

Lean Plannen van het Ontwerpproces

Master Thesis

Joris van Huet

I. Colofon

AUTEUR: Ing. Joris G.F. van Huet
S1381849
j.g.f.vanhuet@student.utwente.nl
06-51 784 970

ONDERWIJSINSTELLING: Universiteit Twente
Construerende Technische Wetenschappen
Construction Management & Engineering

UNIVERSITEIT TWENTE.

Postbus 217
7500 AE Enschede

AFSTUDEERBEDRIJF: Heijmans N.V.
Heijmans Infra B.V.
Afdeling Ontwerp & Advies

heijmans

Postbus 2
5240 BB Rosmalen

AFSTUDEERCOMMISSIE: Dr. J.T. Voordijk
Universiteit Twente

Drs. ing. J. Boes
Universiteit Twente

Ir. H.W.N. Heijmans
Heijmans Infra B.V.

Ing. B.G.M. Kersten
Heijmans Infra B.V.

STATUS: Definitief 1.0

DATUM: 13-09-2015

II. Voorwoord

Deze thesis is het eindresultaat van mijn afstudeerperiode. De afstudeeropdracht is uitgevoerd bij Heijmans Infra B.V. voor de opleiding Construction Management & Engineering van de Universiteit Twente. Het onderwerp betreft het ‘Lean Plannen van het Ontwerpproces’. Binnen het onderzoek is gezocht naar het verhogen van de betrouwbaarheid van plannen, zodat het ontwerpproces efficiënter verloopt.

Mijn interesse in het onderwerp lean is tijdens mijn tijd op de Universiteit Twente ontstaan uit problemen in de huidige markt, waar marges op projecten in de GWW-sector eerder uitzondering dan regel zijn. Het is daarom van belang dat aannemers kritisch naar hun eigen werkwijzen kijken. Heijmans Infra B.V. leek mij een bedrijf die hier actief mee bezig was, doordat zij onder andere de Lean Six Sigma systematiek toepassen. Dit werd bevestigd naar mijn eerste gesprek met Harm Heijmans. Waarbij mij niet alleen het uitvoeren van een afstudeeropdracht werd aangeboden, maar ook het uitvoeren van een Lean Six Sigma verbeterproject. Deze kans kon ik uiteraard niet laten liggen.

Het onderwerp en de probleemstelling van dit onderzoek waren al snel duidelijk. De zoektocht naar de juiste doelstelling en vraagstelling was complexer, want, hoe kan je het ontwerpproces efficiënter maken door middel van plannen? Naarmate ik meer te weten kwam over de type projecten van Heijmans Infra B.V. werd dit mij duidelijk. Bij dit type project heeft het ontwerpproces een sterk multidisciplinair karakter. Hierbij dient informatie dagelijks gedeeld te worden. Dit komt door de sterke onderlinge afhankelijkheid tussen ontwerpwerkzaamheden. Ik realiseerde mij dat het proces alleen efficiënt kan verlopen als deze afhankelijkheden betrouwbaar zijn afgestemd. Oftewel, door een zo betrouwbaar mogelijke planning worden zoveel mogelijk afhankelijkheden betrouwbaar afgestemd. Hieruit ontstond de doelstelling om de betrouwbaarheid van de huidige werkwijze van plannen te verhogen.

Deze afstudeeropdracht was niet mogelijk geweest zonder begeleiding. Harm Heijmans en Brian Kersten van Heijmans Infra B.V., bedankt voor het bieden van de mogelijkheid om bij dit bedrijf af te studeren en voor de begeleiding die jullie geboden hebben tijdens deze periode. Met jullie ervaring kwamen vaak zaken aan het licht waar ik zelf nooit aan gedacht zou hebben. Daarnaast wil ik ook andere personen bedanken die hebben bijgedragen aan dit onderzoek zoals de geïnterviewden, deelnemers aan de cases en overige personen waar ik interessante gesprekken mee heb gehad.

Daarnaast wil ik Hans Voordijk en Hans Boes hartelijk bedanken voor het bieden van de nodige begeleiding vanuit de Universiteit Twente. Zonder jullie was deze thesis nooit in deze vorm tot stand gekomen en zou ik dan ook niet dit voorwoord aan het schrijven zijn.

Ten slotte, wil ik mijn familie, vriendin en vrienden bedanken voor de nodige ondersteuning en afleiding tijdens mijn gehele studententijd.

Joris van Huet,

Nijmegen, 30-08-2015.

III. Samenvatting

Traditionele planmethoden die de planning baseren op push blijken niet geschikt om het ontwerpproces bij geïntegreerde contracten in de GWW-sector te plannen. Deze planmethoden blijken het proces niet betrouwbaar te kunnen plannen, doordat deze niet aansluiten bij het dynamische karakter van het ontwerpproces en de complexiteit van deze projecten. Het dynamische karakter ontstaat door de onzekerheid in de doelstelling, de iteratieve aard van het ontwerpproces en de gelimiteerde tijd die beschikbaar is om het ontwerp te realiseren. De complexiteit van de projecten komt voort uit het multidisciplinaire karakter, de geïntegreerde contractvormen en de omvang van projecten. Heijmans Infra B.V. is daarom aanvullend op het bestaande planningsmanagement begonnen met het toepassen van het Lean Engineering (LE) stappenplan. Het bestaande planningsmanagement en het LE stappenplan worden samen aangeduid als de huidige werkwijze. De huidige werkwijze blijkt echter nog onvolledig en daarmee geen ‘best practice’. Dit onderzoek is uitgevoerd om de huidige werkwijze te verbeteren op basis van het Last Planner System (LPS). Het LPS is de meest geschikte methode voor dit onderzoek, doordat deze aansluit bij de lean benadering die Heijmans Infra B.V. wenst te hanteren. Tevens sluit het LPS wellicht goed aan bij het dynamische karakter van het ontwerpproces. Bij het LPS wordt namelijk meer gepland op basis van wat werkelijk gedaan kan worden (‘can’), terwijl de huidige werkwijze meer focust op plannen wat gedaan moet worden (‘should’).

Methodologie

Op basis van het LPS is het conceptueel kader van dit onderzoek opgesteld. De huidige werkwijze is vastgesteld aan de hand van de beschikbare documentatie over de huidige werkwijze en observatie bij de cases. De huidige werkwijze is vervolgens vergeleken met het conceptueel kader waaruit verschillen voort zijn gekomen. Op basis van de cases en interviews zijn bevindingen op de huidige werkwijze geformuleerd. De verschillen zijn vervolgens in relatie gezet met de bevindingen. Hieruit is geconcludeerd hoe met de verschillen omgegaan moet worden om de betrouwbaarheid van plannen te verhogen. Ten slotte zijn verbeteringen geformuleerd als aanvulling op de huidige werkwijze.

