraag die gesteld werd was:

39. Wat is uw huidige leeftijd?

Alle antwoorden zijn vervangen door de gemiddelden van die categorie om parameters inhoudelijk beter interpreteerbaar te maken. Ook voor leeftijd moet gekeken worden naar de heterogeniteit in de teams. Dit zal op een andere manier gedaan worden omdat hier geen sprake is van een nominale of ordinale variabele. Voor ratio- of intervalvariabelen kan namelijk voor de berekening van de diversiteit of de variatie de variatiecoëfficiënt gebruikt worden (Pelled, Eisenhardt & Xin, 1999). Dit is een relatieve spreidingsmaat die de spreiding meet via de standaardafwijking, maar relatief ten opzichte van het gemiddelde. Het gaat immers niet zozeer om de gemiddelde leeftijd, maar om de spreiding in leeftijd.

Ook deze maat wordt op teamniveau geconstrueerd. Daartoe wordt de gemiddelde leeftijd in een team gedeeld door de standaardafwijking. Ook hiervoor geldt dat hoe hoger de variatiecoëfficiënt, des te hoger de mate van heterogeniteit. Het minimum van de variatiecoëfficiënt van leeftijd over alle projecten is 1.87, het maximum is 7.93. Het gemiddelde ligt op 4.45 met een standaarddeviatie van 1.19 (tabel 3). De verdeling is heel mooi normaal.

Werkervaring

Hetzelfde wat hierboven is gedaan voor leeftijd wordt hier gedaan voor werkervaring. De vraag die is gesteld is:

40. Hoeveel jaren bent u al werkzaam in de bouw?

De antwoordcategorieën zijn hetzelfde als voor leeftijd (maar dan overal minus 20 jaar): 1-10jaar, 11-20 jaar, 21-30 jaar, 31-40 jaar en 40 jaar of meer. Vervolgens zijn deze categorieën vervangen door de gemiddelden in jaren om de interpretatie eenvoudiger te maken. Ook voor werkervaring wordt verondersteld dat heterogeniteit een gunstige invloed heeft op de uitkomstvariabele. Daarom wordt ook hier, zoals ook bij leeftijd is gedaan, de standaardafwijking van de werkervaring in een team gedeeld door de gemiddelde werkervaring in een team. Gemiddeld is de variatiecoëfficiënt van werkervaring over alle projecten 1.89. De standaardafwijking is .49 en het minimum en maximum zijn respectievelijk .97 en 3.11 (tabel 3). Ook hier is de verdeling heel mooi normaal.

Competenties van invloed op teamgedrag

Voor de competenties die verwacht worden van invloed te zijn op teamgedrag is gebruik gemaakt van de *competentiespiegel* van BAM. Dit is een meetinstrument om inzicht te krijgen in het eigen gedrag. BAM heeft in samenwerking met PiCompany deze competentiespiegel ontwikkeld.

Uit de literatuur van lean management en zelfsturende, autonome teams zijn verschillende competenties onderscheiden die van belang worden geacht in lean teams. Deze zijn vergeleken met de competenties die professionals uit het lean werkveld (o.a. W&R) van belang achten voor een goede (lean) teamsamenwerking. Verschillende competenties kwamen overeen, enkele andere niet. De verschillen zijn uitgewerkt waarna in overleg een keuze is gemaakt. De competenties die verschillend waren bleken namelijk wel gemeenschappelijke gronden te hebben. In overleg is zo gekozen voor de competentie die het best de lading dekte. Uiteindelijk zijn vijf competenties geselecteerd: 'interpersoonlijke effectiviteit', 'leervermogen', 'resultaatgerichtheid' (is gekozen in plaats van 'initiatief' omdat het een bredere lading – waaronder ook een gedeelte van initiatief – dekt), 'samenwerken' en 'voortgangsbewaking' (is gekozen in plaats van 'plannen en organiseren' omdat eerstgenoemde wat concreter was en meer van toepassing op de bouwplaatsmedewerkers). In de competentiespiegel zijn per competentie vijf vragen opgenomen die deze competentie meten. Verschillend per profiel dat gemeten moet worden (bijvoorbeeld het profiel van manager, van coördinator, van projectontwikkelaar, van secretaresse, enz.) is gekozen voor de drie vragen die het best de bedoelde lading van de competentie dekken. Voor dit onderzoek is dus een aanvullend profiel gemaakt, namelijk van 'lean teamlid', waarvoor in hetzelfde overleg de vragen zijn geselecteerd die precies de competenties meten die van belang zijn.

Iemand die de competentie interpersoonlijke effectiviteit heeft *“Is zich bewust van de gevoelens en behoeften van anderen en/of van de belangen van de eigen organisatie. Gebruikt deze kennis actief in het dagelijks handelen en registreert vervolgens in welke mate de gevoelens en behoeften van anderen weer worden beïnvloed door dit dagelijks handelen”* (Koninklijke BAM groep nv & Picompany BV, 2009). De vragen die zijn geselecteerd om deze competentie te meten zijn 21, 22 en 23 (zie appendix I).

De als tweede onderscheiden competentie, leervermogen, houdt in: *“Nieuwe ervaringen, informatie en ideeën in zich opnemen en effectief toepassen”* (BAM & PiCompany, 2009). De hiervoor geselecteerde vragen, met dezelfde antwoordmogelijkheden als hierboven, zijn ook terug te vinden in appendix I met de nummers 24, 25 en 26.

De volgende competentie is die van samenwerken: *“Actief bijdragen aan een gezamenlijk resultaat (product of probleemoplossing), ook wanneer de samenwerking een onderwerp betreft dat niet direct van persoonlijk belang is”* (BAM & PiCompany, 2009). De hiervoor geselecteerde vragen zijn in appendix I te vinden onder de nummers 27, 28 en 29.

De vierde competentie, resultaatgerichtheid, heeft betrekking op: *“Actief gericht zijn op het realiseren van doelstellingen en het behalen van resultaten. Het handelen voortdurend daarop afstemmen en tijdig ingrijpen bij tegenslagen of tegenvallende resultaten. Steeds zoeken naar mogelijkheden voor verbetering van de bedrijfsvoering en benutten van kansen daartoe”* (BAM & PiCompany, 2009). De vragen 30, 31 en 32 in appendix I horen bij deze competentie.

Tot slot de laatste competentie, voortgangsbewaking, welke inhoudt: *“Opstellen en bewaken van procedures om de voortgang van taken of activiteiten te bewaken en zeker te stellen”* (BAM & PiCompany, 2009). De drie vragen die hiervoor geselecteerd zijn, zijn in appendix I te vinden onder 33, 34 en 35.

Respondenten hebben per vraag moeten aangeven in hoeverre de stellingen op hen van toepassing zijn. De invulmogelijkheden zijn, in navolging van de werkwijze binnen de competentiespiegel, gelijkend op een 5 punts likertschaal (wederom: zie appendix I).

De hierboven beschreven vragen zijn niet letterlijk overgenomen uit de competentiespiegel omdat de daarin gebruikte bewoordingen te onduidelijk en abstract waren voor de doelgroep, de bouwplaatsmedewerkers. De vragen zijn daarom ietwat aangepast en vereenvoudigd waarbij uiteraard in ogenschouw is genomen dat de strekking en de reikwijdte van de vraag gelijk bleef. De vragen zijn willekeurig negatief geformuleerd waarbij wel erop is gelet dat binnen één latente variabele altijd minstens één positieve en één negatieve formulering gebruikt is.

Voor deze competenties is geen heterogeniteit veronderstelt maar juist dat naarmate een competentie meer voorkomt, des te positiever de projectuitkomsten zijn. Een Cronbach's alfa is berekend om te kijken hoe betrouwbaar de schalen zijn. Voor de eerste competentie (interpersoonlijke effectiviteit) moet vraag 21 weggelaten worden om een betrouwbaardere schaal te krijgen. De Cronbach's alfa stijgt dan van .44 naar .56. De schaal is niet heel betrouwbaar, maar ook niet zonder meer onbetrouwbaar.

Voor de tweede competentie, leervermogen, neemt de Cronbach's alfa met meer dan .05 toe als vraag 24 wordt weggelaten. De alfa stijgt dan van .73 naar .79. Hier is sprake van een erg betrouwbare schaal.

De Cronbach's alfa van de derde competentie, samenwerken, neemt toe van .67 tot .77 als vraag 28 wordt weggelaten. Ook hier is dus sprake van een behoorlijk betrouwbare schaal.

De competentie resultaatgerichtheid laat een Cronbach's alfa zien van .73 als vraag 31 wordt weggelaten (was .55). Ook hier is sprake van een betrouwbare schaling.

Van laatste competentie, voortgangsbewaking, neemt de Cronbach's alfa toe met .01 tot .57. De toename in betrouwbaarheid is dus gering terwijl een item minder wordt meegenomen in de berekening van de schaal. De vuistregel van verwijderen bij een stijging van .05 of meer wordt hier niet gehaald en alle drie de vragen worden behouden. De schaal is redelijk betrouwbaar.

Bij het berekenen van de schalen worden telkens twee of drie items gebruikt. Waar twee items gebruikt worden moet op tenminste één van deze items een geldige score behaald zijn om meegenomen te worden, waar drie items gebruikt worden moet op tenminste twee items een geldige score genoteerd zijn.

Ook hier is de mate van aanwezigheid van deze competenties van belang in een team. De gemiddelde mate van aanwezigheid van de competenties is gebruikt. In tabel drie zijn de descriptieven van de aanwezigheid van deze competenties op projectniveau te vinden. Ze zijn allemaal mooi normaal verdeeld en hebben een minimum dat respectievelijk 2.50, 1.75, 2.25, 2.93 en 2.24 is. De maximale waarden zijn 3.71 voor de eerste competentie en 4.00 voor de andere. Het gemiddelde en de standaarddeviatie voor de competentie interpersoonlijke effectiviteit zijn 3.09 en .33. Voor de tweede, derde, vierde en vijfde competentie zijn dit respectievelijk 3.02 en .43, 3.17 en .34, 3.34 en .21 en 3.00 en .34.

Motivatie

Zoals reeds gezegd zien we betrokkenheid als een vorm van motivatie, in navolging van Meyer, Becker en Vandenberghe (2004). In de meting van motivatie moet zodoende ook een onderdeel betrokkenheid opgenomen worden. Daarom maken we gebruik van stellingen die in het veel geciteerde artikel van Lodahl en Kejner (1965) worden aanbevolen als zijnde de beste maten om werkbetrokkenheid te meten. Sindsdien hebben deze stellingen hun waarde bewezen ondermeer in Lawler en Hall (1970) en Hackman en Lawler (1971). Om ze te kunnen gebruiken in dit onderzoek – om ze begrijpelijk te maken voor de doelgroep – zijn ze wel nog vertaald en licht aangepast. Deze stellingen worden aangevuld met veelgebruikte stellingen met betrekking tot de meting van motivatie uit onderzoeken waarin ook betrokkenheid is opgenomen. Metingen van deze termen overlappen elkaar namelijk vaak waardoor het van belang is om een correcte meting van motivatie – naast betrokkenheid – te hebben. De stellingen zijn afkomstig uit onderzoeken (Hackman & Oldham, 1976; Lawler & Hall, 1970; Hackman & Lawler, 1971) die ook na deze publicaties nog veel gebruikt zijn en zo zijn gesterkt in hun validiteit en betrouwbaarheid. Deze onderzoeken gebruiken veelal dezelfde vragen, soms enkel in iets andere bewoordingen. Stellingen die erg op elkaar lijken zijn samengevoegd en verder is erop gelet dat een zo breed mogelijke operationalisering is gebruikt (zodat alle aspecten van de latente variabele terugkomen in tenminste één vraag). Op een vijfpunts likertschaal kunnen de respondenten aangeven in welke mate ze het eens zijn met de stellingen.

Voor betrokkenheid worden door Lawler en Hall (1970) en Hackman en Lawler (1971) drie dezelfde stellingen gebruikt: *'The most important things that happen to me involve my job'*, *'I live, eat, and breathe my job'*, *'I am very much involved personally in my work'*. Lawler en Hall (1970) formuleren er nog meer, waaronder *'Most things my life are more important than work'*. Deze laatste wordt samengevoegd met de eerstgenoemde stelling. De overige stellingen worden om de enquête beknopt en *to-the-point* te houden niet gebruikt. De uiteindelijke vragen in dit onderzoek over werkbetrokkenheid zijn dan ook:

12. *Gebeurtenissen in mijn werk behoren tot de minst belangrijke dingen in mijn leven (R).*
13. *Ik leef, eet en adem mijn werk (bij wijze van spreken).*
14. *Ik ben heel erg persoonlijk betrokken bij mij werk.*

Voor wat betreft de (intrinsieke) motivatie formuleren Lawler en Hall (1970) vier vragen: *'I feel bad (and unhappy) when I do my job poorly'*, *'When I perform my job well, it contributes to my personal growth and development'*, *'My own feelings are not affected much one way or the other by how well I do on this job(R)*, en *'Doing my job well increases my feeling of self-esteem'*. Hackman en Oldman (1976) gebruiken de tweede hiervan niet en formuleren de eerste en de laatste negatief. Hackman en Lawler (1971) nemen ook de tweede stelling niet op in hun vragenlijst en formuleren alleen de eerste negatief. Ook hier nemen we enkel de vragen over die in alle drie de onderzoeken gebruikt worden (in positieve dan wel negatieve vorm):

15. *Ik voel me slecht en ontevreden als ik mijn werk niet goed doe.*
16. *Hoe goed ik mijn werk doe heeft geen invloed op mijn gevoelens (R).*
17. *Als ik mijn werk goed doe verhoogt dat mijn zelfvertrouwen en zelfwaardering.*

Theoretisch zien we betrokkenheid als een vorm van motivatie en zouden we deze twee aspecten opnemen in één variabele. Desalniettemin willen we dit ook empirisch valideren. Met een factoranalyse is gekeken of deze zes vragen volgens bovenstaande indeling uiteen te trekken zijn in twee onderdelen: betrokkenheid en motivatie. Het blijkt dat van één items, vraag 17, de communaliteit gelijk is aan 1, om een principale factoranalyse uit te kunnen voeren moet deze daarom verwijderd worden. Bij de factoranalyse die dan gedraaid wordt is de KMO-testwaarde weliswaar hoger dan de vuistregel .5 (namelijk .54), maar is de Bartlett's test niet significant (.16). Het is dus maar de vraag of een factoranalyse een geschikte analysemethode is. De factoren blijken niet sterk met elkaar samen te hangen, dus een orthogonale rotatie wordt gebruikt. Wanneer item 16 wordt verwijderd omdat het te laag scoort op een van de twee factoren, zakken ook de factorladingen van de andere items tot onder het gewenste niveau van .4. Uiteindelijk blijven zo geen items over. Ook de screeplots van de verschillende analyses geven geen duidelijke aanwijzingen voor een onderscheid in twee factoren. De bezwaren tegen een empirisch onderscheid in twee factoren en de theoretische overwegingen doen besluiten om motivatie en betrokkenheid gezamenlijk in de analyses op te nemen. Bijkomend voordeel daarvan is dat het aantal vrijheidsgraden beperkt blijft, wat wenselijk is in een analyse met zo weinig cases.

We nemen dus één variabele op waarbinnen motivatie én betrokkenheid vallen. De Cronbach's alfa van deze variabele, geconstrueerd uit de zes vragen, is .45. Wanneer item 13 wordt weggelaten stijgt dit naar .50. Omdat een Cronbach's alfa van .45 niet erg hoog is en voldoende items gebruikt worden in de constructie van de schaal kiezen we voor de verhoging naar .50 en het wegvallen van een van de vragen. De betrouwbaarheid van de schaal is dan nog steeds discutabel maar wel voldoende om op te nemen in de analyses. Voor de variabele 'motivatie' wordt het gemiddelde genomen van de antwoorden op de vragen 12, 14, 15, 16 en 17 waarbij op ten minste drie variabelen een geldig antwoord gegeven moet zijn. Er zijn dan geen missings op de nieuwe variabele. Ook hier worden de gegevens geaggregeerd naar het projectniveau. Dan geldt dat het minimum (over de projecten) 2.35 is en het maximum 2.97 is. De gemiddelde mate van motivatie in een project is 2.56 met een standaarddeviatie van .15 (tabel 3). De verdeling is voldoende normaal.

Werknemertevredenheid

De laatste variabele die we bespreken is die van werknemertevredenheid. Verschillende maten zijn beschikbaar om te gebruiken voor de meting van de tevredenheid van de werknemers met hun werk (bijvoorbeeld JDI of MQS). Deze maten zijn allemaal zeer uitgebreid – té uitgebreid voor onze enquête die slechts een beperkte omvang kan hebben. Al deze maten vallen uiteen in verschillende onderdelen van tevredenheid. Vanwege de beperkte omvang voor de meting van werknemertevredenheid zal gekozen worden voor een maat met betrekking tot algemene tevredenheid die in niet te veel items te meten is. Uit de meta-analyse van Iaffaldano en Muchinsky (1985) zijn enkele gedegen onderzoeken te vinden die metingen gebruiken die aan deze voorwaarden voldoen. Slechts één van deze onderzoeken heeft een meting specifiek voor algemene tevredenheid, verwoord in algemeen toepasbare termen, andere onderzoeken zijn specifiek voor toepassing op bepaalde contexten en settings. Het onderzoek van Hackman en Lawler (1971) gebruikt drie items die samen een hoge interne consistentie kennen en gezamenlijk algemene werktevredenheid meten:

'Generally speaking, I am very satisfied with my job', 'I frequently think of quitting my job (R)', 'Generally speaking, I am very satisfied with the kind of work I have to do on my job'.

Vertaald naar het Nederlands zijn deze stellingen als volgt opgenomen in de enquête:

18. *Over het algemeen ben ik erg tevreden met mijn werk*
19. *Ik denk er geregeld over om ontslag te nemen van mijn werk (R)*
20. *Over het algemeen ben ik erg tevreden met de werkzaamheden die ik verricht in mijn werk.*

Ook hier wordt op een vijfpunts likertschaal aangegeven in welke mate respondenten het eens of oneens zijn. De antwoorden op de variabelen worden gemiddeld om tot één maat te komen voor algemene werknemertevredenheid. Om een geldige score op deze ene maat te krijgen moeten op minstens twee vragen geldige antwoorden gegeven zijn. In het onderzoek van Hackman en Lawler (1971) heeft deze maat een Cronbach's alfa van .76. In ons onderzoek is dit .62 maar wanneer item 19 weggelaten wordt stijgt dit naar een respectabele .73. Daar wordt voor gekozen en de nieuwe variabele wordt geconstrueerd door het gemiddelde te nemen van de vragen 18 en 20. Geaggregeerd naar het projectniveau is de gemiddelde werknemertevredenheid 2.87 met een standaardafwijking van .19 op een range van 2.54 (minimum) tot 3.14 (maximum). Zie ook tabel drie. Ook hier is de verdeling voldoende normaal.

3.2.3 Controlevariabelen

Als controlevariabele wordt de grootte van het project meegenomen. Verschillende professionals uit het werkveld gaven aan dat de grootte van het project mogelijk een invloed zou hebben op het rendement. Bij grote projecten worden vaste kosten immers uitgespreid over een groter budget en is absoluut en relatief (dus ook bekeken in het rendement) meer winst te behalen. Ook heeft het logischerwijs een belangrijke rol in de analyse van kwaliteit (opleverpunten) en doorlooptijd. De grootte van het project is hier meegenomen door te kijken naar het aantal wooneenheden dat in een project gerealiseerd wordt. Informatie hierover is verkregen uit de administratie van organisatieonderdelen van BAM. De gemiddelde grootte van de drieëndertig projecten is 69 met een standaardafwijking van 54 wooneenheden. Het minimum is 12 en het maximum is 216. Ook deze range is dus erg breed en met een mediaan van 54 is ook hier de verdeling enigszins rechtsscheef. De wortelfunctie maakt de verdeling normaal en wordt daarom gebruikt in de analyses. In tabel 3 is deze wortelfunctie te zien.

Ook wordt de periode meegenomen waarin een project is uitgevoerd. Hoewel de projecten allemaal in het afgelopen anderhalf jaar zijn afgerond is de invloed van de roerige tijden niet te onderschatten. Om voor deze periode-effecten te controleren wordt de maand en het jaar van oplevering meegenomen. In oktober 2009 is het eerste project dat meegenomen wordt opgeleverd, in mei 2011 het laatste. Het gemiddelde ligt in september 2010, een standaardafwijking is wel berekend maar heeft geen inhoudelijke betekenis (tabel 3).

Verder worden geen controlevariabelen meegenomen. Er is op gelet dat projecten zijn geselecteerd die zoveel mogelijk op elkaar lijken. Natuurlijk is dit geen perfecte indeling – er is geen gebruik gemaakt

(kunnen worden) van een willekeurige indeling in controle- en interventiegroep. Desalniettemin is de vergelijkingsbasis zoals die hier is gebruikt in deze praktijk de best haalbare. De resultaten zullen met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden.

Ter afsluiting van deze paragraaf zijn in tabel 3 de beschrijvende statistieken van de hierboven beschreven variabelen in een overzicht weergegeven. Per variabele is reeds deze tabel toegelicht.

Tabel 3: Beschrijvende statistieken, overzicht alle variabelen

Variabele	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Rentabiliteit	Cat. A	Cat. F	Vertrouwelijk, zie tabel 1.	
Projecttype				
Lean	0	1	.73	
Semi-lean	0	1	.06	
traditioneel	0	1	.21	
Doorlooptijd (wortel)	2.65	5.39	3.42	0.67
Veiligheid	69.80	77.50	74.26	1.42
Kwaliteit (4 ^e machts wortel)	0	5.01	2.76	1.10
Teamcohesie				
Taakcohesie	1.75	3.4	2.79	.37
Sociale cohesie	1.25	2.67	1.80	.38
Familiariteit	1.50	3.36	2.80	.38
Heterogeniteit				
Opleidingsniveau	.27	.94	.63	.17
Vakgebied	0	1.43	.99	.44
Leeftijd	1.87	7.93	4.45	1.19
Werkervaring	.97	3.11	1.89	.49
Competenties				
Interpersoonlijke effectiviteit	2.50	3.71	3.09	.33
Leervermogen	1.75	4.00	3.02	.43
Resultaatgerichtheid	2.25	4.00	3.17	.34
Samenwerken	2.93	4.00	3.34	.21
Voortgangsbewaking	2.24	4.00	3.00	.34
Motivatie	2.35	2.97	2.56	.15
Werknemertevredenheid	2.54	3.14	2.87	.19
Projectgrootte (wortel)	3.46	14.70	7.80	2.90
Periode	Okt. '09	Mei '11	Sept. '10	170 00:33:38

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011 (N=33, 0 missende waarden, in analyses is van elke waarde nog de gemiddelde score afgetrokken)

3.3 Methode

3.3.1 Methoden en assumpties

De methoden die gebruikt zullen worden om de data te analyseren worden hier beschreven. De data bestaan uit kenmerken op projectniveau en op individueel niveau. Om deze data te analyseren zal gebruik gemaakt worden van een multipele regressieanalyse. Daarnaast worden verbanden inzichtelijk gemaakt met t-toetsen. De analyses die in het bovenstaande reeds zijn gebruikt (bijvoorbeeld de berekening van de Cronbach's alfa of de factoranalyses) worden hier niet verder toegelicht. Om met gebruik van een lineaire multipele regressie geen vertekende resultaten te krijgen is het van belang dat de onderzoekseenheden allemaal van hetzelfde niveau zijn. Daartoe aggregeren we de individueel verzamelde gegevens naar het projectniveau. Voor veel van de variabelen moet dit standaard gedaan worden omdat daarbij de teamsamenstelling (op projectniveau) van belang is. De heterogeniteit van leeftijd in een team is bijvoorbeeld geen kenmerk op individueel niveau maar op projectniveau. Specifieke informatie op individueel niveau gaat wel enigszins verloren door deze aggregatie, maar dit is noodzakelijk om geen vertekende resultaten te krijgen. Per project worden de werknemers die hebben aangegeven in dat project werkzaam geweest te zijn samengenomen om de teamkenmerken daaruit te destilleren.

Om gebruik te kunnen maken van een multipele regressieanalyse om de data te analyseren moet aan vier assumpties voldaan worden (te Grotenhuis & van der Weegen, 2008). De eerste is dat de samenhang tussen de x en y variabelen lineair moet zijn. De tweede assumptie betreft de onafhankelijkheid van de fouten. De fout die bij de ene respondent hoort mag niet samenhangen met de fout die bij een andere respondent hoort. De derde assumptie houdt in dat de fouten normaal verdeeld moeten zijn voor alle x-scores. Tot slot, de vierde assumptie volgend, moeten de varianties van de fout voor elke combinatie van x-scores gelijk zijn: de data moet *homoscedastisch* zijn. Tot slot is het van belang, voornamelijk in analyses met een relatief lage N, zoals hier het geval is, dat er geen invloedrijke *outliers* zijn die sterk de uitkomst vervormen. Deze voorwaarden zullen hier kort besproken worden.

Assumptie van lineariteit

Het verschil in geobserveerde en voorspelde waarde (de gemiddelde fout) moet 0 zijn voor alle x-scores. Daartoe voeren we een lineariteitstoets uit. De (gestandaardiseerde) voorspelde waarden zijn uitgezet tegen de (gestandaardiseerde) residuen in een scatterplot. De residuen blijken willekeurig verdeeld te zijn rondom de middenlijn en er is dus geen sprake van non-lineariteit.

Assumptie van onafhankelijke fouten

Deze assumptie is niet empirisch te controleren, beredeneerd zal moeten worden of hier sprake van is. Aan deze assumptie wordt niet voldaan, de fouten zijn niet onafhankelijk van elkaar. Dezelfde mensen komen namelijk in verschillende projecten voor. Echter is de invloed per persoon in de constructie van de waarden

beperkt en blijkt uit onderzoek van Croon en van Veldhoven (2007) dat in een model als dit de resultaten weliswaar vertekend worden maar dit slechts kleine vertekeningen zijn. Hoewel de assumptie enigszins geschonden wordt is het niet onverantwoord om toch een lineaire multivariate regressieanalyse te gebruiken.

Assumptie van normaal verdeelde fouten

Als de fouten erg scheef verdeeld zijn kan dit wijzen op het ontbreken van belangrijke predictoren of mogelijke non-lineariteit. Per variabele is reeds gekeken of de verdeling normaal was en waar nodig met transformaties de normale verdeling zo precies mogelijk benaderd. Aanvullend wordt nog gekeken naar het histogram met de verdeling van de fouten in de steekproef. Ook bezien op het totale niveau van de (project) data is er sprake van een normale verdeling.

Assumptie van homoscedasticiteit

Om op deze assumptie te toetsen wordt eveneens als bij de controle op lineariteit gekeken naar het scatterplot waarin de voorspelde waarden zijn afgezet tegen de residuen. De verdeling van residuen rondom de middellijn is bij alle verdelingen op alle x-waarden ongeveer even breed. De variantie is overal ongeveer even groot. De data heeft geen heteroscedastische vorm.

Afwezigheid invloedrijke waarnemingen

Residuenanalyse kan dergelijke invloedrijke waarnemingen opsporen. Echter doordat het aantal cases hier zo laag is, zijn deze gevallen direct goed waarneembaar in frequentieverdelingen of descriptieve statistieken. Een residuenanalyse is niet nodig om te kunnen concluderen dat er geen sprake is van invloedrijke waarnemingen.

3.3.4 Betrouwbaarheid en validiteit

Hier zullen de kwaliteitscriteria van dit onderzoek besproken worden. De betrouwbaarheid en de validiteit van de verkregen data staan centraal omdat aan de hand daarvan bekeken kan worden in hoeverre oorzakelijke verbanden vast te stellen zijn.

Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid betreft de mate van toeval van een waarneming ('t Hart, Boeije & Hox, 2005). Om de kans op de aanwezigheid van veel toevallige fouten zo klein mogelijk te houden is veel aandacht besteed aan het gebruik van betrouwbare operationaliseringen in de enquêtes. Zoals in de bovenstaande paragraaf te zien is, zijn de vragen zoals opgenomen zorgvuldig gekozen en verwoord.

Er is geen gebruik gemaakt van een aselechte steekproef. Een aselechte toewijzing van onderzoekseenheden aan verschillende groepen was – zoals betoogd – niet mogelijk. Er is wel op gelet dat de omvang van de onderzoeksgroep zo groot mogelijk is gehouden om toevallige fouten zo veel mogelijk tegen

elkaar weg te laten vallen. In twee van de drie onderzochte organisatieonderdelen zijn daarom alle bouwplaatsmedewerkers onderzocht.

Ook is gebruik gemaakt van parallelle operationaliseringen. Haast alle begrippen worden gemeten via verschillende items waarbij minstens één positieve en één negatieve formulering is gebruikt. De items kunnen als replica's van elkaar worden beschouwd waardoor meer betrouwbare items op een meer betrouwbare manier het begrip meten. De betrouwbaarheid tot slot is voor alle samengestelde variabelen getoetst door de Cronbach's alfa op te vragen.

Interne validiteit

Naast de afwezigheid van toevallige fouten is de afwezigheid van systematische fouten van groot belang. De aanwezigheid van veel systematische fouten is een serieus probleem voor de validiteit van een onderzoek; de geldigheid van de interpretatie ('t Hart, Boeije & Hox, 2005; te Grotenhuis & van der Weegen, 2008). De validiteit valt uiteen in twee punten.

De interne validiteit is het eerste punt waar naar gekeken wordt. Er is niet zonder meer sprake van een hoge interne validiteit, bij gebruik van een preëxperimenteel design blijft onzeker of y door x veroorzaakt wordt ('t Hart, Boeije & Hox, 2005). Storende factoren kunnen een rol spelen. Zo is het mogelijk dat in de tussentijd, in de tijd tussen de meting van de projectdata en de afname van de enquête, een extern voorval of 'rijping' heeft plaatsgevonden die de gegevens zoals die naar voren komen uit de enquête kunnen vertekenen ('t Hart, Boeije & Hox, 2005). Dit is een onontkoombaar probleem. Echter kan gesteld worden dat zulke veranderingen tot een onderschatting van het effect zullen leiden – wat minder erg is dan een overschatting. De enquêtes zijn op een later tijdstip afgenomen waardoor zaken als teamcohesie en familiariteit meer tijd hebben gehad om tot stand te komen. Andersom kan ook worden gesteld dat er meer tijd is om weerstand tegen elkaar op te bouwen, maar dit lijkt minder logisch. Andere variabelen – zoals opleidingsniveau – zijn minder beïnvloedbaar door de tijd.

Selectie wordt verwacht geen belangrijke invloed te hebben gezien het feit dat – zo blijkt uit gesprekken met werkgevers en leidinggevendenden – bouwplaatswerknemers niet kiezen voor BAM Woningbouw W&R omdat daar volgens de lean methodiek gewerkt wordt. Ook de bouwplaatsmedewerkers zelf zien deze selectie waardoor bijvoorbeeld meer gemotiveerde werknemers bij W&R terecht zouden komen niet. Uitval kan wel een storende factor zijn. De mensen die sinds de oplevering van een project zijn uitgevallen bij BAM zullen zijn ontslagen of ontslag hebben genomen wegens slecht functioneren of met pensioen zijn gegaan. Wat betreft dit laatste punt is het geen probleem, verwacht kan worden dat mensen die nu die leeftijd hebben wel in de onderzoeksgroep vallen. Wat betreft het eerste punt – ontslag nemen of ontslagen worden – zal ook dit enkel een onderschatting van de effecten tot gevolg hebben. De teamcohesie zal bijvoorbeeld toenemen bij het wegvallen van deze werknemers. Uitval kan dus een storende factor zijn maar zal geen verbanden doen ontstaan die werkelijk niet aanwezig zijn. Enkel kunnen verbanden die wel aanwezig zijn te zwak in dit onderzoek naar voren komen om zichtbaar te zijn.

De interne validiteit is niet onvoorwaardelijk hoog te noemen. Er zijn verschillende factoren die een mogelijk storende invloed kunnen uitoefenen vanwege het preëxperimentele onderzoeksdesign. Te

verwachten is echter dat waar deze factoren optreden, ze een maskerende of repressieve invloed zullen hebben. Doordat met zorg de controlegroep is uitgezocht is deze interne validiteit in ieder geval niet zorgwekkend laag.

Externe validiteit

De vraag is of vervolgens de resultaten gegeneraliseerd kunnen worden naar de doelpopulatie en naar andere omstandigheden. De populatievaliditeit en de ecologische validiteit zijn hierin van belang ('t Hart, Boeije & Hox, 2005).

Het is mogelijk dat de onderzochte groep geen representatieve steekproef is voor de algemene populatie. Ook de manier en het tijdstip van onderzoek is daarin een mogelijk storende factor. Er zijn echter geen factoren bekend die ervoor zouden zorgen dat de bouwvakkers in BAM verschillend zijn van die van andere bouwbedrijven. Verder zijn van twee organisatieonderdelen van BAM Woningbouw álle bouwplaatsmedewerkers geënquêteerd en van een derde onderdeel nog eens een aantal. Zo is er een brede focus gehanteerd en was bijvoorbeeld de onderzochte groep afkomstig uit heel Nederland en is het onderzoek niet enkel gericht op één specifieke groep. Er is geen reden om aan te nemen dat de onderzochte groep geen representatieve afspiegeling is van de algemene doelpopulatie. De populatievaliditeit staat niet ter discussie.

Verder is er met nadruk op gelet dat alle respondenten op eenzelfde manier in het onderzoek betrokken zijn. Ze kregen allemaal dezelfde vragenlijst, met dezelfde instructie. Alle enquêtes zijn plenair op de bouwplaats ingevuld. Overal was vooraf aangekondigd dat de enquêtes zouden worden afgenomen en altijd was een coördinerend uitvoerder en/of onderzoeker aanwezig om de respondenten te garanderen dat het invullen ordelijk, gestructureerd en overal op eenzelfde wijze gebeurde. Van een selectieve perceptie vanuit de onderzoeker kan geen sprake zijn omdat de antwoorden ondubbelzinnig en niet interpretatieafhankelijk geanalyseerd worden middels kwantitatieve methoden: overal is sprake van gesloten antwoordcategorieën. Vertekeningen op basis van de omstandigheden waarin de enquêtes zijn afgenomen, vergeleken met de daadwerkelijke situatie worden verwacht niet aanwezig te zijn. Respondenten zijn in hun eigen omgeving onderzocht, waarbij de respondenten zelf niet wisten van hun rol in het onderzoek. Verwachtingen zoals opgesteld in dit onderzoek zijn niet bekend bij de respondenten. Ook de ecologische validiteit is in ogenschouw genomen en er zijn geen redenen om aan te nemen dat deze precair is.

Zoals betoogd in paragraaf 3.1.2 is er een lage mate van non-respons en missende waarden. Sociale wenselijkheid en selectieve respons lijkt hier niet uit te spreken. Sociale wenselijkheid is nooit volledig uit te sluiten, maar er zijn geen aanwijzingen dat hierdoor vertekeningen op kunnen treden.

Validiteit van de metingen

Ook andere vormen van validiteit zijn belangrijk in een onderzoek. Voor de metingen die gedaan worden in het onderzoek zijn dat specifiek: inhoudsvaliditeit, soortgenootvaliditeit, convergente validiteit en begripsvaliditeit ('t Hart, Boeije & Hox). De inhoudsvaliditeit en de construct- of begripsvaliditeit is verzekerd door zorgvuldig – zie paragraaf 3.2 – alle begrippen te omschrijven en te operationaliseren. Er is verder gegaan dan *face validity*

door de succesvolle lijn uit eerdere onderzoeken voort te zetten. Nauwkeurig zijn theoretische constructen uit elkaar getrokken en operationalisering van daarvan gekozen door eerdere onderzoeken te bekijken.

Soortgenootvaliditeit en convergente validiteit is minder aanwezig in dit onderzoek omdat er uit praktisch oogpunt geen plaats was voor nog meer meetinstrumenten of meetinstrumenten van een ander kaliber. Wel is vooraf uitgebreid besproken wat de beste aanpak voor het verkrijgen van valide gegevens zou zijn. Toen is besloten een onderzoek met kwantitatieve inslag te gebruiken omdat er veel verschillende (kwalitatieve) opvattingen bestaan en er nog geen 'hard' empirisch bewijs is.

Tot slot is er in de afname van de vragenlijsten benadrukt dat de gegevens zoals die verkregen worden het onderzoek volledig vertrouwelijk worden behandeld en dat anonimiteit onvoorwaardelijk verzekerd is. Ook door leidinggevenden is dit benadrukt en er is expliciet gevraagd eerlijk te antwoorden. Sociaal wenselijke antwoorden zijn daarmee teruggedrongen. Ook zijn zowel positieve als negatieve items in elke schaal opgenomen om de metingen meer valide te maken.

4 Hoofdstuk 4: Resultaten

Aan de hand van de methoden die beschreven zijn in hoofdstuk 3 zullen in dit hoofdstuk de data geanalyseerd worden. De resultaten van deze analyses worden besproken en vergeleken met de in hoofdstuk 2 opgestelde verwachtingen. Verschillende lineaire regressiemodellen worden gepresenteerd die gezamenlijk de empirische toets vormen voor de opgestelde hypothesen. Omdat alle hypothesen over de effecten een richting hebben worden alle verwerpingsgebieden gedeeld door twee: er wordt éézijdig getoetst bij een significantieniveau van $\alpha=.05$, tenzij anders vermeld. Voor alle variabelen worden aanvullende t-toetsen gedaan om te kijken of ze significant verschillen tussen de drie projecttypen. Aan de hand daarvan kan worden beschreven op welke punten projecten uit verschillende projecttypen van elkaar verschillen zonder dat daarvoor gekeken wordt of ze van invloed zijn op de rentabiliteit. Door de kleine N zijn t-toetsen hier de beste methode voor.

4.1 Lean constructie en rentabiliteit

hypothese 1

In model 1 in tabel 10 is te zien dat als het traditionele projecttype met lean én semilean (samen in een variabele) wordt vergeleken op de mate van rendement, er zoals verwacht een positief significant verband te zien is ($b=5.270$, $p=.010$). Het lijkt erop dat hypothese 1, *'In bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie wordt een hoger rendement gehaald dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd'*, bevestigd kan worden.