Conceptueel kader

Het conceptueel kader bestaat uit vier planningniveaus, waarmee gedetailleerder gepland wordt naarmate werkzaamheden dichterbij komen. De planniveaus zijn de lange termijn-, gemiddelde termijn-, korte termijn- en weekplanning. Bij ieder planniveau zijn de karakteristieken en de potentiële betrouwbaarheid-ondersteunende elementen van het LPS vastgesteld. De vastgestelde karakteristieken van de planniveaus zijn het detailniveau, de plantermijn, waar de planning op gebaseerd wordt, het doel en wie de planners zijn. De elementen bestaan uit het toepassen van teamplannen, randvoorwaarden-analyses, het vooruitkijkproces, ‘Reliable Promising’, oorzakenanalyses en metingen (PPC, TA en TMR).

Empirie

De huidige werkwijze heeft drie planniveaus welke overeen komen met de lange-, gemiddelde- en korte termijn planning van het conceptueel kader. De weekplanning wordt in zijn geheel niet toegepast. Vanuit de lange termijn planning blijken geen verschillen voort te komen. De karakteristieken van de drie planniveaus komen grotendeels overeen met het conceptueel kader. Op de korte termijn planning wordt bij het conceptueel kader echter gepland op wat werkelijk gedaan kan worden (‘can’). Bij de huidige werkwijze wordt op dit planniveau gepland wat volgens vooraf opgestelde mijlpalen gedaan moet worden (‘should’). De elementen teamplannen,

randvoorwaarden-analyse, ‘Reliable Promising’ en een meting (PPC) worden gedeeltelijk reeds toegepast. Het vooruitkijkproces, de oorzakenanalyse en de overige metingen (TA en TMR) worden in zijn geheel niet toegepast.

Vanuit de bevindingen uit de cases en interviews blijkt de gemiddelde termijn planning bij de huidige werkwijze zeer onbetrouwbaar. Tevens biedt deze geen betrouwbare input voor de korte termijn planning. De korte termijn planning wordt wel betrouwbaar gepland en randvoorwaarden worden tijdig opgelost.

Conclusies

Om de betrouwbaarheid van de gemiddelde termijn planning te verhogen dienen teamplannen en de randvoorwaarden-analyse toegepast te worden. Hiermee wordt een betrouwbaardere planning gerealiseerd doordat randvoorwaarden worden geïdentificeerd, vastgelegd en afgestemd. Het identificeren en vastleggen gebeurt bij de randvoorwaarden-analyse, terwijl de afstemming bij het teamplannen plaatsvindt. Om deze elementen bij de gemiddelde termijn planning te faciliteren kan het LE stappenplan gebruikt worden. Uit de cases blijkt dit stappenplan het toepassen van teamplannen en de randvoorwaarden-analyse namelijk te ondersteunen.

Wat betreft de korte termijn planning leidt het toepassen van het vooruitkijkproces tot een betrouwbaardere planning. Bij het vooruitkijkproces wordt een vaste periode vooruit gepland en wordt deze planning wekelijks geëvalueerd. Hierdoor worden de randvoorwaarden in de planning wekelijks geactualiseerd, waarmee deze betrouwbaar blijft. Tevens wordt hiermee meer gepland wat werkelijk gedaan kan worden (‘can’) in plaats van wat gedaan moet worden (‘should’) volgens vooraf opgestelde mijlpalen.

Voor het toepassen van de weekplanning als apart planniveau is geen noodzaak gevonden. Wel komen twee elementen van dit planniveau naar voren die de betrouwbaarheid verhogen. Ten eerste levert het toepassen van de oorzakenanalyse, naarmate maatregelen zijn getroffen om afwijkingen van de planning te voorkomen, een betrouwbaardere planning op. Ten tweede kan het toepassen van de metingen (PPC, TA en TMR) indirect leiden tot een betrouwbaardere planning, aangezien deze als Key Performance Indicators (KPI's) gebruikt kunnen worden.

IV. Abstract

Traditional scheduling methods, which are based on the push approach of scheduling, are unable to reliably schedule the design process with integrated contracts in infrastructure projects. These methods do not support the dynamic character of the design process and the complexity of these projects. The dynamic character is the result of the uncertainty in goals, the iterative nature and the limited time available for realizing the design. The complexity of these projects arises from the highly multidisciplinary character, integrated contracts en size. Therefore, Heijmans Infra B.V. started to use the Lean Engineering (LE) steps additional to the standard scheduling approach. In this research, the standard scheduling approach and the LE steps are called the current scheduling method. The current method seems incomplete and does not lead to ‘best practices’. In order to look for improvements, the Last Planner System (LPS) is used as conceptual framework for this research. The LPS is used because of its lean basis, which Heijmans Infra B.V. prefers. Additionally, it might suit the dynamic character of the design process. This, because the LPS focuses on which activities really ‘can’ be done, instead of scheduling which activities ‘should’ be done according to predetermined milestones.

Methodology

The conceptual framework of this research is based on the LPS. The current scheduling method is established by documentation which describes the method and by observation in practice at three cases. Then the current scheduling method has been compared to the conceptual framework, which leads to differences between these two. Based on the cases and interviews, findings on the current scheduling method are drawn. By putting the differences in relation with the findings, it is concluded how these differences should be handled. Finally, improvements on the current scheduling method are formulated. Herewith, an improved scheduling method is created.

Conceptual framework

The conceptual framework consists of four scheduling levels. Herewith, the detail of scheduling becomes higher as activities come closer. The scheduling levels are the long term-, average term-, short term- en week schedule. At every level the characteristics en applied elements of the LPS are identified. The characteristics are the level of detail, the length of the scheduled period, the basis of the schedule, the goal of the schedule and who the planners of the schedule are. The elements are collaborative scheduling, constraints analysis, the lookahead process, reliable promising, root cause analysis and applying measurements (PPC, TA and TMR).

Empirical

The current scheduling method only has three levels which match the long-, average- and short term schedule of the conceptual framework. Week scheduling is not applied in the current method. No differences arise by comparing the long term schedule. The characteristics of the remaining scheduling levels largely match the conceptual framework. The only difference is that on the short term schedule the schedule is based on what activities ‘should’ be done, while with the conceptual framework is scheduled which ‘can’ be done. Collaborative scheduling, constraints analysis, reliable promising and measuring the PPC are partly done with the current scheduling method. The lookahead process, root cause analysis and measuring the TA and TMR are not yet applied.