Voordat echter de hypothese bevestigd kan worden moet nog gekeken worden naar de – mogelijk verklarende – invloed van de controlevariabelen. In model 2 wordt voor de grootte van het project en de periode waarin het project is uitgevoerd gecontroleerd. Met respectievelijk $b=.336$, $p=.329$ (tweezijdig) en $b=.000$, $p=.010$ (tweezijdig) lijkt enkel de periode van belang. Omdat niet concreet een verwachting over deze effecten is uitgesproken is naar de tweezijdige overschrijdingskans gekeken. Het effect van de periode is negatief ($\beta=-.416$) wat wil zeggen dat hoe recenter een project is opgeleverd, des te minder rendement gehaald is.

Bij opname van deze controlevariabelen wordt de invloed van lean op de rentabiliteit echter groter en signifikanter, de b stijgt naar 6.347 met $p=.002$. Er lijkt dus sprake van een suppressie-effect. Dat is afkomstig van de grootte van het project. Projecten uitgevoerd volgens lean methodieken zijn namelijk wat minder groot dan traditioneel gebouwde projecten. De proportie verklaarde variantie (adjusted R^2) van model 1 is .135, in model 2 stijgt deze naar .292. Het is dus van belang om beide controlevariabelen mee te blijven nemen.

Ook onder controle van deze twee variabelen wordt hypothese 1 gesteund door de data. De aanwezigheid van lean heeft een positieve invloed op de behaalde rentabiliteit.

Tabel 10: Multipele lineaire regressiemodellen op afhankelijke variabele rentabiliteit.

Variabele	Model 1	Model 2
Intercept	-4.154**	2074.572***
Projecttype		
Traditioneel	ref.	ref.
Semi-Lean	} 5.270***	} 6.347***
Lean		
Projectgrootte		.336
Periode		.000***
Verklaarde variantie (adj. R ²)	.135	.292

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011 (N=33, ref.= referentiecategorie, *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01)

4.2 Lean constructie tools en rentabiliteit

hypotesen 2 t/m 5

Om dieper inzicht te krijgen in het effect van lean op de rentabiliteit is het onderscheid gemaakt tussen lean tools en lean teams. Zo stelt hypothese 2 dat *‘In bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie worden lean tools gebruikt waardoor een hoger rendement wordt gehaald dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd’*. In model 1 in tabel 11 zijn de projectvormen nu ieder apart opgenomen als dummyvariabelen met de traditionele werkvorm als referentiecategorie. Semi-lean staat voor projecten die enkel lean tools inzetten, lean staat voor projecten die zowel tools als teams gebruikt. Te zien is dat de lean categorie een significant (b=7.029, p=.000) hoger rendement haalt dan de traditionele groep. De semi-lean categorie verschilt hier niet significant van (b=-3.203, p=.334). De opsplitsing leidt tot een hoge verklaarde variantie (48.4%) wat laat zien dat het projecttype zoals verwacht een grote voorspellende waarde heeft.

De controlevariabelen zijn nu allebei wel significant (respectievelijk b=.511, p=.046 [tweezijdig] en b=.000, p=.014 [tweezijdig] voor de grootte en de periode). De opsplitsing in lean tools en teams maakt het effect van de grootte van projecten zichtbaar. Het effect van de periode is negatief gebleven en de invloed van de grootte van het project is zoals verwacht positief. Het bij de resultaten voor hypothese 1 zichtbare suppressie-effect komt doordat de projecten in de leancategorie gemiddeld kleiner zijn dan die in de andere categorieën. Dit verschil in gemiddelde is echter nauwelijks significant (Appendix III, tabel 12: t=-.302, p=.086 en t=-1.490, p=.075). Het werd op zijn beurt onderdrukt door het samengenomen onderscheid tussen semi-lean en lean doordat de semi-leanprojecten gemiddeld groter zijn. Toeval hierin is door de kleine N niet uitgesloten.

Uit bovenstaande gegevens is af te leiden dat projecten waarin enkel lean tools worden ingezet niet significant verschillen in behaald rendement van projecten waar traditionele werkwijzen gehanteerd worden maar door de kleine N moeten deze resultaten voorzichtig geïnterpreteerd worden. De categorie met projecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean tools én lean teams verschilt wel significant van de traditionele werken. Er kan in ieder geval niet zonder meer geconcludeerd worden dat hypothese 2 juist is.

Tabel 11: Multipele lineaire regressiemodellen op afhankelijke variabele rentabiliteit.

Variabele	Model 1	Model 2
Intercept	1712.458***	1881.049***
Projecttype		
Traditioneel	ref.	ref.
Semi-Lean	-3.203	-3.778
Lean	7.029***	5.607*
Doorlooptijd (wortel)		-.576
Veiligheid		.525
Kwaliteit (4 ^e machts wortel)		-.395
Projectgrootte	.511**	.762
Periode	.000**	.000**
Verklaarde variantie (adj. R ²)	.484	.438

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (N=33, ref.= referentiecategorie, *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01)

In tabel 11 wordt het standaardmodel, model 1, vergeleken met model 2 waarin drie variabelen zijn toegevoegd. Als de hypothesen 3, 4 en 5 gevolgd worden bieden deze variabelen een verklaring voor het effect van de lean tools op de rentabiliteit. Hypothese 3 stelt bijvoorbeeld dat *'In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean tools is de doorlooptijd korter waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd'*. Hypothese 4 stelt dat dit verband loopt via de mate van veiligheid (projecten met lean tools zijn veiliger waardoor een hoger rendement behaald wordt) en hypothese 5 stelt dat dit loopt via de kwaliteit (bouwprojecten met lean tools hebben een hogere kwaliteit waardoor een hoger rendement behaald wordt).

Het blijkt dat het verband tussen lean tools (semi-lean) en rentabiliteit echter niet significant is. Het verband tussen lean tools én lean teams (lean) en rentabiliteit is wel significant (tabel 11, model 1). In model twee blijken geen van de drie opgenomen verklaringsvariabelen significant (p=.430, p=.252, p=.372). Daarbij blijft het verband tussen lean tools en rentabiliteit niet significant. Het verband tussen lean tools én teams neemt af tot b=5.607 met p=.092 en is bij $\alpha=.05$ niet meer significant maar bij $\alpha=.10$ nog wel. Het effect valt dus weg wat erop duidt dat er een gedeeltelijke verklaring schuilt in deze drie variabelen. In regressiemodellen (niet gepresenteerd) waarin de drie variabelen apart opgenomen worden is te zien dat alleen het aantal opleverpunten, de kwaliteit geen deel uit maakt van de verklaring. Het verklarende effect wordt gedeeld door de doorlooptijd en de veiligheid, terwijl deze effecten op zichzelf geen significant effect hebben op de rentabiliteit.

Al met al moet op basis van deze gegevens hypothese 5 ontkracht worden, er gaat hier geen verklaring uit van de kwaliteit van projecten voor het effect van lean (tools) op de rentabiliteit. Hypothesen 3

en 4 mogen niet verworpen worden omdat ze zoals verondersteld een verklaring bieden alhoewel het directe effect op de rentabiliteit voor beiden niet significant is.

In aanvullende t-toetsen worden de gemiddelde doorlooptijd, veiligheid en kwaliteit in de verschillende projecttypen met elkaar vergeleken. In tabel 13 (appendix III) is te zien dat de gemiddelde doorlooptijd in lean projecten significant korter is dan in traditionele projecten. Wanneer niet uitgegaan wordt van gelijke varianties wijken de gemiddelden namelijk significant ($t=-4.954$, $p=.001$) van elkaar af. De gemiddelde doorlooptijd van lean projecten wijkt echter niet significant af van die van semi-lean projecten (als men wederom niet uitgaat van gelijke varianties is $p=.146$). Semi-lean projecten wijken ook niet significant af van traditionele projecten (als gelijke varianties verondersteld worden is $t=.952$ met $p=.187$). Er is hier niet gecontroleerd voor bijvoorbeeld de grootte van projecten. Daarnaast blijkt ook dat vergeleken met traditionele bouw, lean projecten gemiddeld een hogere veiligheidscore hebben (tabel 13, appendix III, bij gelijke varianties is $t=4.484$ en $p=.000$). Lean projecten verschillen hierin niet van semi-lean projecten, noch verschillen semi-lean projecten hier significant in van traditionele. Voor wat betreft kwaliteit verschillen de projecttypen niet significant van elkaar (tabel 13, appendix III).

Wanneer wel voor de grootte van projecten gecontroleerd wordt en de doorlooptijd en de kwaliteit per huis bekeken wordt, blijkt uit tabel 14 (appendix III) dat de Mann-Whitney U toets (er is sprake van non-parametrische verdelingen) een significant verschil ontdekt voor de doorlooptijd per wooneenheid tussen de lean categorie en de traditionele categorie (M-W $U=44$, $p=.030$). Het verschil tussen de lean en de semi-lean categorie is in doorlooptijd per huis niet significant (M-W $U=20$, $p=.350$). Lean heeft gecontroleerd voor de grootte van het project dus een lagere doorlooptijd dan traditionele projecten, maar deze is niet significant korter dan de doorlooptijd in semi-lean projecten. Ook semi-lean en traditionele projecten zijn niet van elkaar te onderscheiden (M-W $U=4$, $p=.190$). Voor wat betreft de kwaliteit per huis blijkt dat semi-lean projecten het beste presteren. De traditionele projecten nemen de middenpositie in en de leanprojecten presteren het slechts. Wel blijkt dat alleen de categorieën die het meest van elkaar verschillen (semi-lean en lean) ook echt significant (bij $\alpha=.1$) van elkaar verschillen (M-W $U=10$, $p=.088$).

4.3 Lean constructie teams en rentabiliteit

hypothese 6 t/m 17

Aan de hand van model 1 in tabel 11 is bekeken of de inzet van lean tools van invloed is op de rentabiliteit van projecten (hypothese 2). Hypothese 6 stelt echter dat *'In bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie worden lean teams gebruikt waardoor een hoger rendement wordt gehaald dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd'*. In plaats van de lean tools wordt de inzet van lean teams gebruikt als verklaring voor het effect van lean op de rentabiliteit.

Uit model 1 in tabel 15 (hetzelfde als model uit tabel 11) blijkt dat de projecten waarin met lean tools én met lean teams gewerkt wordt significant verschillen van de traditionele bouwprojecten. Om te controleren of deze volledige leanprojecten in rentabiliteit ook significant verschillen van projecten die enkel met lean tools werken wordt een aanvullend model berekend dat bijna identiek is aan model 1, enkel met het projecttype lean in plaats van traditioneel als referentiecategorie (tabel 15, model 2). De proportie verklaarde variantie blijft gelijk, de effecten van de controlevariabelen blijven gelijk en het effect van het lean bouwtype in model wordt (tegenovergesteld) overgenomen door het traditionele ($b=-7.029$). Alleen het intercept verandert vanzelfsprekend ietwat omdat het effect van semi-lean op de rentabiliteit ten opzichte van lean wordt berekend. Dit laatste effect blijkt negatief en significant ($b=-10.232$, $p=.001$) waardoor gesteld kan worden dat in projecten met lean teams en tools meer rendement gehaald wordt dan in projecten waarin alleen met lean tools gewerkt wordt.

Het is niet helemaal uit te sluiten dat enkel de inzet van lean teams leidt tot een hoger rendement. Strikt genomen is alleen te concluderen dat de inzet van lean tools én lean teams leidt tot een hoger rendement. Omdat de leancategorie echter significant verschilt van de semi-leancategorie is het wel voor de hand liggend dat de lean teams van invloed zijn. Hypothese 6 lijkt dus gesteund te worden door de data.

Tabel 15: Multipele lineaire regressiemodellen op afhankelijke variabele rentabiliteit.

Variabele	Model 1	Model 2
Intercept	1712.458***	1719.487***
Projecttype		
Traditioneel	ref.	-7.029***
Semi-Lean	-3.203	-10.232***
Lean	7.029***	ref.
Projectgrootte	.511**	.511**
Periode	.000**	.000**
Verklaarde variantie (adj. R ²)	.484	.484

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (N=33, ref.= referentiecategorie, * $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$)

Ook voor het effect van de lean teams zijn verschillende verklaringen opgesteld. Wenselijk zou zijn om al deze verklaringen gelijktijdig in één regressiemodel te toetsen. Echter door de kleine N moet het aantal vrijheidsgraden dat nodig is voor de regressie zo beperkt mogelijk gehouden worden. Ook ligt bij opname van veel variabelen multicollineariteit op de loer. Het is daarom noodzakelijk om in kleine groepjes de variabelen op te nemen. Er is dan geen sprake van multicollineariteit.

Hypothese 7 stelt als verklaring dat de teamcohesie hoger is in bouwprojecten met lean teams en dat daardoor een hoger rendement behaald wordt. Hypothese 9 stelt dat dit komt doordat er een hogere mate van familiariteit is. In tabel 16 worden deze hypothesen getoetst door ze in model 2 op te nemen en te vergelijken met het standaardmodel, model 1, dat wederom gelijk is aan model 1 uit de tabellen 11 en 15. Uit de hypothesen 8 en 10 spreekt nog een aanvullende verwachting, namelijk dat de positieve invloed van respectievelijk teamcohesie en familiariteit op de rentabiliteit hoger is in lean projecten dan in traditionele projecten.

Uit model 2 (tabel 16) blijkt dat bij opname van taakcohesie, sociale cohesie en familiariteit de B van lean zakt naar 6.333 (met $p=.003$). Daarenboven heeft de mate van taakcohesie aanwezig in een team bij $\alpha=.1$ ook een significant effect op de rentabiliteit ($b=-3.599$, $p=.077$). Wel is dit laatste effect negatief, tegengesteld aan onze verwachting. Het blijkt dus dat bij een stijging in taakcohesie het rendement van een project afneemt. De opname van de variabelen sociale cohesie en familiariteit resulteert niet in een significante invloed van deze variabelen op de rentabiliteit (respectievelijk $b=.358$, $p=.445$ en $b=.247$ en $p=.459$). Wanneer taakcohesie, sociale cohesie en familiariteit afzonderlijk worden toegevoegd aan model 1, dan blijkt dat enkel taakcohesie de daling in de B-waarde van lean veroorzaakt (deze modellen zijn niet gepresenteerd). Met andere woorden: een gedeeltelijke verklaring voor het effect van lean teams (en tools) op het behaalde rendement wordt gegeven door de mate van taakcohesie. Opmerkelijk (en tegengesteld aan de verwachting) is dat het effect van taakcohesie op rentabiliteit negatief is.

Tabel 16: Multipele lineaire regressiemodellen op afhankelijke variabele rentabiliteit.

Variabele	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Intercept	1712.458***	1598.190**	1987.342***	1735.662***	1664.885**	1862.302**	1668.233***
Projecttype							
Traditioneel	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Semi-Lean	-3.203	-3.513	-3.472	-2.679	-1.808	-3.840	-5.817*
Lean	7.029***	6.333***	7.986***	7.160***	8.971***	5.818**	7.340***
Teamcohesie							
Taakcohesie		-3.599*					
Sociale cohesie		.358					
Familiariteit		.247	-5.036*				
Lean*Familiariteit			7.392**				
Heterogeniteit							
Opleidingsniveau				2.941			
Vakgebied				-2.008			
Leeftijd				.896			
Werkervaring				-3.086			
Competenties							
Interpersoonlijke effectiviteit					-5.898*		
Leervermogen					-1.189		
Resultaatgerichtheid					6.085		
Samenwerken					4.288		
Voortgangsbewaking					.141		
Motivatie							
Werknemertevredenheid						-.365	
Lean*Werknemertevr.						.570	-13.131
Veiligheid						.578	15.958*
Projectgrootte	.511**	.477*	.635**	.704**	.541**	.587**	.574**
Periode	.000**	.000**	.000***	.000**	.000**	.000**	.000**
Prop. verklaarde variantie	.484	.488	.509	.470	.514	.436	.481

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (N=33, ref.= referentiecategorie, * $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$)

Er wordt vervolgens gekeken naar mogelijke interactie-effecten. Aparte modellen worden gedraaid waarin taakcohesie, sociale cohesie en familiariteit afzonderlijk worden toegevoegd aan het standaardmodel (niet gepresenteerd). Vervolgens worden aan deze nieuwe modellen interactietermen toegevoegd (taakcohesie*lean, sociale cohesie*lean en familiariteit*lean). Voor taakcohesie geldt dat bij aparte opname de proportie verklaarde variantie .526 is en de invloed van taakcohesie op rentabiliteit significant is . Wanneer

daar de interactieterm aan toegevoegd wordt zakt de verklaarde variantie naar 51.3% en zijn noch de interactieterm noch de oorspronkelijke variabele significant (niet gepresenteerd). Eenzelfde verandering is zichtbaar wanneer aan het model met sociale cohesie de interactieterm wordt toegevoegd: de proportie verklaarde variantie neemt af en geen van beide toegevoegde variabelen zijn significant. Hoewel bij de sociale cohesie deze variabele in eerste instantie ook niet significant was neemt bij zowel de sociale cohesie als bij de taakcohesie de verklarende kracht van het model niet toe als de interacties worden opgenomen. Zij hebben dus geen toegevoegde waarde.

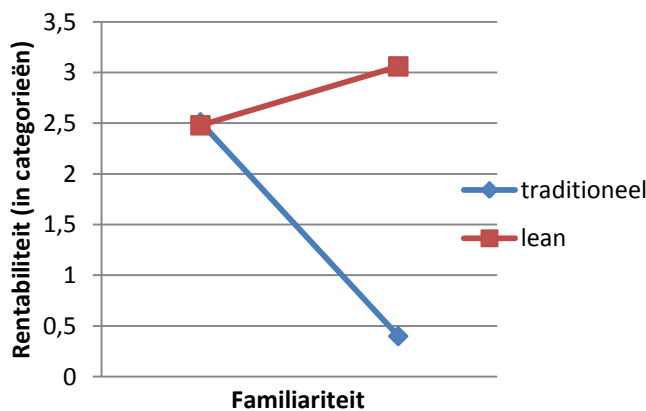
Voor de interactie van familiariteit ligt het anders. Wanneer alleen familiariteit wordt toegevoegd aan het standaardmodel is de proportie verklaarde variantie van dat model .467. Het effect van de familiariteit is dan $b = -.689$ met $p = .367$ (niet gepresenteerd). Wanneer ook de interactieterm $lean * familiariteit$ wordt opgenomen stijgt de verklaarde variantie naar 50.9%, is de b -waarde van familiariteit -5.036 met $p = .056$ en is de interactieterm significant met $p = .040$ en $b = 7.392$ (tabel 16, model 3). Deze laatste b -waarde houdt in: de invloed van familiariteit op rentabiliteit binnen lean projecten, of: de invloed van de lean werkwijze op de rentabiliteit als de familiariteit 1 stijgt (de eerste interpretatie is het meest zinvol in dit onderzoek). Om dit meer inzichtelijk te maken wordt een figuur gemaakt waarin deze tweedeling in effecten wordt weergegeven. Daartoe wordt de regressiefunctie ingevuld met de b -coëfficiënten. Als dan de minimale en maximale waarden voor lean en familiariteit tegen elkaar worden uitgezet komen de waarden uit tabel 17 naar voren. Daaruit is figuur 4 opgebouwd dat laat zien dat de mate van familiariteit in lean projecten een positieve invloed heeft op de rentabiliteit terwijl deze invloed in traditionele projecten negatief is.

Tabel 17: De invloed van familiariteit op rentabiliteit (in categorieën) onder de minimale en maximale condities van lean.

	Traditioneel	Lean
Familiariteit		
Minimum	2.51	2.48
maximum	.40	3.06

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011

Figuur 4: De invloed van familiariteit op rentabiliteit (in categorieën) onder de minimale en maximale condities van lean.



Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011

Al met al kunnen hypothesen 7 en 8 op basis van deze steekproef niet bevestigd worden. De mate van sociale cohesie in een project blijkt geen verklaring voor het effect van projecttype op de rentabiliteit en de invloed van de taakcohesie in een project als verklaring loopt de verkeerde richting op: in projecten waar met lean teams (en tools) gewerkt wordt is minder taakcohesie waardoor een hoger rendement behaald wordt. Een interactie-effect blijkt niet aan de orde. Wat betreft de familiariteit komt uit de t-toetsen naar voren dat in lean projecten inderdaad meer familiariteit te vinden is. Het blijkt dat er sprake is van een interactie-effect waarin voor lean projecten de familiariteit een significante positieve invloed heeft op de rentabiliteit en voor traditionele projecten de mate van familiariteit een opmerkelijke, want significante negatieve, invloed heeft op de rentabiliteit. Hypothesen 9 en 10 zijn aannemelijk.

Om de vergelijkingen tussen de groepen meer inzichtelijk te maken worden hier ook aanvullende t-toetsen uitgevoerd (tabel 18, appendix III). Voor wat betreft taakcohesie blijken geen van de groepen significant van elkaar te verschillen. Gemiddeld ligt het niveau van taakcohesie het laagst in leanprojecten, daarna in semi-lean projecten en het hoogst in traditionele projecten. Toevalligheid in deze waarden is niet met zekerheid uit te sluiten. De sociale cohesie ligt wel zoals verwacht het hoogst in leanprojecten. Deze projecten verschillen ook significant van semi-leanprojecten ($t=1.789$, $p=.045$). Dus in projecten waarin met lean tools én lean teams gewerkt wordt is de sociale cohesie hoger dan in projecten waar alleen met lean tools gewerkt wordt. De andere categorieën verschillen niet significant van elkaar. De familiariteit tot slot blijkt gemiddeld het hoogste te zijn in projecten die lean tools en –teams inzetten. Deze categorie van projecten verschilt hier ook significant in van de andere categorieën (traditioneel of semi-lean) bij $\alpha=.1$.

Een volgende verklaring voor het effect van de inzet van lean teams op het behaalde rendement wordt gegeven door hypothese 11. Daarin wordt gesteld dat *'In bouwprojecten waarin gebruik gemaakt wordt van lean teams is meer heterogeniteit in vakgebied, opleidingsniveau, leeftijd en werkervaring en zijn meer competenties aanwezig die een positieve invloed hebben op het teamgedrag waardoor een hoger rendement behaald wordt dan in projecten die op traditionele wijze worden uitgevoerd'*. Aanvullend stelt hypothese 12 dat in bouwprojecten waarin gebruikt gemaakt wordt van lean teams deze verklaringen een sterker positief effect hebben op de rentabiliteit dan het geval is in traditionele bouwprojecten. Voor de toetsing worden deze hypothesen opgesplitst in twee onderdelen: 11a en 12a: de heterogeniteit in opleidingsniveau, vakgebied, leeftijd en werkervaring, en 11b en 12b: de competenties.

In tabel 16, model 4, wordt 11a getoetst. Aan standaardmodel 1 zijn de vier verklaringsvariabelen toegevoegd. Te zien is dat noch het significantieniveau, noch de b van het lean projecttype is gedaald. De directe invloeden van de heterogeniteit in opleidingsniveau, vakgebied, leeftijd en werkervaring op de rentabiliteit zijn niet significant, ook wanneer ze separaat worden toegevoegd aan model 1. Wanneer deze variabelen afzonderlijk worden toegevoegd is ook te zien dat de b van lean of semi-lean niet daalt, dus ze heffen elkaar niet op in eventuele verklarende invloeden (tabel niet gepresenteerd). Geen van deze metingen van heterogeniteit lijkt dus een verklaring te bieden voor het gevonden effect tussen de inzet van lean tools en teams en het behaalde rendement of überhaupt een voorspeller te zijn voor het behaalde rendement.

Wanneer interactievariabelen worden toegevoegd aan de modellen voor iedere afzonderlijke variabele bieden deze geen extra inzicht (niet gepresenteerd). De verklaarde variantie zakt overal na opname van de interacties en in alle vier de gevallen zijn zowel de interacties als de oorspronkelijke variabele niet significant (niet gepresenteerd). Van hypothesen 11 en 12 wordt deel a niet ondersteund door de empirie.

Ook hier is middels t-toetsen nog een aanvullend inzicht gepresenteerd met betrekking tot de verdeling van heterogeniteit in opleidingsniveau, vakgebied, leeftijd en werkervaring over de verschillende projecttypen (tabel 19, appendix III). Qua heterogeniteit in opleidingsniveau en vakgebied verschillen de drie groepen niet significant van elkaar. Voor wat betreft heterogeniteit in leeftijd verschilt de categorie projecten die lean tools en lean teams inzet significant ($t=3.777$, $p=.001$) van de traditionele categorie: er is onder de bouwplaatsmedewerkers van lean projecten meer heterogeniteit in leeftijd dan onder medewerkers van traditionele projecten. De heterogeniteit in leeftijd in semi-lean projecten verschilt niet significant van de andere categorieën. Tot slot, voor de heterogeniteit in werkervaring verschilt bij $\alpha=.1$ ook de lean (tools en teams) categorie significant van de traditionele categorie ($t=1.413$, $p=.084$). Ook hier verschilt de semi-lean categorie niet significant van de andere categorieën.

Het tweede deel van hypothese 11 komt aan bod in model 5 van tabel 16. Daar zijn de vijf competenties die theoretisch zijn onderscheiden als zijnde belangrijk voor de effectiviteit en efficiëntie van werkteams toegevoegd aan standaardmodel 1. Ook uit dit model spreekt geen verklaring, de b van lean (teams en tools) stijgt zelfs tot 8.971 ($p=.000$). Daarbij zijn de directe effecten van de competenties op de rentabiliteit grotendeels niet significant. Enkel het effect van de aanwezigheid van interpersoonlijke effectiviteit is bij $\alpha=.1$ significant ($b=-5.898$, $p=.063$) maar loopt in de verkeerde richting: hoe meer interpersoonlijke effectiviteit aanwezig is in een project, des te lager zal de rentabiliteit zijn. Wanneer de vijf competenties separaat worden opgenomen blijkt dat alleen de competentie resultaatgerichtheid een positieve en significante invloed heeft op de mate van rentabiliteit in een project ($b=6.662$, $p=.033$; niet gepresenteerd). Desondanks behelst deze invloed geen verklaring voor het effect van lean op de mate van rentabiliteit (b stijgt naar 8.317, $p=.000$; niet gepresenteerd). Bij opname van de andere competenties verdwijnt dit verband van resultaatgerichtheid en komt de interpersoonlijke effectiviteit bovendrijven. Ook hier is dus geen sprake van een verklaring en bovendien is het effect tegengesteld aan de verwachting.

De interactiemodellen zorgen hier ook niet voor extra inzichten. Evenals in de toetsing van hypothese 12a zorgen ook in deze toetsing voor hypothese 12b alle toegevoegde interactietermen voor een verlaging van de verklaarde variantie en een verhoging van de p-waarden waarbij geen enkele interactieterm significant is (niet gepresenteerd). De interacties hebben aldus geen toegevoegde waarde. Deel b van hypothesen 11 en 12 vindt evenals deel a geen empirische ondersteuning. Hypothesen 11 en 12 worden niet onderschreven.

Uit tabel 20 (appendix III) blijkt dat met betrekking tot de competenties interpersoonlijke effectiviteit, leervermogen en voortgangsbewaking de drie projecttypen niet significant van elkaar verschillen, de t-waarden zijn daar allemaal niet significant. Op de mate van aanwezigheid van de competentie samenwerken is de categorie lean wel te onderscheiden van de categorie semi-lean ($t=-4.454$, $p=.000$). Omdat er slechts twee projecten in de semi-lean categorie vallen is echter niet uit te sluiten dat dit geen representatieve afspiegeling

is van projecten die enkel lean tools inzetten. Voor deze data geldt in ieder geval dat in de semi-lean projecten significant meer aanwezigheid van de competentie samenwerken te bespeuren is dan in de lean projecten. Tot slot is uit tabel 20 op te maken dat de competentie resultaatgerichtheid bij $\alpha=.1$ significant hoger is in traditionele projecten dan in lean projecten ($b=-1.457$, $p=.094$). Blijkbaar heeft de inzet van lean teams bovenop het gebruik van lean tools een negatieve invloed op de stimulering van samenwerken en de resultaatgerichtheid van de bouwplaatsmedewerkers.

In tabel 16, model 6 worden de laatste drie hypothesen behandeld die een verklaring stellen voor het effect tussen de inzet van lean teams en het behaalde rendement. Hypothese 13, 15 en 17 stellen dat in projecten waar met lean teams gewerkt wordt respectievelijk de motivatie, de werknemerbetrokkenheid en de veiligheid hoger zijn waardoor een hoger rendement behaald wordt. De hypothesen 14 en 16 stellen dat de mate van motivatie en de werknemerbetrokkenheid in lean projecten een grotere positieve invloed zullen hebben op de rentabiliteit dan in traditionele projecten.

De verklaringsvariabelen die de motivatie, werknemerbetrokkenheid en veiligheid meten zijn in tabel 16, model 6 toegevoegd aan het standaardmodel 1. Uit de tabel blijkt dat de b-waarde van de leancategorie in model 6 zakt naar 5.875 en iets minder significant wordt met $p=.012$. De drie variabelen samen – hoewel ze geen van allen een direct positief effect hebben op de rentabiliteit (motivatie: $b=-.365$, $p=.477$; werknemertevredenheid: $b=.570$, $p=.447$; veiligheid: $b=.578$, $p=.224$) – verklaren dus een gedeelte van het effect. Zoals reeds besproken in paragraaf 4.2 heeft de veiligheid een rol in deze verklaring. Wanneer de drie variabelen afzonderlijk worden toegevoegd aan het standaardmodel blijkt dat de verklaring (haast) volledig op het conto van veiligheid geschreven kan worden (niet gepresenteerd). De verklaring die motivatie en werknemertevredenheid bieden is maar minimaal en dus niet genoeg om te stellen dat hypothesen 13 en 15 gesteund worden. Voor hypothese 17 zijn evenals eerder voor hypothese 4 wel positieve resultaten gevonden en wordt derhalve gesteund door de data.

Mogelijk zijn echter ook hier interactie-effecten aanwezig. Wederom zijn interacties toegevoegd aan de modellen met de separaat opgenomen verklaringsvariabelen. Voor motivatie daalt de verklaarde variantie als de interactieterm erbij opgenomen wordt en zijn geen van de beide variabelen significant (niet gepresenteerd). Hypothese 14 wordt derhalve niet gesteund. Voor werknemertevredenheid neemt de proportie verklaarde variantie bij opname van de interactieterm toe van .465 naar .481 (tabel 16, model 7). Hoewel de invloed van de werknemertevredenheid nog niet significant is ($p=.122$) is de interactieterm $\text{lean} \times \text{werknemertevredenheid}$ wel significant bij $\alpha=.1$ met $p=.094$ bij $b=15.958$. Ook hier worden de b-waarden³ ingevuld in de regressiefunctie en worden de minimum- en maximumwaarden van lean en werknemertevredenheid tegen elkaar afgezet. In tabel 21 zijn de uitkomsten hiervan te zien. Deze zijn weer verwerkt tot een grafiek, figuur 5. Het blijkt dat in een lean project de invloed van werknemertevredenheid op de mate van rentabiliteit geen duidelijke invloed heeft (licht negatief is) terwijl deze invloed duidelijk positief is in traditionele projecten. Dit verband is dus precies tegengesteld aan de verwachting uit hypothese 16 en biedt geen verklaring voor het effect van projecttype op rentabiliteit. Hypothese 16 is niet aannemelijk.

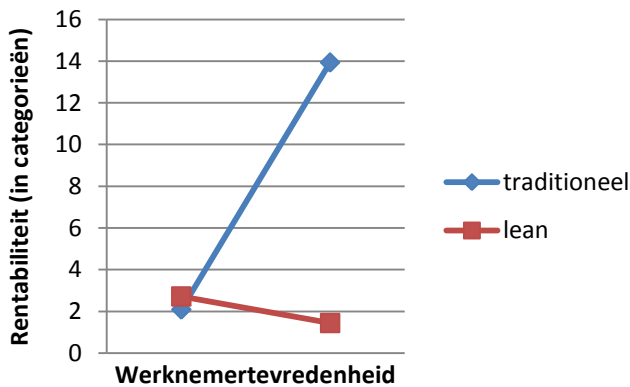
³ Ook hier zijn de b-waarden van de regressie op rentabiliteit in ordinale categorieën gebruikt

Tabel 21: De invloed van werknemertevredenheid op rentabiliteit (in categorieën) onder de minimale en maximale condities van lean.

	Traditioneel	Lean
Werknemertevredenheid		
Minimum	2.09	2.72
maximum	13.94	1.44

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011

Figuur 5: De invloed van familiariteit op rentabiliteit (in categorieën) onder de minimale en maximale condities van lean.



Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011

Een t-test om de gemiddelde veiligheidscores te vergelijken tussen de verschillende projecttypen is reeds besproken en getoond in tabel 13 (appendix III). In tabel 22 (appendix III) zijn soortgelijke t-toetsen gedaan met betrekking tot motivatie en werknemertevredenheid. Voor wat betreft de motivatie is er geen significant verschil te ontwaren tussen de drie projecttypen. Voor wat betreft de werknemertevredenheid is er geen significant verschil tussen traditionele projecten en lean projecten te vinden ($t=.663$, $p=.257$) maar wel tussen lean projecten en semi-lean projecten ($t=5.776$, $p=.000$) en tussen semi-lean projecten en traditionele projecten ($t=-3.298$, $p=.008$). Het blijkt dat projecten waarin lean tools en lean teams worden ingezet de hoogste werknemertevredenheid hebben, wat significant verschilt van de semi-lean projecten die de laagste werknemertevredenheid hebben. De traditionele projecten scoren gemiddeld iets lager dan lean (tools en teams) projecten, maar deze verschillen niet significant van elkaar terwijl de traditionele projecten wel weer significant hogere scores op werknemertevredenheid dan semi-lean projecten. Met andere woorden: semi-lean projecten hebben een significant lagere werknemertevredenheid dan de andere projecttypen.

5 Hoofdstuk 5: Conclusies en Discussie

In hoofdstuk vier zijn de hypothesen getoetst die in het theoretisch kader zijn opgesteld. Gezamenlijk geven deze resultaten antwoord op de vraagstelling van dit onderzoek. In dit hoofdstuk worden de hoofd- en deelvragen beantwoord door algemene conclusies te trekken. Daarnaast worden tekortkomingen van dit onderzoek besproken en worden aanbevelingen voor toekomstig onderzoek gedaan.

5.1 Conclusies

De doelstelling van dit onderzoek luidt: *'Het vinden van factoren die bijdragen aan de effectiviteit en efficiëntie van de uitvoering van bouwprojecten om zo tot meer winstgevende praktijken te kunnen komen waarmee de bouwsector de economische crisis het hoofd kan bieden'*. Één hoofdvraag met daaronder drie deelvragen zijn opgesteld om tot deze factoren te komen. De hoofdvraag van dit onderzoek is *'Zijn bouwprojecten die uitgevoerd worden volgens de lean filosofie meer succesvol dan projecten die op traditionele wijze zijn uitgevoerd en waarmee kan dit verklaard worden?'*. Bouwplaatsmedewerkers zijn geënkquêteerd en administratieve data over projecten is verzameld. De opgestelde hypothesen zijn met een kwantitatieve analyse aan deze data getoetst. De hoofdvraag zal beantwoord worden nadat elke deelvraag afzonderlijk is besproken.

5.1.1 Deelvraag 1

De eerste deelvraag betreft het beschrijvende gedeelte van de hoofdvraag en is opgesteld om te bezien of en in hoeverre volgens de lean methoden uitgevoerde bouwprojecten een hoger rendement behalen dan traditioneel uitgevoerde projecten. Hier kan positief op geantwoord worden. Projecten waarin op enige wijze met lean wordt gewerkt, is de rentabiliteit inderdaad hoger. Dit komt door het terugdringen van kosten, niet door het vragen van een hogere prijs. De inzet van (enige vorm van) lean management in de bouw reduceert de kosten waardoor een groter gedeelte van de inkomsten over blijft en de rentabiliteit dus hoger is.

5.1.2 Deelvraag 2

De veranderingen die met de lean filosofie teweeg gebracht kunnen worden zijn op te splitsen in cultuur- en structuurveranderingen. De structuurveranderingen worden veronderstelbaar veroorzaakt door de inzet van lean tools waarmee het werk op een efficiëntere en effectievere manier wordt ingedeeld. Er is echter niet te concluderen dat de inzet van enkel deze lean tools leidt tot een hogere rentabiliteit. Projecten waarin enkel deze tools worden ingezet verschillen niet van projecten waarin niets met lean gedaan wordt. Voor de projecten in dit onderzoek wordt de rentabiliteit niet bepaald door het gebruik van enkel lean management tools.

De projecten waarin de wens is om zowel structurele als culturele veranderingen teweeg te brengen en die dus zowel lean tools als lean teams hebben ingezet verschillen van projecten die dat niet doen. Dit ondanks het feit dat deze projecten gemiddeld kleiner zijn en juist in grotere projecten relatief meer rendement behaald wordt. De hogere rentabiliteit in deze projecten kan veroorzaakt worden door de inzet van lean teams, door de inzet van lean tools, of door een combinatie van beide. Een gedeeltelijke verklaring voor de hogere rentabiliteit in projecten met lean teams én lean tools wordt geboden door het realiseren van een relatief en absoluut kortere doorlooptijd en hogere veiligheid.

Door de tijd- en kostenconsumerende, waardeverspillende activiteiten te elimineren, de onderlinge afhankelijkheid te verminderen en de algehele onzekerheid uit te bannen is de doorlooptijd verkort. Daardoor worden kosten bespaard en wordt een hogere rentabiliteit verwezenlijkt. Evenals in de auto-industrie (Womack, Jones & Roos, 1990) is dus ook in de bouw het verkorten van de doorlooptijd een belangrijke factor. Door de structuur van de werkpraktijken te veranderen – door het werk te standaardiseren, systematiseren en reguleren – en de onzekerheid zo weg te nemen wordt deze verkorting van doorlooptijd mogelijk maar wordt ook een betrouwbare en voorspelbare werkstroom gegenereerd. De hogere veiligheid in lean projecten is in overeenstemming met de verwachtingen van onder andere Koskela (2000), Ballard en Howell (1994) en Thomassen, Sander, Barnes en Nielsen (2003). Dit onderzoek breidt deze theorieën uit met de gevonden causale invloed van de veiligheid op het succes van projecten. De kwaliteit van de projecten speelt geen rol. In projecten die lean worden uitgevoerd wordt geen tijd bespaard door nabewerkingen (dubbel werk) te verwijderen uit het proces.

Deze conclusies komen overeen met wat onder andere Howell en Ballard (1998a, 1998b) en Koskela (2000) stellen: verbeteringen in de doorstroom, meer aandacht voor het genereren van waarde en het terugdringen van onzekerheid maken dat lean projecten succesvoller zijn dan traditionele projecten.