Findings of the cases and interviews show that the average term schedule is highly unreliable. Also, this schedule does not offer reliable input for the short term schedule. The short term schedule itself however is reliable and constraints are solved in time.

Conclusions

In order to schedule more reliable on the average term schedule, collaborative scheduling and constraints analysis should be applied. Herewith, a more reliable schedule is realized since constraints are identified, defined and coördinated. Identifying and defining is done by the constraints analysis, while collaborative scheduling makes sure these constraints are coördinated. To facilitate these elements the LE steps can be used. The steps proved to be effective to support collaborative scheduling and constraints analysis.

Concerning the short term schedule, applying the lookahead process will improve the reliability of the schedule. With the lookahead process a constant period (ca. six weeks) is scheduled ahead and the schedule is evaluated weekly. Herewith, the constraints in the schedule are updated weekly sothat it stays reliable. Additionally, this supports scheduling what really ‘can’ be done instead of what ‘should’ be done according to predetermined milestones.

There is no cause found for applying a separate week schedule. Although two elements of this level will raise the reliability of scheduling. Firstly, applying root cause analysis on deviations in the schedule will result in more reliable schedules on the long run. Namely, more measures will be taken to solve the causes of deviations. Secondly, applying the measurements (PPC, TA & TMR) will indirectly lead to more reliable schedules, since these can be used as Key Performance Indicators (KPI’s) for the reliability of scheduling.

Inhoudsopgave

I.	Colofon.....	3
II.	Voorwoord.....	4
III.	Samenvatting.....	5
IV.	Abstract.....	7
1.	Inleiding.....	11
1.1	Aanleiding.....	12
1.2	Probleemstelling.....	13
1.3	Afbakening.....	14
1.4	Doelstelling.....	15
1.5	Vraagstelling.....	15
1.6	Onderzoeksopzet.....	16
1.7	Leeswijzer.....	17
2.	Literatuur.....	19
2.1	Achtergrond Lean Construction.....	20
2.1.1	Geschiedenis.....	20
2.1.2	Definitie LC.....	20
2.2	Ervaringen met het LPS als toepassing op het ontwerpproces.....	21
2.3	De LPS methode.....	22
2.4	Betrouwbaarheid-ondersteunende elementen van het LPS.....	23
2.5	Het conceptueel kader.....	28
2.6	Deelconclusie.....	29
3.	Empirie.....	31
3.1	Opzet empirische onderzoek.....	32
3.1.1	Documentatie.....	32
3.1.2	Cases.....	34
3.1.3	Interviews.....	37
3.2	Weergave van de huidige werkwijze.....	39
3.3	Verschillen tussen de huidige werkwijze en het conceptueel kader.....	40
3.4	Bevindingen op de huidige werkwijze.....	44
3.5	Aanbevolen betrouwbaarheid-ondersteunende elementen.....	46
3.6	Deelconclusie.....	49
4.	Conclusie, Discussie en Aanbevelingen.....	51
4.1	Conclusie.....	51

4.2	Discussie.....	52
4.2.1	Beperkingen	52
4.3	Aanbevelingen	53
4.3.1	Aanbevelingen voor Heijmans	53
4.3.2	Wetenschappelijke aanbevelingen	54
5.	Referenties.....	55
6.	Bijlagen.....	58
A.	Afweging tussen de planningsmethoden.....	59
B.	Protocol interview.....	61

1. Inleiding

Het ongekende succes dat Toyota heeft met het streven naar ‘leannes’ heeft veel sectoren wakker geschud. Zo is ook de interesse naar lean in de bouwsector van Nederland doorgedrongen. Dit onderzoek draagt bij aan deze ontwikkeling door de lean filosofie toe te passen op het ontwerpproces bij multidisciplinaire projecten met geïntegreerde contractvormen in de GWW-sector. In deze categorie blijkt de ontwerpfase moeilijk binnen tijd, kosten en met de gewenste kwaliteit uit te voeren. Volgens het onderzoek naar lean in de bouw, oftewel Lean Construction (LC), dient er meer aandacht uit te gaan naar de flow en het creëren van klantwaarde. Deze thesis gaat in op deze thema’s door een planningswerkwijze te ontwikkelen, waarbij meer aandacht wordt gegeven aan de flow en waarde-creatie. Dit wordt gerealiseerd door de huidige werkwijze te verbeteren op basis van het Last Planner System (LPS). Met het LPS wordt gestreefd naar een ontwerpproces, waarin alle werkzaamheden ook werkelijk waarde-toevoegend zijn aan het eindproduct. Met andere woorden kan gesteld worden dat met het toepassen van het LPS wordt gestreefd naar ‘leannes’. Dit kan bereikt worden door zo betrouwbaar mogelijk te plannen zodat het ontwerpproces te beheersen is. In dit onderzoek is dan ook de doelstelling aangenomen om zo betrouwbaar mogelijk te plannen. Hierbij worden de karakteristieken van het ontwerpproces in acht genomen.

Het onderzoek is uitgevoerd als afstudeeropdracht voor de opleiding Construction Management & Engineering van de Universiteit Twente. De afdeling ‘Ontwerp & Advies’ binnen Heijmans Infra B.V. is de opdrachtgever van het onderzoek. Binnen Heijmans Infra B.V. is deze afdeling verantwoordelijk voor het realiseren van het ontwerp bij multidisciplinaire projecten met geïntegreerde contractvormen in de GWW-sector.

In dit hoofdstuk van de rapportage wordt het onderzoek nader toegelicht. Zo worden in dit hoofdstuk de aanleiding (Paragraaf 1.1), probleemstelling (1.2), afbakening (1.3), doelstelling (1.4), vraagstelling (1.5) en onderzoekopzet (1.6) besproken. Paragraaf 1.7 beschrijft ten slotte de leeswijzer voor de rapportage.

1.1 Aanleiding

Ten eerste komt de aanleiding van dit onderzoek voort uit de toepassing van geïntegreerde contractvormen, welke de publieke opdrachtgevers in de Grond, Weg en Waterbouw (GWW-)sector steeds meer toepassen. Deze contractvormen leiden ertoe dat de opdrachtnemer meer integraal moet werken en daarom zowel in de breedte van de organisatie als in de keten up- en downstream nauwer moet samenwerken. Dit komt voort uit (1) de groei in complexiteit en omvang van projecten, (2) de gecombineerde projectfasen binnen één contract (b.v. D&C, DBM en DB(F)MO) en (3) de groei in de verantwoordelijkheid en het takenpakket van de opdrachtnemer.