5.1.3 Deelvraag 3

De tweede verandering die teweeg kan worden gebracht met het lean gedachtegoed is een cultuuromslag die onder andere zorgt voor een meer bottom-up benadering. Hierin staat de menselijke component centraal. Lean teams zijn het middel om deze cultuuromslag te verwezenlijken. Zoals hierboven reeds gesteld wordt in

projecten die met lean tools én lean teams werken en zowel een cultuur- als een structuuromslag willen realiseren een hoger rendement behaald dan in andere projecttypen. Het is niet mogelijk om deze winst toe te schrijven aan enkel de inzet van lean tools of alleen aan de inzet van lean teams. Een wisselwerking is plausibel.

In projecten met lean teams (en tools) is de niet werkgerelateerde, sociale cohesie hoger dan in andere projecten. Deze vorm van cohesie, de aanwezigheid van vriendschapsbanden in een team, leidt echter niet tot effectievere of efficiëntere werkwijzen of betere prestaties. Haaks op de bevindingen van Chiochio en Essiembre (2009) komt naar voren dat de vriendschapsbanden met collega's buiten het werk om los staan van de prestaties op projectniveau.

De familiariteit van de teamleden met elkaar is van invloed op de mate van succes van een project, maar deze invloed is verschillend per projecttype. In traditionele projecten leidt een hogere mate van bekendheid tot een lagere rentabiliteit. In projecten waar lean tools en lean teams worden ingezet en werknemers meer speelruimte hebben is een hoge mate van familiariteit juist positief voor de rentabiliteit. De werknemers van lean teams werken vaker met elkaar samen, waardoor de familiariteit hoger is. Daardoor raken werknemers op elkaar ingespeeld en kunnen ze beter op complexiteiten inspelen. De kenmerkende onzekerheid van bouwprojecten kan zo teruggedrongen worden. De bevindingen van Espinoza, Slaughter, Kraut en Herbsleb (2007) worden hier gesteund. In traditionele projecten leidt een hogere mate van familiariteit juist tot minder succesvolle projecten. Een verklaring hiervoor is onbekend. Misschien zorgt de complexiteit en onzekerheid van deze projecten ervoor dat collega's die elkaar kennen zich (weer) gaan ergeren aan elkaar en minder gaan samenwerken. Aandacht voor de doorstroom of voor waardetoevoegende activiteiten en het verminderen van onzekerheid is dan niet meer aan de orde. De rentabiliteit komt dan verder onder druk te staan.

Een gedeeltelijke verklaring voor dit succes wordt (ook) gegeven door de mate van taakcohesie in een team. Echter blijkt dat de rentabiliteit hoger wordt naarmate er minder taakcohesie aanwezig is in een team. Tegengesteld aan onze verwachting lijkt het erop dat het voor het behalen van een hoog rendement van groter belang is dat er (taak)conflicten aanwezig zijn dan dat er een gemeenschappelijk engagement is om de taken te realiseren. Niet een gemeenschappelijke inzet om de taken te realiseren, maar juist verschillen in opvatting over het realiseren van de taken maken dat effectieve en efficiënte keuzes worden gemaakt om de onzekerheid terug te dringen en de focus te leggen op waardetoevoegende werkpraktijken. De veronderstelling van Chiochi (2007) dat taakcohesie leidt tot een hogere performance houdt geen stand tegen de bevinding van Pelled, Eisenhardt en Xin (1999) dat bij taakconflicten de prestaties verbeteren.

Kenmerken die deze taakconflicten volgens onder andere Pelled, Eisenhardt en Xin, Guzzo en Dickson (1996) en Brooke en Tyler (2011) veroorzaken hebben echter geen invloed op het succes van het project. Diversiteit in leeftijd en werkervaring is wel meer aanwezig in projecten die met lean teams en lean tools werken, maar dit heeft dus geen invloed op de rentabiliteit. De diversiteit in vakgebied en opleidingsniveau verschilt niet tussen de projecttypen.

Ook de aanwezigheid van competenties die theoretisch gezien van belang zijn voor het teamgedrag vormen geen verklaring te bieden voor het succes in projecten met lean teams en lean tools. Überhaupt

komen deze competenties niet eensluidend meer voor in projecten waar een lean invulling aan teams wordt gegeven. In projecten waar lean teams én tools worden ingezet komt de competentie samenwerken en resultaatgericht werken zelfs minder voor. Dit kan komen door de kortere doorlooptijd waardoor de bouwplaatsmedewerkers zich meer onder druk gezet voelen. Zij gaan hun werk afraffelen en kijken niet naar het grotere geheel van teaminspanningen en efficiënt en effectief werk verzetten. Door veranderingen in de structuur wordt de planning dusdanig ineengedrukt dat de medewerkers juist minder gaan letten op de doorstroom en ze zich niet specifiek richten op enkel waardetoevoegende activiteiten. De aanwezigheid van deze competenties is dus geen verklaring voor de mate van succes van projecten.

De mate van motivatie van de werknemers biedt evenmin een verklaring voor het succes van lean projecten. In dit onderzoek is de motivatie sowieso niet belangrijk in het voorspellen van het rendement. De recente causale koppeling die Langfred en Moye (2004) en Meyer, Becker en Vandenberghe (2004) hebben gemaakt tussen de motivatie op microniveau en betere prestaties op macroniveau wordt niet gesteund. De tevredenheid van de werknemers daarentegen is wel van belang. Alleen in traditioneel uitgevoerde projecten is de mate van werknemertevredenheid een voorspeller voor de rentabiliteit. Daar leidt een hogere werknemertevredenheid tot een hoger rendement. In projecten waar lean teams en lean tools worden ingezet speelt de werknemertevredenheid geen rol. In deze projecten is de onzekerheid die uitgaat van de tevredenheid van de werknemers opgevangen door bijvoorbeeld meer routine aan te brengen in het werk en een strakkere planning te maken. Hierdoor kunnen ontevreden werknemers geen 'schade' aanrichten maar kunnen tevreden werknemers ook niet éxtra voordelen genereren. Deze onzekerheid is in deze projecten al opgevangen.

5.1.4 Hoofdvraag

Allereerst kan met zekerheid gesteld worden dat lean projecten meer succesvol zijn dan projecten die niet volgens deze methodieken worden uitgevoerd. De verklaringen hiervoor lopen uiteen. Het is niet te zeggen of de behaalde winst ten opzichte van traditionele projecten veroorzaakt wordt door de inzet van lean tools, lean teams of allebei. Wel is duidelijk dat deze rentabiliteitstijging komt door het terugbrengen van kosten, niet door het verhogen van de inkomsten.

Bij lean projecten worden tijd- en kostenconsumerende werkzaamheden gereduceerd, waardoor de doorlooptijd korter is. Daardoor neemt de rentabiliteit van het project toe. Ook is de veiligheid hoger waardoor minder tijd aan verspillende activiteiten wordt gependend en een groter gedeelte van de tijd besteed kan worden aan waardetoevoegende werkzaamheden. Verder is de onderlinge familiariteit van de werknemers in lean projecten hoger. Door de grotere verantwoordelijkheid die zij hebben, zorgt het feit dat ze op elkaar ingespeeld zijn ervoor dat hun gezamenlijke werkzaamheden zich in efficiëntie en effectiviteit ontwikkelen. Zij richten zich dan meer op waardetoevoegende activiteiten en kunnen beter anticiperen op complexiteiten. Ook daardoor nemen de prestaties op projectniveau toe.

De inzet van alleen maar lean tools is niet voldoende om een hoger rendement te realiseren. De inzet van lean teams, de cultuuromslag die een grote pilaar vormt van het lean gedachtegoed, is ook van belang. Waar veranderingen in de structuur een eerste opstap kunnen geven maakt de grotere verantwoordelijkheid van de werkvloer lean tot een verandering die zichzelf in stand houdt en die zichzelf blijft verfijnen en verbeteren. Er komt bijvoorbeeld duidelijk naar voren dat de onderlinge vertrouwdeheid van de werknemers een voorname rol speelt. Aandacht voor de situatie van de werknemers en vertrouwen en ruimte voor hen om hun expertise in te zetten leidt tot constante reductie van waardeverspilling en een continue aandacht voor de doorstroom. Daardoor wordt een project meer succesvol geproduceerd.

Buiten de verklaringen voor de effectiviteit van lean projecten zijn twee conclusies te trekken die voor alle projecten gelden. Als eerste blijkt dat naarmate een project groter is, er een hoger rendement wordt behaald. Op projecten met een grote omvang zit meer marge waardoor er meer winst behaald kan worden. Daarnaast komt overal naar voren dat projecten die recenter zijn opgeleverd gemiddeld een lager rendement halen. De crisis op de woningmarkt duurt dus nog steeds voort en het belang van het komen tot efficiëntere en effectievere werkpraktijken is dus onverminderd.

5.1.5 Doelstelling

In dit onderzoek zijn verschillende invloedrijke factoren te onderscheiden. Bouwbedrijven kunnen zo meer inzetten op werkpraktijken die effectief en efficiënt de rentabiliteit verhogen. Daarbij is met dit onderzoek een bijdrage geleverd aan het empirische bewijs voor de werking van de lean managementfilosofie. De in de afgelopen decennia gerealiseerde praktische inzet van lean management in de bouw en de daaruit voortkomende theoretische onderbouwing is bij dezen empirisch bewezen. Buiten de auto-industrie heeft lean management ook in andere sectoren potentie om de productie(wijze) te verbeteren.

Een nieuw hoofdstuk binnen lean constructie is aangekaart door empirisch bewijs te leveren voor het belang van de werknemers. De recente aandacht voor deze menselijke kant van lean management in constructie blijkt waardevol. De kennis hierover dient wel nog verder uitgebouwd te worden. Ook voor andere sectoren ligt het voor de hand dat (ook) een omslag in de cultuur van de organisatie nodig is om de werkprocessen meer efficiënt en effectief te maken. Voor wat de bouw betreft, zijn werknemers in lean projecten op een aantal karakteristieken te onderscheiden van werknemers uit andere projecten. Een eerste stap hierin is door dit onderzoek gezet. Een vernieuwend inzicht in de werking van lean management dat ook buiten de context van de bouw belangrijk is, is dat er sprake kan zijn van interactie-effecten. De invloed van een verklaringsvariabele kan verschillend zijn voor diverse projecttypen.

Aandacht voor veranderingen aan de organisatorische kant, de inzet van lean tools, blijft ook belangrijk. Handvaten worden geboden die richting kunnen geven aan het komen tot meer succesvolle en winstgevendende werkpraktijken. Structurele veranderingen die nodig zijn om de economische crisis het hoofd te bieden, kunnen op basis van dit onderzoek geïnitieerd of verder uitgebouwd worden.

5.2 Discussie

5.2.1 Tekortkomingen

De grootste tekortkoming van dit onderzoek is de kleine N. Het bleek moeilijk om projecten te vinden die vergelijkbaar waren met de lean projecten (nieuwbouw en laagbouw; zonder winkels, sporthallen of andersoortige centra; nieuwbouw; enz.). Vooral projecten die wel lean tools inzetten maar geen gebruik maken van lean teams zijn moeilijk te vinden, maar ook vergelijkbare projecten die helemaal geen gebruik maken van lean methodieken komen niet veel voor. Hierdoor moesten noodgedwongen de variabelen steeds in kleine groepjes aan het standaardmodel worden toegevoegd om zinvolle analyses te kunnen doen. Het is wenselijk om één model op te stellen waarin voor alle andere variabelen gecontroleerd wordt. Toevalligheid in metingen is niet uitgesloten en kan resultaten enigszins vertekenen. Te verwachten is dat gevonden effecten inderdaad aanwezig zijn maar dat mogelijk meer effecten te vinden zijn bij een grotere N. Wel moet hierdoor voorzichtig omgesprongen worden met generalisering. Met name generalisering van uitkomsten met betrekking tot de semi-lean categorie zijn problematisch omdat daarin slechts twee projecten vielen.

Een tweede tekortkoming is de analysemethode. Hoewel een weloverwogen beslissing is gemaakt tot het analyseren van de data op projectniveau, heeft dit tot gevolg gehad dat veel (individuele) informatie niet is gebruikt. In een andersoortige analyse, een multilevelanalyse, is het wel mogelijk om de afhankelijke variabele op het tweede niveau te onderzoeken en bovendien de onafhankelijke variabelen op het eerste, individuele niveau worden meegenomen. Dan wordt de informatie in de dataset ten volle gebruikt en kunnen met hetzelfde aantal projecten mogelijk meer significante resultaten verkregen worden.

De geselecteerde projecten zijn in het afgelopen anderhalf jaar afgerond en de administratieve data die daaraan gekoppeld zijn dus ook tot anderhalf jaar oud. De individuele data zijn echter middels de vragenlijsten verkregen in de afgelopen maanden. De antwoorden van de respondenten zijn dus op een moment gemeten dat niet overeen komt met de metingen van de projectdata. Sinds het project is afgerond kunnen mensen – en dus teamkenmerken – veranderd zijn. Daarbij kunnen mensen ontslag hebben genomen waardoor teamkarakteristieken vertekend kunnen zijn.

De projecten in de verschillende projecttypen zijn geselecteerd door ze op zo veel mogelijk punten onderling overeen te laten komen. Echter zijn, vanzelfsprekend, alle projecten wel enigszins verschillend. De projecten uit de regio W&R (de lean projecten) zijn relatief hetzelfde omdat deze regio zich focust op het segment van grondgebonden woningen. De regio's Weert en Amsterdam bedienen een breder segment en de projecten zijn dan ook diverser. Zij bouwen bijvoorbeeld ook appartementencomplexen met een parkeergarage eronder. De projecten uit de verschillende regio's zijn dus misschien niet helemaal goed met elkaar te vergelijken. Door de gekozen, praktisch hoogst haalbare, vergelijkingsgrond waarin enkel projecten zijn geselecteerd die sterk overeenkomen met de W&R projecten zijn de resultaten desondanks wel betrouwbaar en valide.

Verder is het vanwege het feit dat lean teams in de doelpopulatie (vaak) niet worden ingezet zonder dat ook lean tools worden ingezet, het onmogelijk om effecten toe te schrijven aan een van de twee. Er kan namelijk sprake zijn van een wisselwerking. Het belang van de inzet van lean tools vergeleken met het belang van de inzet van lean teams om te komen tot meer winstgevende praktijken kon niet inzichtelijk gemaakt worden. Er kon dus niet worden vastgesteld welk onderdeel de grootste veranderingen (in rentabiliteit) teweeg bracht.

De tools die zijn ingezet in de semi-lean projecten komen ook niet exact met elkaar overeen. Veelal is gebruik gemaakt van de tool 'lean planning' maar op andere vlakken verschillen de ingezette tools van elkaar en van de tools die worden ingezet in de projecten van W&R. In de semi-lean projecten worden bijvoorbeeld enkel tools ingezet om de planning beter te organiseren terwijl in de W&R projecten ook tools worden ingezet om de veiligheid te waarborgen. De interventies zijn dus niet overal gelijk. Hierdoor wordt de vergelijkingsbasis mogelijk aangetast.

Een ander kritiekpunt is dat dit onderzoek zich heeft gericht op projecten van BAM en niet op projecten van andere bouwbedrijven. Hoewel er geen aanwijzingen zijn dat dit onderzoek andere resultaten had opgeleverd wanneer het bij een ander bouwbedrijf was uitgevoerd is het niet uit te sluiten dat specifieke kenmerken van BAM zijn meegenomen die generalisatie naar alle constructiebedrijven in de weg staan. Een vergelijking met andere bouwbedrijven zou de empirische houdbaarheid versterken.

In dit onderzoek is enkel gebruik gemaakt van een nameting en de projecten zijn niet willekeurig verdeeld over de interventies. Om tot echt harde uitspraken te kunnen komen moeten een voor- en nameting aanwezig zijn en moeten de onderzoekseenheden willekeurig verdeeld worden over de interventies. De willekeurige verdeling van projecten over de interventies is moeilijk – de inzet van lean teams is bijvoorbeeld niet iets dat in één project kan plaatsvinden, daar zijn meer projecten en een langere tijd voor nodig – maar het is wel mogelijk om een nameting te vergelijken met een voormeting. Omdat nu niet uitgesloten kan worden dat verschillen in projecten al vooraf aanwezig waren en dus niet aan de inzet van het lean gedachtegoed kunnen worden toegeschreven is een voormeting wenselijk.

Voor het verkrijgen van de projectinformatie is gebruik gemaakt van administratieve gegevens. De verschillende woningbouwregio's zijn gebonden aan overkoepelende regels met betrekking tot het meten en registreren van deze informatie. De regels zijn echter niet dusdanig specifiek dat in alle regio's op exact dezelfde manier alle projectinformatie wordt bijgehouden. Er kunnen dus kleine vertekeningen zijn opgetreden door bijvoorbeeld verschillende manieren voor afronden van getallen (het aantal decimalen) of verschillende manieren of tijdstippen voor de metingen.

De individuele gegevens zijn afgenomen met een enquête. Op diverse manieren zijn de respondenten verzekerd van de anonimiteit van hun antwoorden. Sociale wenselijkheid is toch niet helemaal uit te sluiten omdat soms meerdere respondenten gelijktijdig de enquêtes invulden of soms de leidinggevende in hetzelfde vertrek aanwezig was. Toch is niet te verwachten dat dit een ernstig probleem is geweest. Meer problematisch is misschien dat de respondenten het nut van de vragenlijst niet altijd zagen en zich er snel vanaf maakten. De betrouwbaarheid van de antwoorden is dan mogelijk aangetast.

De manier waarop de veiligheid in de projecten is gemeten, meet niet de daadwerkelijke veiligheid maar het bewustzijn hiervan. Om op correcte wijze de veiligheid te meten moet gekeken worden naar het aantal ongelukken. Omdat te verwachten is dat de veiligheidscores sterk zullen samenhangen met de daadwerkelijke veiligheid is dit geen (groot) probleem in dit onderzoek. Desalniettemin is een andere meting wenselijker.

Een laatste kritische noot betreft de metingen van de competenties. Om de mate van aanwezigheid van de competenties te meten hebben de bouwplaatsmedewerkers de vragenlijsten ingevuld. Zij hebben dus naar eigen inzicht aangegeven in hoeverre zij aan de competenties voldoen. Idealiter wordt een 360-graden blik gebruikt. Dit zou gerealiseerd kunnen worden door de vragen (over de werknemer) ook in te laten vullen door collega's of leidinggevenden. Nu zijn de resultaten enkel gebaseerd op de eigen interpretatie die misschien een eenzijdig en een wat vertekend beeld laat zien.

Hoewel kritiekpunten zijn aan te merken is niet te verwachten dat de uitkomsten van dit onderzoek onjuist zijn. In de analyses, resultaten en conclusies is bewust rekening gehouden met de (on)zekerheid van de uitkomsten. Er kan enige vertekening opgetreden zijn, maar de resultaten en conclusies die uit de analyse van de data naar voren komen volgen grotendeels de verwachtingen zoals opgesteld en geven met voldoende zekerheid de empirie weer.

5.2.2 Aanbevelingen toekomstig onderzoek

Voor toekomstig onderzoek naar lean management of meer specifiek lean constructie management zijn enkele adviezen mee te geven.