Ten tweede, ook voortkomend uit de toepassing van geïntegreerde contracten, dient de opdrachtnemer de tijdsplanning van meerdere achtereenvolgende fasen zelf te beheersen. Dit betekent dat ook het ontwerpproces vanuit het oogpunt van de planning beheerst dient te worden. Ontwerpen is echter een moeilijk te plannen fase binnen het bouwproces. Een uitloop van de ontwerpfase heeft bij geïntegreerde contractvormen echter direct effect op de haalbaarheid van de deadline van het hele bouwproces. Het is daarom van groot belang dat dit ontwerpproces betrouwbaar te plannen is zodat deze planning te beheersen is. Aanvullend hierop, heeft de tijd vrijwel een lineair verband met de kosten van het ontwerp, omdat het ontwerpen mensenwerk is. De kosten van het ontwerp worden dus vrijwel geheel bepaald door de tijd dat het ontwerpteam bezig is met het produceren van het ontwerp. Dit heeft direct effect op de winstgevendheid van het project, omdat geïntegreerde contracten gebaseerd zijn op ‘lump sum’.

Ten derde is de opkomst van Lean Construction (LC) een concretere aanleiding voor dit onderzoek. Heijmans N.V. heeft reeds enkele jaren ervaringen opgedaan met het streven naar ‘leanness’. Thans is ook de interesse, mede door bovenstaande aanleidingen, naar het toepassen van het lean-ideaal op het ontwerpproces gegroeid. Voor de start van dit onderzoek is reeds een pilotproject uitgevoerd met Lean Engineering (LE) op het project ‘A12 Parallelstructuur’. Met deze methode hoopt Heijmans enerzijds het ontwerpproces betrouwbaarder te kunnen plannen, terwijl er anderzijds ook een betere beheersing op de planning plaats moet vinden. Met de ervaringen op de ‘A12 Parallelstructuur’ zijn verbeteringen doorgevoerd op de methode. Heijmans mist echter een wetenschappelijke basis voor deze methode en het is onbekend of de ‘best practice’ is bereikt. Tevens wordt er nog gezocht naar inpassing van deze methode in het bestaande planningsmanagement. Daarom wordt in dit onderzoek de volledige werkwijze van plannen beschouwd en worden hierop aanvullingen en optimalisaties vanuit de literatuur geformuleerd.

1.2 Probleemstelling

De probleemstelling van dit onderzoek komt ten eerste voort uit de karakteristieken van het ontwerpproces. Deze blijkt in beginsel complex te zijn door deze karakteristieken, namelijk: (1) de onzekerheid in de doelstelling, (2) de iteratieve aard van het ontwerpproces en (3) de gelimiteerde tijd die beschikbaar is om het ontwerp te realiseren (Hamzeh, Ballard, & Tommelein, 2009). De karakteristieken zijn sterk verbonden met elkaar, aangezien de onzekerheid in de doelstelling (1) en de iteratieve aard (2) resulteren in een dynamisch proces, die moeilijk betrouwbaar te plannen. Doordat het ontwerpproces moeilijk betrouwbaar te plannen is, is deze ook moeilijk te beheersen. Het moeilijk te plannen en beheersen ontwerpproces levert echter problemen op doordat gelimiteerde tijd beschikbaar is om het ontwerp te realiseren (3).

Ten tweede komt de probleemstelling voort uit het beperkte onderzoek dat is uitgevoerd op planningsmethoden voor het ontwerpproces, ondanks deze karakteristieken. Tot eind vorige eeuw is in zijn geheel vrijwel geen onderzoek uitgevoerd op het gebied van het plannen en beheersing van het ontwerpproces (Koskela, Ballard, & Tanhuanpaa, 1997) (Austin, Baldwin, & Newton, 1996). Het ontbreken van geschikte methoden die aansluiten bij de karakteristieken, heeft ertoe geleid dat traditionele methoden worden gebruikt of in zijn geheel weinig projectmanagement wordt toegepast op het ontwerpproces.

De tekortkomingen van de traditionele planmethoden komen veelal voort uit het plannen op basis van push (Tommelein, 1998). Dit levert problemen op bij het ontwerpproces, omdat enkel wordt gekeken naar wat gedaan moet worden volgens planning (‘should’), terwijl wordt genegeerd wat werkelijk gedaan kan worden (‘can’) (Ballard, 1999). Doordat het ontwerpproces moeilijk vooraf betrouwbaar te plannen is, kunnen planning die enkel gebaseerd zijn op push (‘should’) niet beheerst worden. Het wordt daarom geadviseerd om, zeker bij unieke projecten met geïntegreerde contracten welke een hoge onzekerheid hebben, te plannen op basis van pull (Ballard & Tommelein, 2012). Plannen op basis van pull betekent dat er gepland wordt aan de hand van de status van het proces (Hopp & Spearman, 1996). Hiermee is de planning een dynamisch document die aangepast wordt wanneer de planning niet meer overeenkomt met de werkelijke status van het proces. Echter blijft het van belang om aan de beperkte tijd die beschikbaar is te voldoen. Daarom is een bepaalde mate van push plannen noodzakelijk, waarbij gestuurd wordt op vooraf opgestelde mijlpalen (Ballard, 1999).

Het bovenstaande in aanmerking nemende, is de volgende probleemstelling gedefinieerd:

Traditionele planmethoden die de planning enkel baseren op push zijn ontoereikend om de karakteristieken van het ontwerpproces te ondervangen en een betrouwbare planning te realiseren die beheerst kan worden.

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk omschreven, zal het LPS binnen dit onderzoek gebruikt worden om deze probleemstelling op te lossen. Vooraf aan dit onderzoek heeft een verkenning op de verschillende beschikbare planmethoden plaatsgevonden. Op basis van deze verkenning is een afweging gemaakt, waarbij het LPS de meest geschikte methode voor dit onderzoek blijkt te zijn. Deze afweging is te vinden in Bijlage A.

1.3 Afbakening

Zoals blijkt uit de aanleiding en probleemstelling, zal het onderzoek ingaan op de ontwerpfase van het bouwproces. Andere fasen in het bouwproces, zoals de initiatie-, realisatie- en exploitatiefase, worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Zoals reeds beschreven in de vorige paragraaf blijkt, na de verkenning van de verschillende beschikbare planmethoden, het LPS de meeste geschikte methode om in potentie de probleemstelling op te lossen. Daarom zal uitsluitend deze methode worden beschouwd om de huidige werkwijze van plannen bij Heijmans Infra B.V. te verbeteren. Tevens zijn de doelstelling en vraagstelling geconcretiseerd met toevoeging van het LPS om zo de gewenste sturing in het onderzoek te realiseren. Dit betekent echter dat andere planningsmethoden wellicht ook verbeteringen op de huidige werkwijze kunnen opleveren.

De laatste afbakening voor dit onderzoek is het type project. Ten eerste betreffen het projecten met een multidisciplinair karakter. Met multidisciplinaire projecten worden projecten bedoeld waarbij het betrekken van meerdere stakeholders, zijnde meerdere disciplines en dus afdelingen, bedrijven en/of leveranciers, noodzakelijk is. Het toevoegen van deze term is van belang, omdat dit veelal inhoudt dat met een grote verscheidenheid aan kennis en kunde, bedrijfstakken of afdelingen, en dus ook belangen, toch nauw samengewerkt moet worden. Ten tweede wordt alleen gekeken naar projecten met geïntegreerde contractvormen, zoals omschreven in de aanleiding van het onderzoek. Met geïntegreerde contractvormen worden contracten bedoeld waarbij tenminste het ontwerpen en uitvoeren van een project zijn opgenomen in één contract (D&C). Tevens kunnen het ook contracten betreffen waarbij de financiering, het onderhoud en/of het exploiteren van de desbetreffende constructie is opgenomen in het contract (DBM, DBFM of DBFMO). Ten derde gaat dit onderzoek in op projecten binnen de GWW-sector.

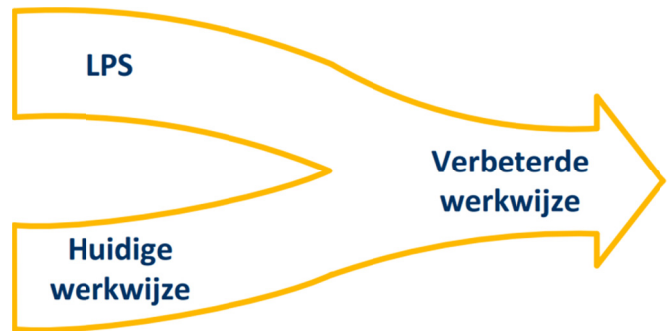
Bovenstaande afbakeningen zijn verwerkt in de doelstelling en vraagstelling van het onderzoek.

1.4 Doelstelling

Om de probleemstelling op te lossen wordt naar de volgende doelstelling gewerkt:

Het verhogen van de betrouwbaarheid van de ontwerpplanning door het toepassen van elementen uit het LPS bij multidisciplinaire projecten met geïntegreerde contractvormen in de GWW sector.

In dit onderzoek worden elementen van het LPS die bijdragen aan de doelstelling toegevoegd aan de huidige werkwijze om zo te komen tot een verbeterde werkconceptueel kaderwijze (zie Figuur 1), waarmee zo betrouwbaar mogelijk gepland wordt. De doelstelling gaat niet direct in op de beheersing van het ontwerpproces. Echter is de verwachting dat wanneer er betrouwbaarder gepland wordt, het proces ook beter te beheersen is. Indirect gaat dit onderzoek daarmee ook in op de beheersing van het ontwerpproces.



FIGUUR 1 ABSTRACTE OPZET VAN HET ONDERZOEK

Daarnaast wordt ook gedoeld op een efficiënter proces. Wanneer namelijk betrouwbaarder gepland wordt, kunnen meer werkzaamheden volgens de verwachting voorbereid worden. In het termen van het LPS wordt dit het oplossen van randvoorwaarden genoemd en bestaat bij het ontwerpproces uit de informatie-input, benodigde resources en het vastleggen van de doelstelling van werkzaamheden.

1.5 Vraagstelling

Om deze doelstelling te realiseren zal in dit onderzoek antwoord worden gegeven op de volgende vraag:

Welke elementen van het LPS verbeteren de huidige werkwijze wat betreft de betrouwbaarheid van de ontwerpplanning bij multidisciplinaire projecten met geïntegreerde contractvormen in de GWW-sector?

De betrouwbaarheid van een planning houdt in dat de planning de uiteindelijk uitgevoerde werkzaamheden zo nauwkeurig mogelijk omschrijft in de tijd. Dit houdt ten eerste in dat de werkzaamheden die uiteindelijk zijn uitgevoerd zoveel mogelijk zijn opgenomen in de planning. Ten tweede houdt dit in dat ook de juiste doorlooptijden aan de werkzaamheden zijn toegekend. Met andere woorden kan gesteld worden dat de planning een model is van het geplande proces. Hoe realistischer het model, hoe betrouwbaarder de planning.

Met het ontwerpproces wordt de gehele ontwerpfase bedoeld van het Aanbestedingsontwerp tot-en-met het Uitvoeringsontwerp. Bij het ontwerpen behoren niet alleen het produceren van tekeningen, berekeningen en adviezen, maar alle noodzakelijke activiteiten om te komen tot een ontwerp welke uiteindelijk uitgevoerd zal worden in de realisatiefase. Wat hier niet bij hoort, zijn voorbereidingen om de uitvoering van het ontwerp te kunnen realiseren.