De belangrijkste tekortkoming van dit onderzoek is de kleine N. Voor toekomstig onderzoek wordt aangeraden een grotere N te creëren. Belangrijk daarin blijft uiteraard dat de projecten vergelijkbaar zijn. De ervaring is geweest dat het aantal werknemers in elk project voldoende is maar dat het moeilijk is om een grote vergelijkingsbasis tussen projecten te krijgen. Een aanbeveling die hiermee samenhangt is het gebruik van een andere analysetechniek, namelijk een multilevel regressieanalyse. Dan wordt optimaal gebruik gemaakt van de informatie in de data, wordt gecontroleerd voor de samenhang tussen metingen (bijvoorbeeld tussen individuen die werkzaam zijn in hetzelfde project) en zijn misschien meer uitkomsten significant.

Het is raadzaam om informatie omtrent de organisatiecultuur te meten op het moment dat het project bezig is of net is afgerond. Dat is de beste manier om de kenmerken van/tussen de werknemers in een team te meten. Wellicht komen dan meer verschillen tussen teams en projecten naar voren waardoor mogelijk meer van de variatie in prestaties op projectniveau verklaard kan worden. Hierop aansluitend verdient het aanbeveling om ook te kijken naar meer specifieke kenmerken van projecten. De onzekerheid die nooit helemaal weg te werken is in bouwprojecten blijft bestaan. Weersinvloeden, faillissementen, ziektes en andere (mogelijk) vertragende factoren moeten ook opgenomen worden in het onderzoek om een volledig

beeld te krijgen. Dan kan ook meegenomen worden welke specifieke tools zijn gebruikt. Verschillen tussen tools in bijdrage aan het succes van een project kunnen dan opgemerkt worden.

Het is ook aan te bevelen om ervoor te zorgen dat de invloed van veranderingen in de structuur (de inzet van lean tools) los te zien zijn van veranderingen in de cultuur (de inzet van lean teams). Daartoe moeten twee interventiegroepen met elkaar vergeleken worden waarin het *enige* verschil is dat de een enkel veranderingen in de structuur heeft en de andere zowel veranderingen in de structuur als in de cultuur kent. Helemaal wenselijk zou zijn om daarnaast ook projecten te betrekken waarin alleen veranderingen in de cultuur worden doorgevoerd terwijl de structuur traditioneel vormgegeven blijft. Omdat uit de praktijk blijkt dat bij de inzet van lean management bijna altijd eerst de structuur wordt veranderd en daarna pas de cultuur, is dit misschien te hoog gegrepen en praktisch onhaalbaar.

Dit onderzoek richt zich op woningbouwprojecten van BAM. Om een betere generalisatie te maken naar bouwbedrijven over het algemeen kan een ander bouwbedrijf vergeleken worden met BAM. Misschien zijn specifieke kenmerken van BAM bepalend voor de uitkomsten van dit onderzoek – hoewel er vooralsnog geen aanleiding is om dit te denken. Om de effectiviteit van het lean gedachtegoed meer omvattend te kunnen bestuderen is het ook aan te raden naar andere onderdelen van bouwbedrijven te kijken. Bijvoorbeeld de constructie en het onderhoud van wegen, utiliteitsgebouwen, rails, enzovoorts. Als door de principes van lean management daar toe te passen ook daar meer succes behaald wordt, is de lean filosofie breder gevalideerd.

Indien mogelijk is een voormeting erg wenselijk. Hoe dichter het onderzoeksdesign het experiment benaderd, des te gewichtiger de uitkomsten zijn. Een voormeting kan uitsluiten dat al voor de inzet van het lean gedachtegoed er verschillen bestonden tussen de projecten. Wanneer een voor- en nameting zijn gehouden, zijn verschillen tussen projecten met een grotere zekerheid toe te schrijven aan de inzet van lean methodieken. Helemaal wenselijk zou zijn om daarnaast de interventies willekeurig te verdelen over de projecten. Indien dit op enige wijze mogelijk is, moet dat zeker gedaan worden. In de praktijk zal deze stap wellicht helaas te hoog gegrepen zijn.

De negatieve relatie van familiariteit op de rentabiliteit in traditionele projecten is in dit onderzoek zonder verklaring gebleven. Er is geen reden te bedenken waarom dit verband negatief is. Het is dus van belang om hier in vervolgonderzoek dieper op in te gaan.

Hoewel in dit onderzoek voor een aantal variabelen geen significante resultaten naar voren komen, blijft het aan te raden om deze mee te nemen in vervolgonderzoek. De reden voor het niet-significant zijn is niet met grote zekerheid toe te schrijven aan het niet bestaan van het verband. Door de kleine N kan toeval een rol spelen en zijn relatief kleine invloeden mogelijk onder de radar gebleven.

6 Hoofdstuk 6: Advies

De conclusies en aanbevelingen voor toekomstig onderzoek uit het vorige hoofdstuk zijn erg wetenschappelijk van aard en minder praktisch. In dit hoofdstuk worden enkele concrete aanbevelingen gedaan aan bouwbedrijven om tot meer winstgevende praktijken te komen. Specifiek zijn deze adviezen gericht op de omgeving waarbinnen dit onderzoek is uitgevoerd (BAM Woningbouw), maar in algemenere zin hebben ze ook betrekking op andere omgevingen – al dan niet binnen de bouwsector.

6.1 Meer algemene aandacht voor de basisprincipes van lean management

Allereerst is het verstandig (nog) meer aandacht te besteden aan lean management. Op alle fronten, van de werkzaamheden op kantoor tot de daadwerkelijke constructie van allerhande projecten, kunnen de basisprincipes van lean management zorgen voor een effectievere en efficiëntere werkwijze. De aandacht moet komen te liggen op de doorstroom. Alle schakels in de keten, alle betrokken partijen, moeten zich niet enkel bezighouden met hun eigen – beperkte – rol, maar moeten zich ook bewust zijn van hun rol in het gehele proces. De bijdrage die zij leveren is dan op maat gesneden en iedereen is zich bewust van zijn taak in het proces.

Ook is het verstandig om een sterkere nadruk te leggen op het reduceren van waardeverspillende activiteiten. Idealiter leveren alle werkzaamheden die verricht worden een directe en effectieve bijdrage aan het eindproduct. Deze activiteiten moeten zo efficiënt mogelijk georganiseerd zijn.

Tot slot is het wenselijk om onzekerheid uit het proces te verwijderen. Een zekere mate van onzekerheid zal immer aanwezig zijn, maar een groot deel kan teruggedrongen worden. Door de verantwoordelijkheden van alle partijen groter te maken en een relatie gestoeld op onderling vertrouwen te creëren kan iedereen bijdragen aan het verminderen van de onzekerheid.

6.2 Wijzigen van organisatiestructuur: bredere inzet van lean tools

Meer concreet is aan te bevelen om nog sterker in te zetten op het gebruik van lean tools om de organisatiestructuur te wijzigen. Deze tools bieden eenvoudige handvaten om de basisprincipes van lean management in te zetten. De focus kan daarin het beste liggen op tools die al veel gebruikt worden zodat veel partijen vertrouwd raken met deze manieren van werken. Dan kan de onzekerheid van een multiorganisatie die onderling onbekend met elkaar is ook teruggedrongen worden. De tools die al gedurende enige tijd worden ingezet in BAM Woningbouw regio W&R kunnen als leidraad fungeren voor BAM Woningbouw regio's die nu pas in aanraking komen met het lean gedachtegoed. Dan kan ook van elkaars ervaringen geleerd worden.

In de organisatiestructuur is het belangrijk om meer op de doorstroom en de veiligheid te letten. Deze twee aspecten blijken van belang in het komen tot hogere prestaties op projectniveau. De inzet van tools die helpen de doorlooptijd te verkorten en de veiligheid te verhogen liggen aldus voor de hand. 'Lean planning' en 'continuous improvement' zijn twee voorbeelden van zulke tools. Uit dit onderzoek komt niet naar voren dat aandacht voor de kwaliteit belangrijk is. Hoewel het verstandig is om meer in te zetten op het verbeteren van de doorstroom en de veiligheid is het af te raden om de kwaliteit te laten verloederen. Een hoge kwaliteit is immers erg waardevol voor de klant.

Er moet wel opgelet worden dat de werknemers door de inkorting van de doorlooptijd niet onder druk worden gezet. De veranderingen in de structuur moeten de cultuur niet onder druk zetten. Dan ontstaat weerstand tegen een cultuuromslag. De winst die met gebruik van lean tools kan worden gerealiseerd gaat idealiter gepaard met de veranderingen in de cultuur. Als de medewerkers inzien op welke manieren effectiever en efficiënter gewerkt kan worden, dan zijn veranderingen in de structuur welkom. Als de doorlooptijd echter verkort wordt zonder dat de werkhouding van de werknemers is veranderd, dan ontstaat weerstand omdat de werknemers dan (van mening zijn dat ze) harder moeten werken.

6.3 Realiseren van cultuuromslag: meer aandacht voor de menselijke kant

Uit dit onderzoek komt naar voren dat naast de veranderingen in de organisatiestructuur ook veranderingen in de organisatiecultuur van belang zijn voor het succes van projecten. Naast de inzet van lean tools is het sterk aan te raden meer in te zetten op de ontwikkeling van de menselijke kant van de organisatie. Een cultuuromslag moet gerealiseerd worden waarin werknemers meer

verantwoordelijkheden krijgen en relaties op basis van vertrouwen worden gecreëerd. Hierin is nog de grootste stap te zetten. Dit is dan ook het belangrijkste adviespunt.

Een belangrijke factor is de onderlinge familiariteit van werknemers. Het is daarom van belang om vaste teams te creëren. Wanneer, in lean projecten, werknemers langer en intensiever met elkaar samenwerken raken ze op elkaar ingewerkt en vertrouwd met elkaars kwaliteiten en werkwijzen. Er kan dan beter ingesprongen worden op onzekerheden en complexiteiten. De prestaties op projectniveau worden hierdoor hoger. Verder lijkt het erop dat taakconflicten leiden tot betere prestaties. Het is niet zinvol om in te zetten op een hoge teamcohesie. De sociale cohesie tussen werknemers is niet van invloed op de prestaties. Ook kan beter aandacht besteedt worden aan andere zaken dan op het verkrijgen van een gemeenschappelijk engagement in een team om de taken gedaan te krijgen. Het is weer wel belangrijk om de veiligheid aan de orde te brengen onder de werknemers. Met behulp van veranderingen in de structuur van de organisatie kan de veiligheid verhoogd worden, maar dit kan ook gedaan worden door veranderingen in de cultuur. De bouwplaatsmedewerkers moeten hun veiligheid hoog in het vaandel hebben staan. De veiligheid is uiteraard een doel op zichzelf, maar ook een middel om tot betere prestaties op projectniveau te komen.

In traditionele projecten is de werknemertevredenheid belangrijk voor de prestaties. Een aanvullend (literatuur)onderzoek kan uitwijzen op welke manieren de werknemertevredenheid kan worden verhoogd. Beter kan echter worden ingezet op een succesvolle implementatie van het lean gedachtegoed; dan heeft de mate van werknemertevredenheid geen effect meer.

In de selectie van (nieuwe) medewerkers is het wellicht verstandig om meer aandacht te schenken aan het functioneren in een team. Niet de werknemers, maar de werkteams realiseren de projecten en daarom moeten deze teams goed functioneren.

Als deze menselijke kant meer lean is ingestoken is een grotere flexibiliteit aanwezig. Dan kunnen teams complexere situaties aan en kunnen meer diverse projecten effectief en efficiënt worden gebouwd. Het is aan te raden om rekening te houden met de complexiteit en de mate van onzekerheid in een project voordat besloten wordt welk team daarin werkzaam zal zijn. Ook in de onderdelen die reeds de cultuuromslag in werking hebben gezet zijn nog belangrijke stappen te zetten. De verantwoordelijkheid op de werkvloer moet nog verder worden uitgebreid om de medewerkers hun expertise ten volle te kunnen benutten.

6.4 Overige adviezen

6.4.1 Meten is weten

Nu in veel werkmaatschappijen van BAM en de bouwsector in het algemeen het lean gedachtegoed steeds meer aandacht krijgt, verdient het aanbeveling om nu voormetingen af te nemen. De huidige stand van zaken van aspecten die worden verwacht te veranderen na inzet van lean methodieken moet geïnventariseerd worden. Als dan bijgehouden wordt welke veranderingen (bijvoorbeeld concreet: welke tools) doorgevoerd worden kunnen de daadwerkelijke veranderingen gemeten worden. Het is van belang om dit van bovenaf te dirigeren zodat organisatiebreed deze metingen georganiseerd en verzameld worden. Als het per bedrijfsonderdeel bijgehouden wordt zijn de veranderingen mogelijk te klein en de interventies te divers om in te zien welke inspanningen resultaten sorteren.

Ook kunnen dan verschillende (onderdelen binnen) bedrijfsonderdelen beter met elkaar vergeleken worden en kunnen structurele verschillen eenvoudig opgemerkt worden. Wanneer een regio bijvoorbeeld structureel een hogere kwaliteit oplevert vergeleken met andere regio's zijn *best practices* te onderscheiden en is uitwisseling met elkaar mogelijk. Ook kan zo achterhaald worden met de inzet van welke middelen de grootste sprongen behaald worden. Werkzame aspecten kunnen dan eenvoudiger opgespoord en sneller uitgerold worden.

6.4.2 Vaste partners

Een hoge mate van familiariteit is belangrijk in bouwprojecten terwijl een belangrijk punt van onzekerheid dat kenmerkend is voor de bouw, de aanwezigheid van een tijdelijke multiorganisatie is. Om deze mate van onzekerheid terug te dringen en tegelijkertijd de familiariteit te verhogen is het van belang om zoveel mogelijk met vaste partners te werken. Wanneer organisatiebreed bepaalde werkmethoden gangbaar zijn (zie ook paragraaf 6.2) hoeven dan niet steeds verschillende partners in te burgeren, hoeven niet telkens opnieuw contracten afgesloten te worden en weten alle partijen beter waar ze aan toe zijn. Dit is al een goed voorbeeld van het reduceren van waardeverspillende activiteiten. Het opstellen en naleven van contracten draagt niets bij aan de daadwerkelijke constructie. Ook wordt hierdoor de onzekerheid teruggedrongen en de doorstroom verbeterd. Onbekendheid met andere partijen komt minder voor en er kan sneller effectief gewerkt worden.

6.4.3 Nieuwe, jonge aanwas in het personeelsbestand realiseren

In de verwerking van de antwoorden van de respondenten viel op dat bijna de helft (46.3%) van de respondenten in de hoogste leeftijdscategorie viel (50 jaar of ouder). Het blijkt dat de verdeling in leeftijd sterk linksscheef is: veruit de grootste groep zit aan de bovenkant van de verdeling (vergrijzing) terwijl de jongste categorie het minst sterk vertegenwoordigd is (slechts 13% is jonger dan 30: ontgroening). Bijna 50% van de bouwplaatsmedewerkers valt in de komende 15 jaar uit. Nieuwe, jonge aanwas is dus hard nodig om het personeelsbestand op orde te houden.

Voor wat betreft de werkervaring is de verdeling meer heterogeen. Wat dat betreft hoeft geen rekening gehouden worden met het verdwijnen van alle ervaren werknemers. Er is daarin genoeg aanwas (voor alle categorieën).

6.4.4 Inzetten op grote projecten

De grootte van projecten is van invloed op de rentabiliteit. Op grotere projecten zit een grotere marge en is relatief en absoluut meer winst te behalen. Nu, in de nasleep van de recessie, is het binnenhalen van grote projecten niet aan de orde. Het is wel belangrijk om als de markt weer aantrekt een strategische positie in te nemen om vooral opdrachten voor grote projecten te krijgen.

6.4.5 Meer waarde creëren voor de klant

Een belangrijk punt in de lean filosofie is het creëren van waarde en het elimineren van verspilling. Een ultieme stap hierin is exact het product te leveren dat de klant wil. Op lange termijn is het niet ondenkbaar dat bedrijven steeds meer precies het product leveren dat voldoet aan alle specifieke wensen van de klant. Een minimaal aanbod (één product) zoals dat in de beginjaren van de massaproductie gebruikelijk was, is inmiddels verworden tot een standaardproduct dat naar eigen wens uitgebreid kan worden met specifieke details (denk aan auto's met optionele extra's en het W&R principe met een referentiewoning die voor 80% gelijk blijft en voor 20% te veranderen is). Als deze trend zich verder doorzet komt de productie steeds dichterbij de ambachtelijke handwerkproductie. Hoewel het allerminst zeker is dat deze trend doorzet, is het een reële mogelijkheid. Daarom is het aan te raden om bewust te zijn van een mogelijke trend opdat (ook) in de toekomst met innovatieve werkpraktijken vlug ingespeeld kan worden op marktontwikkelingen.

7. Hoofdstuk 7: Literatuurlijst

- Abdelhamid, T. (2004). *The self-destruction and renewal of lean construction theory: a prediction from Boyd's theory*. Retrieved March 15, 2011 from http://www.iglc2004.dk/_root/media/13040_007-Abdelhamid-final.pdf
- Abdelhamid, T. (n.d.). *Lean Construction*. Retrieved March 18, 2011 from http://www.msu.edu/user/tariq/Learn_Lean.html
- Applebaum, E. & Batt, R. (1994). *The new american workplace*. Ithaca: ILR.
- Bailey, D. (2008, januari 24). *Automotive news calls Toyota World No 1 car maker*. Retrieved March 18, 2011 from <http://www.reuters.com/article/2008/01/24/us-autos-sales-idUSN2424076820080124>
- Ballard, G. & Howell, G. (1994). *Implementing lean construction: stabilizing work flow*. Retrieved april 18, 2011 from <http://www.leanconstruction.org/pdf/stabilizingworkflow.pdf>
- Ballard, G. & Howell, G. (1998a). *Shielding production: essential step in production control*. Retrieved March 14, 2011 from <http://www.leanconstruction.org/pdf/ShieldingProduction.PDF>
- Ballard, G. & Howell, G. (1998b). *What kind of production is construction?*. Retrieved March 24, 2011 from <http://www.leanconstruction.org/pdf/BallardAndHowell.pdf>
- Barrick, M., Stewart, G., Neubert, M. & Mount, M. (1998). Relating member ability and personality to work-team processes and team effectiveness. *Journal of applied psychology*, 83(3), 377-391.
- Batt, R. & Doellgast, V. (2010). Groups, teams and the division of labor. In Ackroyd, S. & Batt, R. & Thompson, P. & Tolbert, P.A. (Eds.). *The Oxford Handbook of Work & Organisation* (pp 19-30). Oxford: Oxford University Press.
- Becker, T., Billings, R., Eveleth, D. & Gilbert, N. (1996). Foci and bases of employment commitment: implications for job performance. *Academy of Management journal*, 39(2), 464-482.
- Bentein, K., Stinglhamber, F., & Vandenberghe, C. (2002). Organization-, supervisor-, and workgroup directed commitments and citizenship behaviors: A comparison of models. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 11(3), 341-362.
- Boyd, J. (1976). *Destruction and Creation*. Retrieved april 8, 2011 from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.168.5267&rep=rep1&type=pdf>
- Brooke, J. & Tyler, T. (2011). *Diversity and corporate performance: a review of the psychological literature*. Retrieved April 14, 2011 from <http://nclawreview.net/wp-content/uploads/2011/02/brooke.pdf>
- Buffa, E. (1961). *Modern Production management*. New York: John Wiley & sons.
- Burt, R. (1992). *Structural Holes: the social structure of competition*. Cambridge: Harvard university press.

- Carless, S. & De Paola, C. (2000). The measurement of cohesion in work teams. *Small Group Research*, 31(1), 71-88.
- Carroll, G. (1993). A sociological view on why firms differ. *Strategic management journal*, 14(4), 237-249.
- CBS (2010a). *De Nederlandse economie 2009*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS (2010b). *De Nederlandse samenleving 2010*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS (2010c). *Standaard Onderwijsindeling 2006 – editie 2010/’11*. Retrieved may 13, 2011 from <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/506D5370-E5F6-4CF4-A58F-7BBB060C2EAE/0/2006pubsoi201011.pdf>
- CBS (2011a). *Standaard Onderwijsindeling (SOI)*. Retrieved may 13, 2011 from <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/classificaties/overzicht/soi/default.htm>
- CBS (2011b). *Standaard Onderwijsindeling 2006*. Retrieved may 13, 2011 from <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/classificaties/overzicht/soi/2006/default.htm>
- Chiocchio, F. (2007). Project team performance: a study of electronic task and coordination communication. *Project management Journal*, 38(1), 97-109.
- Chiocchio, F. & Essiembre, H. (2009). Cohesion and Performance: a meta-analytic review of disparities between project teams, production teams and service teams. *Small Group Research*, 40(4), 382-420.
- Cohen, S. & Bailey, D. (1997). What makes teams work: Group effectiveness research from the shop floor to the executive suite. *Journal of Management*, 23(3), 229-290.
- Cohen, S., Ledford, G. & Spreitzer, G. (1996). A Predictive model of self-managing work team effectiveness. *Human Relations*, 49(5), 643-676.
- Coleman, J. (1994). *Foundations of social theory*. Cambridge: Harvard university press.
- Croon, M. & Veldhoven, M. van (2007). Predicting Group-level outcome variables from variables measured at the individual level: a latent variable multilevel model. *Psychological Methods*, 12(1), 45-57.
- Dankbaar, B. (1993). *Economic crisis and institutional change*. Maastricht: Universitaire Pers Maastricht.
- DNB (2010). *Jaarverslag 2009*. Amsterdam: De Nederlandsche Bank.
- Duijkers, R. (2011, March 19). *Nog geen herstel in bouw in 2010*. Retrieved March 14, 2011 from <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/bouwen-wonen/publicaties/artikelen/archief/2011/2011-3334-wm.htm>
- EIB (n.d.). *Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2009: Kredietcrisis treft de bouw zwaar*. Retrieved March 14, 2011 from http://www.eib.nl/nieuws/archief/nieuws__16/

- EIB (2010). *Crisis en Herstel*. Retrieved March 14, 2011 from <http://www.eib.nl/files/files/EIBCrisisherstelbouwjuli2010.pdf>
- Elger, T. & Smith, C. (eds.) (1994). *Global Japanization?* London: Routledge.
- Espinosa, J., Slaughter, S., Kraut, R. & Herbsleb, J. (2007). Familiarity, Complexity and team performance in geographically distributed software development. *Organization Science*, 18(4), 613-630.
- EuropaNU (n.d.). *Economische Crisis*. Retrieved March 10, 2011 from http://www.europa-nu.nl/id/vhrtcvh0wnip/economische_crisis#p7
- Garvin, D. (1998). The processes of organization and management. *MIT Sloan management review*, 39(4): 33-50.
- Gerritsen, R., Gerven, E. van & Jongh, M. de (2007). *Lean steeds populairder als bedrijfsfilosofie*. Retrieved March 18, 2011 from <http://www.q-consult.nl/upload/File/M%20Lean%20als%20bedrijfsfilosofie%20jan%202007.pdf>
- Gliem, J. & Gliem, R. (2003). Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales. Presented at: 2003 Midwest Research to Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education.
- Grotenhuis, M. te & Weegen, T. van der (2008). *Statistiek als hulpmiddel*. Assen: Van Gorcum.
- Grubbström, R. (1995). Modelling production opportunities – an historical overview. *International journal of production economics*, 41, 1-14.
- Guzzo, R. & Dickson, M. (1996). Teams in organizations: recent research on performance and effectiveness. *Annual Review of Psychology*, 47, 307-338.
- Guzzo, R., Yost, P. & Shea, G. (1993). Potency in groups: articulating a construct. *British journal of social psychology*, 32(1), 87-106.
- Hackman, R. (1987). *The design of work teams*. Retrieved april 15, 2011 from <http://www.people.hbs.edu/rfung/firstyearDBA/M%26M%202007%20readings/MM-OCR/02-OCR/MM2-05-Hackman-Groups.pdf>
- Hackman, R. & Lawler, E. (1971). Employee reactions to job characteristics. *Journal of applied psychology monograph*, 55(3), 259-286.
- Hackman, R. & Oldham, G. (1976). Motivation through the design of work: test of a theory. *Organizational behavior and human performance*, 16, 250-279.
- Hart, H. 't, Boeije, H. & Hox, J. (2005). *Onderzoeksmethoden*. Den Haag: Boom onderwijs.
- Higgs, M., Plewnia, U. & Ploch, J. (2000). Influence of team composition and task complexity on team performance. *Team performance management*, 11(7/8), 227-250.
- Hoek, T. van (2010, januari 11). *Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2011: Crisis in de bouwsector: de bodem lijkt bereikt*. Retrieved March 14, 2011 from http://www.eib.nl/nieuws/nieuws__200/

- Hopp, W. & Spearman, M. (1996). *Factory Physics: Foundations of manufacturing management*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Howell, G. (1999). *What is lean construction?* Retrieved March 29, 2011 from <http://www.leanconstruction.org/pdf/Howell.pdf>
- Howell, G., Ballard, G., Abdelhamid, T & Mitropoulos, P. (2002). *Working near the edge: a new approach to construction safety*. Retrieved april 18, 2011 from <http://www.leanconstruction.org/pdf/SafetyWP.pdf>
- Iaffaldano, M. & Muchinsky, P. (1985). Job satisfaction and job performance: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 97(2), 251-273.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: the key to Japan's competitive success*. New York: McGraw-Hill.
- Jackson, S., May, K. & Whitney, K. (1995). Understanding the dynamics of diversity in decision-making teams. In Guzzo, R., Salas, E. and associates (Eds.), *Team effectiveness and decision making in organizations* (pp. 204-161). San Fransisco: Jossey-Bass.
- Jehn, K. (1994). A multimethod examination of the benefits and detriments of intragroup conflict. *Administrative Science Quarterly*, 40(2), 256-282.
- Jehn, K., Northcraft, G. & Neale, M. (1999). Why differences make a difference: a field study of diversity, conflict and performance in workgroups. *Administrative science quarterly*, 44(4), 741-763.
- Kalleberg, A. (1989). Linking Macro and Micro Levels: Bringing the Workers Back into the Sociology of Work. *Social Forces*, 67(3), 582-592.
- Katzenbach, J. & Smith, D. (1993). *The Wisdom of Teams: Creating the High-Performance Organization*. Boston: Harvard Business School Press.
- Keijzer, L. & Pot, M. (2011). *Werk sneller en foutloos met lean*. Retrieved March 21, 2011 from <http://balance-result.blogspot.com/2011/03/werk-sneller-en-foutloos-met-lean.html>
- Kichuk, S. & Wiesner, W. (1997). The big five personality factors and team performance: implications for selecting successful product design teams. *Journal of engineering and technology management*, 14(3-4), 195-221.
- Koninklijke BAM groep nv & Picompany BV. (2009). *Performancemanagement: Bouwen Aan Mensen*. Interne publicatie.
- Koninklijke BAM groep. (2011). URL: www.bam.nl
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Retrieved March 14, 2011 from <http://www.leanconstruction.org/pdf/Koskela-TR72.pdf>
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Espoo: VTT Technical research center of Finland.

- Koskela, L. & Vrijhoef, R. (2000). *The prevalent theory of construction is a hindrance for innovation*. Retrieved March 17, 2011 from <http://www.leanconstruction.org/pdf/25.pdf>
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G. & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. In R. Best & G. de Valence (eds.), *Design and Construction: Building in value*. Oxford: Elsevier Science.
- Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The university of chicago press.
- Langfred, C. & Moyer, N. (2004). Effects of task autonomy on performance: an extended model considering motivational, informational and structural mechanisms. *Journal of applied psychology*, 89(6), 934-945.
- Lawler, E. & Hall, D. (1970). Relationship of job characteristics to job involvement, satisfaction, and intrinsic motivation. *Journal of applied psychology*, 54(4), 305-312.
- Lawler, E., Mohrman, S & Ledford, G. (1992). *Employee involvement and total quality management: practices and results in Fortune 1000 companies*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Leana, C. & Pil, F. (2006). Social capital and organizational performance: evidence from urban public schools. *Organizational science*, 17(3), 353-366.
- Lessem, R. & Baruch, Y. (2000). Testing the SMT and Belbin inventories in top management teams. *Leadership and Organization Development Journal*, 21(2), 75-83.
- Lillrank, P. (1995). The transfer of management innovations from Japan. *Organizational Studies*, 16(6), 971-989.
- Lodahl, T. & Kejner, M. (1965). The definition and measurement of job involvement. *Journal of applied psychology*, 49(1), 24-33.
- Macomber, H. & Howell, G. (2010). *Linguistic action: contributing to the theory of lean construction*. Retrieved March 28, 2011 from http://beepdf.com/doc/48351/linguistic_action__contributing_to_the_theory_of_lean_construction.html
- Meyer, J., Becker, T. & Vandenberghe, C. (2004). Employee commitment and motivation: a conceptual analysis and integrative model. *Journal of applied psychology*, 89(6), 991-1007.
- Mowday, R., Steers, R., & Porter, L. (1979). The measurement of organizational commitment. *Journal of Vocational Behavior*, 14(2), 224-247.
- Nahmens, I. & Ikuma, L. (2009). An empirical examination of the relationship between lean construction and safety in the industrialized housing industry. *Lean construction journal*, 2009, 1-12.
- Neuman, G., Wagner, S. & Christiansen, N. (1999). The relationship between work-team personality composition and the job-performance of teams. *Group and organization management*, 24(1), 28-45.
- Pelled, L., Eisenhardt, K. & Xin, K. (1999). Exploring the black box: an analysis of work group diversity, conflict and performance. *Administrative Science Quarterly*, 44(1), 1-28.

- Pousette, A. & Hanse, A. (2010). Job characteristics as predictors of ill-health and sickness absenteeism in different occupational types – a multigroup structural equation modelling approach. *Work and Stress*, 16(3), 229-250.
- Reinertsen, D. (1997). *Managing the design factory*. New York: the free press.
- Rubery, J. (2010). Labor Markets and Flexibility. In Ackroyd, S. & Batt, R. & Thompson, P. & Tolbert, P.A. (Eds.). *The Oxford Handbook of Work & Organisation* (pp 31-51). Oxford: Oxford University Press.
- Sante, M. van & Doelen, J. van der. (2011a, februari 28). *Nieuwe golf faillissementen door hogere inkoopprijzen in bouw*. Retrieved April 8, 2011, from http://www.ing.nl/Images/ING-Nieuwe-golf-faillissementen-in-bouw-februari-2011_tcm7-82468.pdf
- Sante, M. van & Doelen, J. van der. (2011b, april 5). *Groei orderboeken leidt niet tot toename productie: faillissementen en slecht weer later orderportefeuilles groeien*. Retrieved April 8, 2011, from http://www.ing.nl/Images/ING-Groei-orderboeken-leidt-niet-tot-toename-bouwproductie-april-2011_tcm7-84310.pdf
- Schonberger, R. (1996). *World Class Manufacturing: the next decade*. New York: the free press.
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Shingo, S. (1988). *Non-stock production*. Cambridge: productivity press.
- Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A. & Johnston, R. (1995). *Operations Management*. London: Pitman Publishing.
- Slivon, C., Howell, G., Koskela, L. & Rooke, J. (2010). Social construction: understanding construction in a human context. *Lean construction Journal*, 2010, 66-75. Retrieved March 28, 2011 from http://www.leanconstruction.org/lcj/2010/LCJ_10_019.pdf
- Smith, C. & Comer, D. (1994). Self-organization in small groups: a study of Group effectiveness within non-equilibrium conditions. *Human Relations*, 47(5), 553-581.
- Stalk, G. & Hout, T. (1990). *Competing against time: how time-based competition is reshaping global markets*. New York: Free Press.
- Stewart, T. & Jacoby, R. (1992). The search for the organization of tomorrow. *Fortune*, 125(10), 92-98.
- Swaan, A. de. (1989). *Zorg en de Staat*. Amsterdam: Bert Bakker.
- Swank, C. (2003). *The lean service machine*. Retrieved March 29, 2011 from <http://hbr.org/2003/10/the-lean-service-machine/ar/1>
- The Business Roundtable. (1983). *More construction for the money*. Retrieved March 29, from <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/BRTMoreConstructionForTheMoney.pdf>

- Thomassen, M., Sander, D., Barnes, K. & Nielsen, A. (2003). *Experience and results from implementing lean construction in a large danish contracting firm*. Retrieved april 18, 2011 from http://www.leanconstruction.org/wpapers/congress20030721/8_MTHO-Results.pdf
- Tjosvold, D., Wedley, W. & Field, R. (1986). Constructive controversy: the Vroom-Yetton model, and Managerial Decision-Making. *Journal of Occupational behaviour*, 7(2), 125-138.
- Ultee, W., Arts, W. & Flap, H. (2003). *Sociologie: Vragen, Uitspraken, Bevindingen*. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- Vargo, S. & Lusch, R. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing. *The journal of marketing*, 68 (1), 1-17.
- Wal, J. van de (2010). *ABN AMRO SectorScope: op Bouw na alle sectoren in herstel voor einde zomer*. Retrieved March 11, 2011 from http://www.abnamro.nl/nl/images/Generiek/PDFs/020_Zakelijk/04_Service/Economisch_bureau/Sectorscope_NL.pdf
- Wal, J. van de, Burgering, C., Huliselan, E., Iván, V., Menkveld, N., Schell, O., & Pons, T. (2009a, september 22). *ABN AMRO SectorScope: De positie van sectoren in hun cyclus, 4^e kwartaal 2009*. Retrieved March 10, 2011 from http://www.vnci.nl/Files/ABN%20AMRO%20SectorScope_q4.pdf
- Wal, J. van de, Burgering, C., Huliselan, E., Iván, V., Menkveld, N., Schell, O., & Pons, T. (2009b, december 4). *ABN AMRO SectorScope: De positie van sectoren in hun cyclus, december 2009*. Retrieved March 11, 2011 from http://www.horecaentree.nl/upload/pdf/1260189605ABN%20Amro%20SectorScope_De%20Opositie%20van%20sectoren%20in%20hun%20cyclus.pdf
- Wal, J. van de, Pons, T., Huliselan, E., Boon von Ochsee, T., Schell, O., Kort, T. de, Tennekes, S., Arendshorst, H., Burgering, C. (2011, februari 25). *ABN AMRO SectorScope: De positie van sectoren in hun cyclus, maart 2011*. Retrieved March 11, 2011 from http://www.abnamro.nl/nl/images/Generiek/PDFs/020_Zakelijk/02_Sectoren/SectorScope.pdf
- Wal, J. van de, Pons, T., Huliselan, E., Schell, O., Kort, T. de, Menkveld, N., Ivan, V., Burgering, C. (2010, september 4). *ABN AMRO SectorScope: De positie van sectoren in hun cyclus, september 2010*. Retrieved March 11, 2011 from http://www.automotive-online.nl/upload/feitencijfers/1284025893SectorScope_ABNAMRO_september_2010.pdf
- Warszawski, A. (1990). *Industrialized and robotics building systems: a managerial approach*. New York: Harper & Row.
- W en R. (2009). URL: www.w-en-r.nl
- Winch, G. (1998). Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction. *Building Research and Information*. 26 (5), 268-279.
- Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates.

I Appendix I: Enquête

De voor dit onderzoek gebruikte enquête is op de volgende pagina's te vinden. Deze enquête is gebruikt om de individuele kenmerken van werknemers van de projecten te achterhalen. Schematisch wordt hier weergegeven welke vragen gebruikt zijn als metingen van welke latente constructen. Waar een (R) achter de vraag staat wil dit zeggen dat de vraag negatief geformuleerd is.

Onderverdeling vragen in enquête in te meten constructen.

Construct		Vraagnummer	
Teamcohesie	Taakcohesie	1, 2(R), 3(R), 4	
	Sociale cohesie	5, 6(R), 7(R), 8	
Teamsamenstelling	Familiariteit	36, 9(R), 10, 11	
	Heterogeniteit	Opleidingsniveau	37
		Vakgebied	38
		Leeftijd	39
		Werkervaring	40
	Competenties	Interpersoonlijke effectiviteit	21, 22(R), 23(R)
			Leervermogen
Samenwerken		27(R), 28, 29(R)	
Resultaatgerichtheid		30(R), 31, 32(R)	
Voortgangsbewaking		33(R), 34, 35	
Motivatie	Betrokkenheid	12(R), 13, 14	
	Motivatie	15(R), 16(R), 17	
Werknemertevredenheid		18, 19(R), 20	

Het is van belang dat u de vragenlijst eerlijk en helemaal invult. Als u een vraag niet begrijpt, geef dan antwoord zoals u denkt dat de vraag bedoeld is. Vul in ieder geval de hele vragenlijst in, geef antwoord op alle vragen. De gegevens die verzameld worden met deze vragenlijst worden vertrouwelijk behandeld, u blijft anoniem; niemand weet wat u hebt ingevuld. Uw antwoorden zullen alleen gebruikt worden voor dit onderzoek en worden niet doorgegeven aan leidinggevenden of derden. Het duurt ongeveer een kwartiertje om de vragenlijst in te vullen.

Vul overal één antwoord in, tenzij anders staat aangegeven.