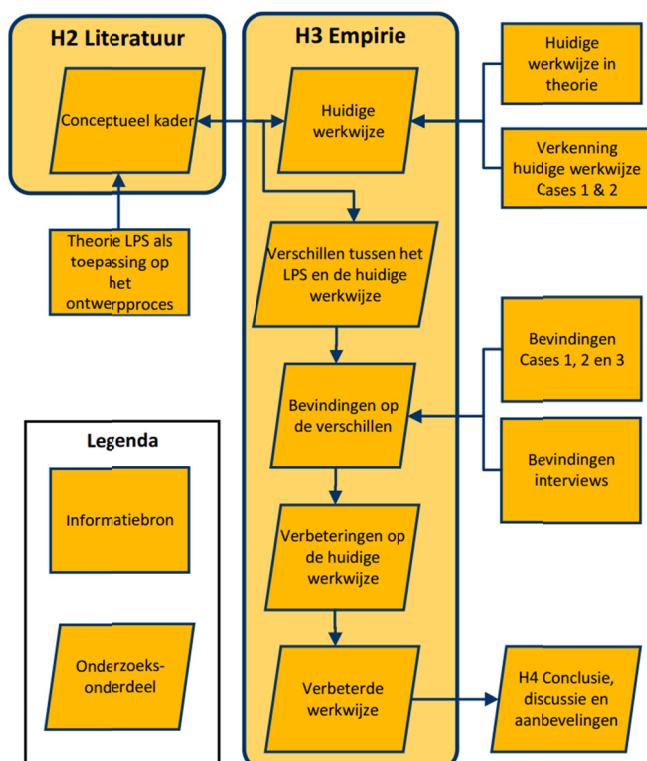
Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. **Welke elementen van het LPS ondersteunen mogelijk de betrouwbaarheid van de ontwerpplanning?**
 - a. Wat zijn de ervaringen in de literatuur met het LPS bij toepassing op het ontwerpproces?
 - b. Welke planningsniveaus worden bij het LPS gehanteerd en wat zijn de bijbehorende karakteristieken?
 - c. Welke elementen van het LPS ondersteunen mogelijk de betrouwbaarheid van de ontwerpplanning?
 - d. Hoe ziet het conceptueel kader, gebaseerd op de karakteristieken van de planningsniveaus en de elementen (van deelvraag 1c), van het toepassen van het LPS eruit?
2. **Wat is het advies om de huidige werkwijze van Heijmans Infra B.V. te verbeteren in relatie met de betrouwbaarheid van plannen?**
 - a. Wat is de huidige werkwijze voor het plannen van het ontwerpproces?
 - b. Wat zijn de verschillen tussen het LPS en de huidige werkwijze?
 - c. Wat zijn de bevindingen op basis van de cases en interviews in relatie met deze verschillen?
 - d. Hoe dient met deze verschillen omgegaan te worden om de huidige werkwijze te verbeteren op basis van de bevindingen?

De deelvragen worden in deze thesis stap voor stap behandeld. De opzet van het onderzoek en waar de beantwoording van de verschillende deelvragen plaatsvindt, is te vinden in de volgende paragrafen.

1.6 Onderzoeksopzet

Onderstaande figuur geeft de opzet van het onderzoek weer. In het figuur zijn ook de hoofdstukken genoteerd waarin de onderdelen van het onderzoek worden omschreven. Vanuit de literatuur wordt



het conceptueel kader van het LPS opgesteld, zodat de huidige werkwijze hiermee vergeleken kan worden. Vervolgens is de huidige werkwijze opgesteld aan de hand van de theorie die de huidige werkwijze beschrijft en een verkenning van de praktische toepassing hiervan bij Cases 1 en 2. Vanuit het conceptueel kader worden de verschillen tussen het LPS en de huidige werkwijze gevonden. Op deze verschillen zijn bevindingen opgesteld op basis van de cases en interviews. Daarna wordt geconcludeerd hoe met de verschillen omgegaan moet worden om een verbetering op te leveren. Hieruit ontstaat de verbeterde werkwijze. Het empirische hoofdstuk en de informatiebronnen die hierbij horen, worden nader omschreven in Paragraaf 3.1 zelf.

FIGUUR 2 ONDERZOEKSOPZET

1.7 Leeswijzer

Zoals reeds te zien in de vorige paragraaf bestaat het onderzoek bestaat uit twee grote gedeelten, namelijk het literatuur- (Hoofdstuk 2) en empirische gedeelte (Hoofdstuk 0). In de volgende tabel wordt Hoofdstuk 2 weergegeven met de deelvragen die worden beantwoord in de paragraaf.

Paragraaf	Deelvraag
2.1 Achtergrond Lean Construction	
2.2 Ervaringen met het LPS als toepassing op het ontwerpproces	<i>1.a. Wat zijn de ervaringen in de literatuur met het LPS bij toepassing op het ontwerpproces?</i>
2.3 De LPS methode	<i>1.b. Welke planningsniveaus worden bij het LPS gehanteerd en wat zijn de bijbehorende karakteristieken?</i>
2.4 Betrouwbaarheid-ondersteunende elementen van het LPS	<i>1.c. Welke elementen van het LPS ondersteunen mogelijk de betrouwbaarheid van de ontwerpplanning?</i>
2.5 Het conceptueel kader	<i>1.d. Hoe ziet het conceptueel kader, gebaseerd op de karakteristieken van de planningsniveaus en de elementen (van deelvraag 1c), van het toepassen van het LPS eruit?</i>
2.6 Deelconclusie	1. Welke elementen van het LPS ondersteunen mogelijk de betrouwbaarheid van de ontwerpplanning?

TABEL 1 OVERZICHT LITERATUURGEDEELTE VAN DE THESIS

Paragraaf 2.1 dient als introductie op de concrete aanleiding voor dit onderzoek, namelijk Lean Construction (LC). Omdat het LPS initieel is opgesteld als toepassing op de realisatiefase van het bouwproces, beschrijft Paragraaf 2.2 de ervaringen van het LPS als toepassing op het ontwerpproces. De volgende paragraaf, 2.3, geeft een kort overzicht van het LPS. Paragraaf 2.4 gaat concreter in op de elementen van het LPS die bijdragen aan de doelstelling van het onderzoek. Vervolgens wordt het conceptueel kader van het onderzoek weergegeven in Paragraaf 2.5. Hierbij zijn de elementen in het overzicht van het LPS geplaatst. De deelconclusie (Paragraaf 2.6) van het theoretische gedeelte sommeert de elementen die in potentie bijdragen aan de hoofdvraag van het onderzoek.

In de volgende tabel wordt Hoofdstuk 0, het empirische gedeelte van het onderzoek, weergegeven.

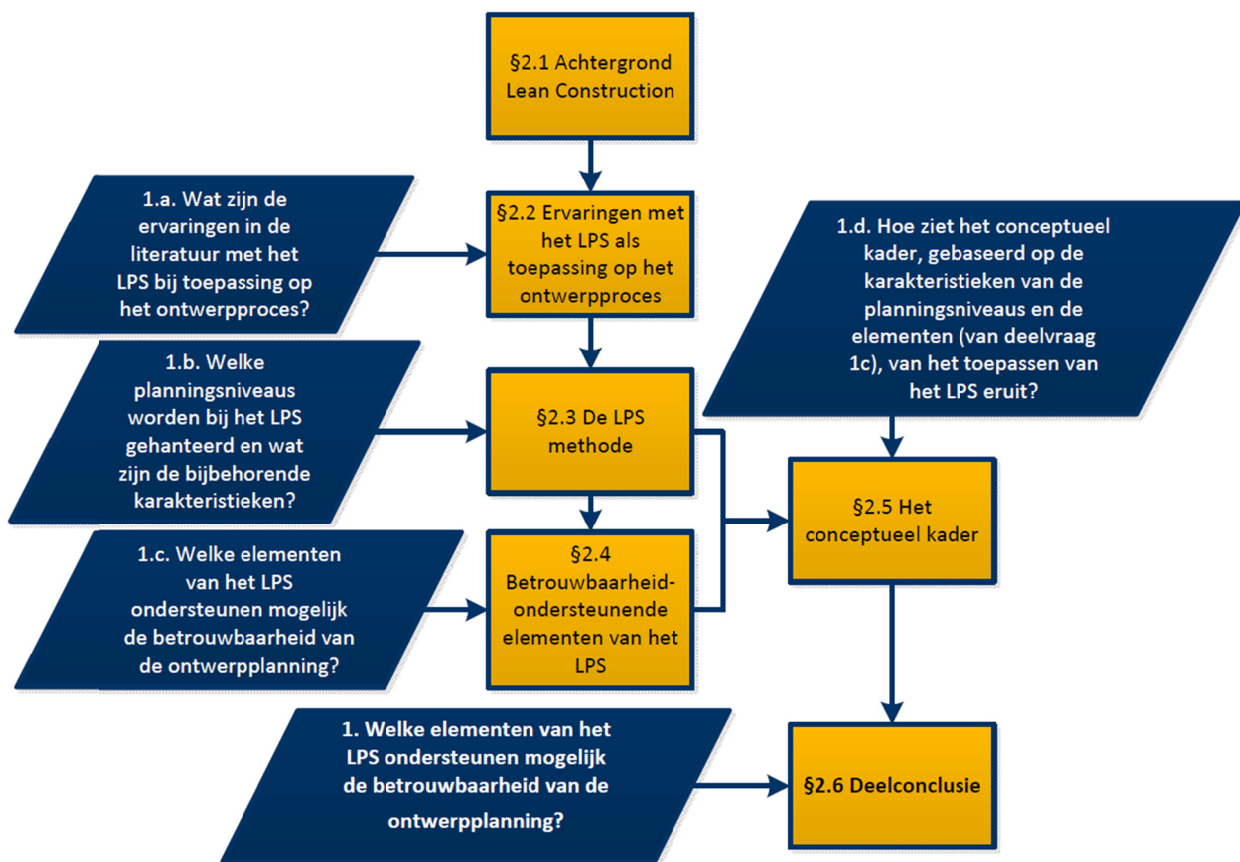
Paragraaf	Deelvraag
3.1 Opzet empirische onderzoek	
3.2 Weergave van de huidige werkwijze	<i>2.a. Wat is de huidige werkwijze voor het plannen van het ontwerpproces?</i>
3.3 Verschillen tussen de huidige werkwijze en het conceptueel kader	<i>2.b. Wat zijn de verschillen tussen het LPS en de huidige werkwijze?</i>
3.4 Bevindingen op de huidige werkwijze	<i>2.c. Wat zijn de bevindingen op basis van de cases en interviews in relatie met deze verschillen?</i>
3.5 Aanbevolen betrouwbaarheid-ondersteunende elementen	<i>2.d. Hoe dient met deze verschillen omgegaan te worden om de huidige werkwijze te verbeteren op basis van de bevindingen?</i>
3.6 Deelconclusie	<i>2. Wat is het advies om de huidige werkwijze van Heijmans Infra B.V. te verbeteren in relatie met de betrouwbaarheid van plannen?</i>

TABEL 2 OVERZICHT EMPIRISCHE GEDEELTE VAN DE RAPPORTAGE

Omdat het empirische gedeelte van het onderzoek meer toelichting benodigd, wordt de opzet hiervan besproken in Paragraaf 3.1. In Paragraaf 3.2 wordt het kader van de huidige werkwijze gepresenteerd. Paragraaf 3.3 geeft vervolgens de analyse tussen de kaders van het LPS en de huidige werkwijze weer. De bevindingen aan de hand van de cases en interviews worden in Paragraaf 3.4 beschreven. In de opvolgende paragraaf, 3.5, wordt geconcludeerd hoe de verschillen zijn aan te bevelen op basis van deze bevindingen. In de deelconclusie (Paragraaf 3.6) worden ten slotte de verbeteringen in de huidige werkwijze geplaatst.

2. Literatuur

In dit hoofdstuk omschrijft de literatuurstudie van dit onderzoek. In de eerste paragraaf (2.1) wordt kort de achtergrond van Lean Construction (LC) beschreven, wat een concrete aanleiding is voor dit onderzoek. Omdat het LPS initieel is ontwikkeld voor gebruik in de realisatiefase van het bouwproces, worden in Paragraaf 2.2 de ervaringen met het LPS als toepassing op het ontwerpproces besproken. Paragraaf 2.3 betreft een overzicht van het toepassen van het LPS. Vervolgens gaat Paragraaf 2.4 dieper in op de elementen van het LPS die mogelijk leiden tot een betrouwbaardere ontwerpplanning. In Paragraaf 2.5 worden het overzicht en de elementen samengevoegd in het conceptueel kader van het onderzoek. Tenslotte wordt het literatuur gedeelte geconcludeerd in Paragraaf 2.6. In Figuur 3 zijn de paragrafen en de deelvragen die van toepassing zijn op de betreffende paragraaf schematisch weergegeven.



FIGUUR 3 OVERZICHT HOOFDSTUK 2 (PARALLELOGRAM = DEELVRAAG VAN TOEPASSING OP DE BETREFFENDE PARAGRAAF)

2.1 Achtergrond Lean Construction

De opkomst van Lean Construction (LC) is een concrete aanleiding voor dit onderzoek. In deze paragraaf worden daarom in het kort de geschiedenis van LC en de definitie beschreven.

2.1.1 Geschiedenis

De bouwsector heeft lang gesteld dat door de uniekheid van ieder project, welke eenmalig wordt uitgevoerd, geen principes uit andere industrieën zoals de productiesector gebruikt kunnen worden (Koskela, 1992). Tegenwoordig is dit achterhaald en worden principes en methoden vanuit de productiesector steeds meer toegepast. Deze principes en methoden komen voornamelijk voort uit de Toyota Production System (TPS), welke is opgezet door Tiachi Ohno (1988). In 1990 brachten Womack en Jones *“The machine that changed the world”* uit, waarin de TPS werd vertaald in wat hedendaags lean genoemd wordt.