- In welke ploeg werkt u?
 Tunnelploeg Gevel-Dakploeg Aftimmerploeg Ruwbouw aftimmerploeg Opleveringen Nazorg
- In welke projecten bent u werkzaam geweest? (meerdere antwoorden mogelijk)

****Verschillend voor de regio's waar de enquêtes zijn uitgezet. Daarom hier niet weergegeven****

Geef aan in hoeverre u het eens of oneens bent met de onderstaande stellingen:

18. Onze ploeg probeert gezamenlijk haar prestatiedoelen te bereiken.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
19. Ik ben ontevreden met de inzet van mijn ploeg om de taken gedaan te krijgen.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
20. Onze ploegleden hebben tegenstrijdige verwachtingen voor de teamprestaties.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
21. Deze ploeg geeft mij genoeg mogelijkheden om mijn persoonlijke prestaties te verbeteren.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
22. Onze ploeg wil graag buiten werktijd privé samen tijd doorbrengen.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens

23. Onze ploegleden gaan zelden samen naar een feest.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
24. Leden van onze ploeg gaan niet met elkaar om buiten werktijd.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
25. Leden van onze ploeg onderhouden buiten werktijd een goede persoonlijke relatie met elkaar.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
26. In mijn werk werk ik helemaal niet samen met mijn collega- ploegleden.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
27. Ik weet precies op welke manier collega- ploegleden hun werk doen.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
28. Als een collega- ploeglid weg zou vallen zou ik direct zijn werk kunnen overnemen.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
29. Gebeurtenissen in mijn werk behoren tot de minst belangrijke dingen in mijn leven.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
30. Ik leef, eet en adem mijn werk (bij wijze van spreken).
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
31. Ik ben heel erg persoonlijk betrokken bij mij werk.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
32. Ik voel me slecht en ontevreden als ik mijn werk niet goed doe.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
33. Hoe goed ik mijn werk doe heeft geen invloed op mijn gevoelens.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
34. Als ik mijn werk goed doe verhoogt dat mijn zelfvertrouwen en zelfwaardering.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
35. Over het algemeen ben ik erg tevreden met mijn werk.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
36. Ik denk er geregeld over om ontslag te nemen van mijn werk.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens
37. Over het algemeen ben ik erg tevreden met de werkzaamheden die ik verricht tijdens mijn werk.
 helemaal mee oneens mee oneens niet mee oneens, niet mee eens mee eens helemaal mee eens

Geef per vraag aan welke van de twee stellingen meer op u van toepassing is:

- ○ ○ ○ ○ *Dit betekent dat stelling 1 volledig op u van toepassing is.*
- ● ○ ○ ○ *Dit betekent dat voornamelijk stelling 1 op u van toepassing is, maar stelling 2 ook af en toe.*
- ○ ● ○ ○ *Dit betekent dat zowel stelling 1 als stelling 2 op u van toepassing zijn.*
- ○ ○ ● ○ *Dit betekent dat voornamelijk stelling 2 op u van toepassing is, maar stelling 1 ook af en toe.*
- ○ ○ ○ ● *Dit betekent dat stelling 2 volledig op u van toepassing is.*

	Stelling 1		Stelling 2
21.	Ik reageer afwijzend of afkeurend op voor mij afwijkende of ongebruikelijke ideeën.	○ ○ ○ ○ ○	Ik sta open voor afwijkende of ongebruikelijke ideeën.
22.	Ik laat zien dat ik weet wat mijn organisatieonderdeel belangrijk vindt en hou hier rekening mee in mijn werk.	○ ○ ○ ○ ○	Ik doe gewoon mijn werk zonder aandacht te besteden aan wat mijn organisatieonderdeel belangrijk vindt.
23.	Ik heb aandacht voor de persoonlijke situatie van collega's.	○ ○ ○ ○ ○	Ik sta niet stil bij de persoonlijke situatie van collega's.
24.	Nieuwe kennis en inzichten pas ik toe op mijn eigen werk.	○ ○ ○ ○ ○	Ik maak in mijn eigen werk geen gebruik van nieuwe kennis en inzichten.
25.	Voorstellen van anderen voor verbeteringen in mijn werk pas ik niet toe.	○ ○ ○ ○ ○	Ik doe wat met aanwijzingen van anderen die mijn manier van werken kunnen verbeteren.
26.	Ik doe niets in mijn werk met nieuwe informatie die ik van anderen krijg.	○ ○ ○ ○ ○	Nieuwe informatie die anderen mij geven gebruik ik in mijn werk.
27.	Ik overleg met collega's hoe een taak moet worden aangepakt.	○ ○ ○ ○ ○	Ik begin aan een taak zonder deze eerst met anderen te bespreken.
28.	Ik hou informatie voor mezelf.	○ ○ ○ ○ ○	Ik deel belangrijke informatie met collega's die aan een zelfde taak of onderwerp werken.
29.	Als collega's mij om hulp vragen dan help ik ze.	○ ○ ○ ○ ○	Ik bied geen hulp aan collega's die om hulp vragen.
30.	Ik hou vol en behaal altijd het geplande resultaat.	○ ○ ○ ○ ○	Ik geef snel op of lever niet het gewenste resultaat af.
31.	Ik verlaat een overleg zonder gevraagd te hebben naar de afspraken.	○ ○ ○ ○ ○	Ik vraag na afloop van een overleg wat de afspraken zijn.
32.	Ik zoek naar manieren om beter, gemakkelijker of sneller mijn werk te doen.	○ ○ ○ ○ ○	Ik voer het werk uit zoals ik dat altijd heb gedaan.

33. Ik neem uit mezelf actie om te vragen naar werkinformatie als ik die niet vanzelf krijg. Ik ga gewoon verder met mijn werk als werkinformatie ontbreekt.
34. Ik laat pas op het moment van de afspraak of deadline weten dat het werk langer zal duren. Ik geef direct aan anderen aan als ik mijn afspraken niet na kan komen.
35. Ik controleer mijn werk alleen als het helemaal af is. Ik controleer mijn eigen werk meerdere keren tijdens de uitvoering ervan.

Tot slot nog enkele andere vragen over u en uw werk:

36. Hoe lang werkt u gemiddeld genomen al samen met uw huidige collega- ploegleden?

- Heel kort kort niet kort, niet lang lang heel lang

37. Wat is de hoogste schoolopleiding die u hebt afgerond?

- Lager onderwijs, basisschool, speciaal lager onderwijs, lager onderwijs niet afgerond
- Lager beroepsonderwijs, lagere technische school, nijverheidsonderwijs, huishoudschool, vmbo basisberoepsgerichte leerweg of kaderberoepsgerichte leerweg, mavo, ulo, mulo, vmbo theoretische of gemengde leerweg, mbo-1
- kmbo, vhbo, middelbaar beroepsonderwijs, mbo beroepsgerichte leerweg, mbo-plus voor toegang tot het hbo, korte hbo-opleiding (korter dan 2 jaar), havo, mms, vwo, hbs, mbo-2, mbo -3, mbo-4.
- hbo, kweekschool, conservatorium, mo-akten, nieuwe stijl hogescholen
- wetenschappelijk onderwijs, universiteit, technische/economische hogeschool oude stijl

38. In welk(e) vakgebied(en) hebt u een opleiding afgerond? (meerdere antwoorden mogelijk)

- Bouw / timmeren; Schilderen / glaszetten; Sanitair / installatie;
- Houtbewerken / interieurbouw; Dakdekken; Electro / huisinstallatie;
- Metselen / voegen; Metaal / bank- en plaatwerken; Bestrating;
- Stukadoeren / tegelzetten Lastechnieken; Stofferingstechnieken.
- Anders, namelijk..

39. Wat is uw huidige leeftijd?

- 20 jaar of jonger 21-30 jaar 31-40 jaar 41-50 jaar 50 jaar en ouder

40. Hoeveel jaren bent u al werkzaam in de bouw?

- 1-10 jaar 11-20 jaar 21-30 jaar 31-40 jaar 40 jaar of meer

Bedankt voor uw medewerking!

II Appendix II: Factoranalyse teamcohesie en motivatie

Om te kijken of de teamcohesie ook empirisch uiteen te trekken is in taakcohesie en sociale cohesie is een principale factoranalyse uitgevoerd.

Tabel 4: theoretische indeling vragen teamcohesie in sociale cohesie en taakcohesie.

Taakcohesie	
Vraag 1	Onze ploeg probeert gezamenlijk haar prestatiedoelen te bereiken.
Vraag 2	Ik ben <u>ontevreden</u> met de inzet van mijn ploeg om de taken gedaan te krijgen. (R)
Vraag 3	Onze ploegleden hebben <u>tegenstrijdige</u> verwachtingen voor de teamprestaties. (R)
Vraag 4	Deze ploeg geeft mij genoeg mogelijkheden om mijn persoonlijke prestaties te verbeteren.
Sociale cohesie	
Vraag 5	Onze ploeg wil graag buiten werktijd privé samen tijd doorbrengen.
Vraag 6	Onze ploegleden gaan zelden samen naar een feest. (R)
Vraag 7	Leden van onze ploeg gaan <u>niet</u> met elkaar om buiten werktijd. (R)
Vraag 8	Leden van onze ploeg onderhouden buiten werktijd een goede persoonlijke relatie met elkaar.

In de analyses zijn alle vragen positief hergecodeerd opgenomen.

Tabel 5: correlatiematrix positief hergecodeerde vragen 1 t/m 8 omtrent teamcohesie.

	Vraag 1	Vraag 2	Vraag 3	Vraag 4	Vraag 5	Vraag 6	Vraag 7	Vraag 8
Vraag 1		.166	.200	.208	-.036	-.013	.024	-.057
Vraag 2			.560	.152	.018	-.013	.129	.024
Vraag 3				.304	.137	.004	.150	.112
Vraag 4					.078	-.064	.175	.362
Vraag 5						.095	.198	.253
Vraag 6							.395	.061
Vraag 7								.171
Vraag 8								

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (correlaties hoger dan .3 zijn dikgedrukt weergegeven)

Tabel 6: factorstructuurmatrix van vragen 1 t/m 8 omtrent teamcohesie bij principale factoranalyse, orthogonaal geroteerd, voor en na verwijdering items

	Factor 1 (taakcohesie)	Factor 2 (sociale cohesie)	Factor 1 (taakcohesie)	Factor 2 (sociale cohesie)
Vraag 1	.277	-.023		
Vraag 2	.604	.043	.746	.036
Vraag 3	.843	.132	.750	.067
Vraag 4	.362	.226		
Vraag 5	.073	.327		
Vraag 6	-.102	.444	-.044	.631
Vraag 7	.081	.696	.148	.639
Vraag 8	.126	.345		

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (Enkelladers hoger dan .4 zijn dikgedrukt weergegeven)

Tabel 7: communaliteiten vragen 1 t/m 8 omtrent teamcohesie bij principale factoranalyse, orthogonaal geroteerd, voor en na verwijdering items.

	Communaliteiten	
Vraag 1	.077	
Vraag 2	.367	.558
Vraag 3	.728	.566
Vraag 4	.182	
Vraag 5	.112	
Vraag 6	.208	.400
Vraag 7	.491	.430
Vraag 8	.135	

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (communaliteiten hoger dan .2 zijn dikgedrukt weergegeven)

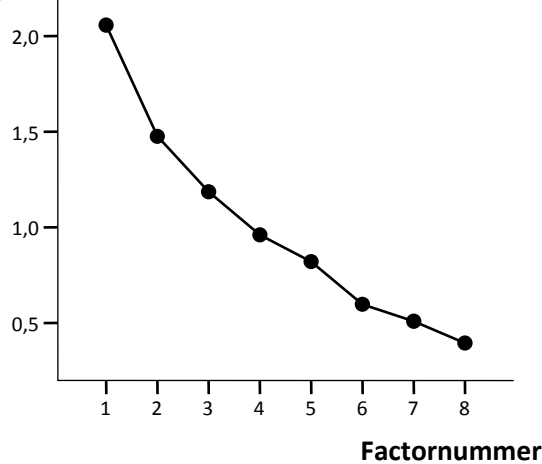
Tabel 8: eigenwaarden factoren bij principale factoranalyse, orthogonaal geroteerd, voor en na verwijdering items.

	Eigenwaarden	
Factor 1	2.057	1.660
Factor 2	1.476	1.321
Factor 3	1.185	.581
Factor 4	.960	.438
Factor 5	.820	
Factor 6	.597	
Factor 7	.509	
Factor 8	.395	

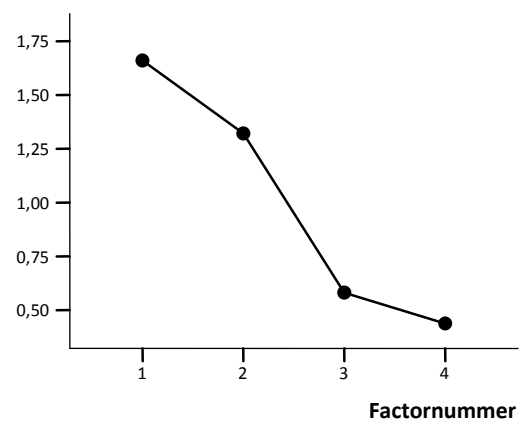
Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (eigenwaarden hoger dan 1 zijn dikgedrukt weergegeven)

Figuur 3: scree plots principale factoranalyse, orthogonaal geroteerd, voor en na verwijdering items.

Eigenwaarde



Eigenwaarde



Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011

Tabel 9: betrouwbaarheid schalen taakcohesie en sociale cohesie, voor en na verwijdering items.

	Cronbach's alfa (voor verwijdering items)	Cronbach's alfa (na verwijdering items)
Taakcohesie	.588	.711
Sociale cohesie	.494	.568

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011

III Appendix III: T-toetsen

Hieronder zijn de T-toetsen (en Mann-Whitney U-toetsen) te vinden uit hoofdstuk vier. Daarin wordt inzicht gegeven in verschillen tussen de drie projecttypen op verschillende punten.

Tabel 12: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op grootte en periode.

	Gem.	Vergeleken groepen	F	T
Grootte (wortel)				
Lean	-.27	Lean vs. Traditioneel	7.924***	-.302
Semi-lean	2.25	Lean vs. Semi-lean	.958	-1.490*
Traditioneel	.28	Semi-lean vs. Traditioneel	3.848**	1.069
Periode				
Lean	Sept. '10	Lean vs. Traditioneel	.619	.855
Semi-lean	Jan. '11	Lean vs. Semi-lean	1.044	-.877
Traditioneel	Jul. '10	Semi-lean vs. Traditioneel	.370	1.515

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011 (N=33, afhankelijk van significantie F-waarde is T-waarde bij gelijke dan wel ongelijke varianties weergegeven, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$)

Tabel 13: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op doorlooptijd, veiligheid en kwaliteit.

	Gem.	Vergeleken groepen	F	T
Doorlooptijd (wortel)				
Lean	-.313	Lean vs. Traditioneel	3.851**	-4.954***
Semi-lean	1.2	Lean vs. Semi-lean	9.446***	-2.007
Traditioneel	.728	Semi-lean vs. Traditioneel	3.341*	.618
Veiligheidscore				
Lean	.502	Lean vs. Traditioneel	.862	4.484***
Semi-lean	-.364	Lean vs. Semi-lean	.278	1.179
Traditioneel	-1.678	Semi-lean vs. Traditioneel	.676	1.179
Kwaliteit (wortel)				
Lean	.07	Lean vs. Traditioneel	8.026***	.447
Semi-lean	.124	Lean vs. Semi-lean	1.401	-.094
Traditioneel	-.261	Semi-lean vs. Traditioneel	3.294*	.539

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011 (N=33, afhankelijk van significantie F-waarde is T-waarde bij gelijke dan wel ongelijke varianties weergegeven, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$)

Tabel 14: Mann-Whitney U toets voor doorlooptijd per huis en aantal opleverpunten per huis, vergeleken tussen projecttypen

	Gem.	Lean	Semi-lean	traditioneel
Doorlooptijd per huis				
Lean	.197	-	20	44**
Semi-lean	.212		-	4
Traditioneel	.451			-
Kwaliteit per huis				
Lean	1.411	-	10*	67.5
Semi-lean	.695		-	7
Traditioneel	1.291			-

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011 (N=33, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$)

Tabel 18: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op teamcohesie (taakcohesie en sociale cohesie) en familiariteit.

	Gem.	Vergeleken groepen	F	T
Taakcohesie				
Lean	-.035	Lean vs. Traditioneel	1.799*	-1.110
Semi-lean	.031	Lean vs. Semi-lean	.076	-.225
Traditioneel	.113	Semi-lean vs. Traditioneel	.381	-.341
Sociale cohesie				
Lean	.030	Lean vs. Traditioneel	4.454**	.760
Semi-lean	-.141	Lean vs. Semi-lean	4.449**	1.789**
Traditioneel	-.062	Semi-lean vs. Traditioneel	5.394**	-.864
Familiariteit				
Lean	.077	Lean vs. Traditioneel	.228	1.687*
Semi-lean	-.257	Lean vs. Semi-lean	.045	1.417*
Traditioneel	-.190	Semi-lean vs. Traditioneel	.055	-.167

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (N=33, afhankelijk van significantie F-waarde is T-waarde bij gelijke dan wel ongelijke varianties weergegeven, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$)

Tabel 19: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op heterogeniteit in opleidingsniveau, vakgebied, leeftijd en werkervaring.

	Gem.	Vergeleken groepen	F	T
Heterogeniteit opleidingsniveau				
Lean	-.022	Lean vs. Traditioneel	.000	-1.206
Semi-lean	.049	Lean vs. Semi-lean	2.816*	-.316
Traditioneel	.063	Semi-lean vs. Traditioneel	.767	-.751
Heterogeniteit vakgebied				
Lean	.015	Lean vs. Traditioneel	.543	.458
Semi-lean	.086	Lean vs. Semi-lean	1.311	-.221
Traditioneel	-.075	Semi-lean vs. Traditioneel	3.553*	.782
Heterogeniteit leeftijd				
Lean	.237	Lean vs. Traditioneel	.088	3.777***
Semi-lean	1.197	Lean vs. Semi-lean	20.481***	-.419
Traditioneel	-1.153	Semi-lean vs. Traditioneel	8.830**	1.013
Heterogeniteit werkervaring				
Lean	.022	Lean vs. Traditioneel	.014	1.413*
Semi-lean	.603	Lean vs. Semi-lean	2.098*	-.928
Traditioneel	-.247	Semi-lean vs. Traditioneel	2.174*	1.321

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesisTom van Eerd, 2011 (N=33, afhankelijk van significantie F-waarde is T-waarde bij gelijke dan wel ongelijke varianties weergegeven, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$)

Tabel 20: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op de aanwezigheid van vijf competenties

	Gem.	Vergeleken groepen	F	T
Interpersoonlijke effectiviteit				
Lean	-.018	Lean vs. Traditioneel	1.667	-.244
Semi-lean	.160	Lean vs. Semi-lean	.233	-.767
Traditioneel	.018	Semi-lean vs. Traditioneel	1.186	.427
Leervermogen				
Lean	-.048	Lean vs. Traditioneel	4.753**	-.734
Semi-lean	-.001	Lean vs. Semi-lean	2.737*	-.673
Traditioneel	.164	Semi-lean vs. Traditioneel	1.911	-.299
Resultaatgerichtheid				
Lean	-.043	Lean vs. Traditioneel	2.900**	-1.457*
Semi-lean	.055	Lean vs. Semi-lean	.114	-.775
Traditioneel	.130	Semi-lean vs. Traditioneel	.848	-.331
Samenwerken				
Lean	-.079	Lean vs. Traditioneel	3.844**	-1.392
Semi-lean	.144	Lean vs. Semi-lean	3.148**	-4.454***
Traditioneel	.230	Semi-lean vs. Traditioneel	1.362	-.201
Voortgangsbewaking				
Lean	-.047	Lean vs. Traditioneel	10.030***	-1.096
Semi-lean	-.096	Lean vs. Semi-lean	.191	.261
Traditioneel	.190	Semi-lean vs. Traditioneel	2.726*	-1.164

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011 (N=33, afhankelijk van significantie F-waarde is T-waarde bij gelijke dan wel ongelijke varianties weergegeven, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$)

Tabel 22: T-toetsen voor onafhankelijke groepen op motivatie en werknemertevredenheid

	Gem.	Vergeleken groepen	F	T
Motivatie				
Lean	-.010	Lean vs. Traditioneel	.218	-.560
Semi-lean	.026	Lean vs. Semi-lean	1.311	-.328
Traditioneel	.027	Semi-lean vs. Traditioneel	5.504**	-.011
Werknemertevredenheid				
Lean	.026	Lean vs. Traditioneel	1.464	.663
Semi-lean	-.214	Lean vs. Semi-lean	4.756**	5.776***
Traditioneel	-.028	Semi-lean vs. Traditioneel	3.876**	-3.298***

Bron: Koninklijke BAM Groep nv, masterthesis Tom van Eerd, 2011 (N=33, afhankelijk van significantie F-waarde is T-waarde bij gelijke dan wel ongelijke varianties weergegeven, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$)