De opkomst van lean in de bouw, dat Lean Construction (LC) wordt genoemd, is ontstaan door tekortkomingen in het traditionele tijd-kosten-kwaliteit paradigma van projectmanagement (Koskela, 1992). Deze tekortkomingen worden bevestigd door Abdelhamid (2004), die aantoonde dat de huidige conceptuele modellen en methoden niet toereikend zijn om projecten binnen de tijd, kosten en gewenste kwaliteit te leveren. Ook Egan (1998) promootte veranderingen in de bouw met zijn *“Rethinking Construction”* en zag verbetering in het toepassen van lean. Koskela en Howell (2002) achten het ten slotte aangetoond dat veranderingen nodig zijn om vooruitgang te boeken in de projectmanagement wetenschap in de bouw.

Deze verandering wordt vormgegeven door het conceptuele Transformatie-Flow-Value paradigma (TFV-paradigma) van Koskela (1992), waarin een project wordt beschouwd als een tijdelijk productiesysteem. Deze productiesystemen kunnen op drie wijzen worden beschouwd, namelijk als (1) transformatie, (2) flow en (3) waarde-generatie (Koskela, 2000) (Ballard, 2000). De transformatie bestaat uit de serie van activiteiten die input omvormen naar output. Flow bestaat uit de stroom van informatie en resources die leiden tot activiteiten waarbij de focus ligt op het elimineren van verspillingen uit het proces. Waarde-generatie is de ontwikkeling van waarde die aan de vraag van de klant voldoet. Bij traditioneel projectmanagement wordt de focus gelegd op het transformeren, terwijl flow en waarde-generatie worden genegeerd (Koskela, 2000). De focus van transformatie in het huidige projectmanagement resulteert in het verkeerd begrijpen van werken in projecten, en een gebrekkige definitie van plannen, uitvoeren en beheersen (Koskela & Howell, 2002). Het is daarom noodzakelijk om in de bouw meer focus te leggen op flow en waarde-generatie. Het TFV-paradigma wordt gezien als de basis van LC en moet deze focus faciliteren.

2.1.2 Definitie LC

Een concrete en eenduidige definitie van lean is tot op heden, ondanks de vele pogingen, nog niet geformuleerd. Tevens is het nog onduidelijk of lean werkelijk een compleet nieuwe werkwijze is ten opzichte van de bestaande managementwetenschap, productiemanagementwetenschap of gerelateerde onderzoeksgebieden. Tevens is onbekend in hoeverre lean hier een uniekheid of toegevoegde waarde in biedt (Ballard & Tommelein, 2012).

LC werd als eerste gedefinieerd als een manier om productiesystemen te ontwerpen om afval, tijd en moeite te minimaliseren en de maximale hoeveelheid waarde te creëren (Koskela, Howell, Ballard, & Tommelein, 2002). Ballard en Tommelein (2012) voegde hier later aan toe dat lean een ideaal is die nagestreefd kan worden, namelijk:

‘Lean consists of an ideal to be pursued, principles to be followed in that pursuit and methods to be used to apply the principles. The ideal is to deliver exactly what your customer (immediate or ultimate) needs, with no waste.’

Deze definitie is door zijn abstractere vorm meer in samenspraak met de benadering van lean als een filosofie (Ballard, Kim, Jang, & Lui, 2007). Tevens geeft deze definitie aan dat lean het streven naar een ideaal is. Dit kan geïnterpreteerd worden als dat iets niet lean is, maar dat het lean ideaal wel nagestreefd kan worden. Ook ondersteunt dit daardoor de Kaizen filosofie van het doorlopend blijven verbeteren. Ook wordt met de tweede zin het TFV-paradigma benoemd door de focus op exact leveren wat de klant wil (waarde-generatie) en dit zonder verspillingen (flow) aan te halen (Koskela, 2000). Het bovenstaande in aanmerking nemende, zal de definitie van Ballard en Tommelein gelden als zijnde LC voor dit onderzoek.

2.2 Ervaringen met het LPS als toepassing op het ontwerpproces

Het LPS is initieel niet ontwikkeld als toepassing op het ontwerpproces. De methode is echter al vaker op het ontwerpproces toegepast. In deze paragraaf worden deze ervaringen beschreven. De eerste ervaringen met het toepassen van het LPS bij het ontwerpproces komen uit het eind van de jaren '90 (Koskela & Huovila, 1997) (Miles, 1998) en het begin van de 21^e eeuw (Ballard, 2000) (Tzortzopoulos, Formoso, & Betts, 2001) (Ballard, 2002). Ondanks dat deze toepassingen als succesvol worden gezien, stelde Ballard (2000) dat er geen harde bewijzen zijn dat het LPS werkelijk effectief is als toepassing op het ontwerpproces. Bij toepassing van het LPS wordt wel een hogere betrouwbaarheid van plannen gemeten en is er in het geval van Miles (1998) 20% op de kosten bespaard ten opzichte van de raming.

Om de toepasbaarheid van het LPS bij het ontwerpproces verder te verhogen wordt het ‘Activity Definition Model’ (ADM) voorgesteld door Ballard (1999). Dit model resulteert erin dat ontwerponderdelen (bijvoorbeeld Uitvoeringsontwerp van Kunstwerk 1) en werkzaamheden concreet worden geformuleerd inclusief de benodigde informatie, de benodigde resources en aan welke doelstelling het ontwerponderdeel of de werkzaamheid moet voldoen. Dit wordt bij het LPS, in het geval van het ontwerpproces, de randvoorwaarden voor werkzaamheden genoemd. Het vastleggen van de doelstelling is noodzakelijk bij het ontwerpproces, omdat werkzaamheden geen afgebakende taken zijn en informatie op allerlei manieren te leveren is. Tevens zijn werkzaamheden niet per se klaar, aangezien het ontwerp altijd verder uitgedetailleerd of geoptimaliseerd kan worden. Verdere details over het toepassen van dit model worden gegeven in Paragraaf 2.4.

Vervolgens is een aantal jaar geen literatuur over het toepassen van het LPS op het ontwerpproces te vinden. Dit is mede te verklaren doordat, ondanks de succesvolle toepassingen, er toch obstakels blijken te zijn bij het implementeren van het LPS op een ontwerpproces (Ballard, Hammond, & Nickerson, 2009). Deze obstakels worden helaas niet concreet besproken in de literatuur. Meerdere succesvolle cases volgen echter vanaf 2009, zoals Hamzeh, Ballard en Tommelein (2009), Kerosuo, Mäki, Codinhoto, Koskela en Miettinen (2012) en Wesz, Formoso and Tzortzopoulos (2013). Door Hamzeh, Ballard en Tommelein wordt aangehaald dat doorlopend her-plannen in teamverband bij toepassing op het ontwerpproces belangrijk is gezien de karakteristieken (i.e. dynamiek) van het proces. Dit wordt gerealiseerd door het vooruitkijkproces.

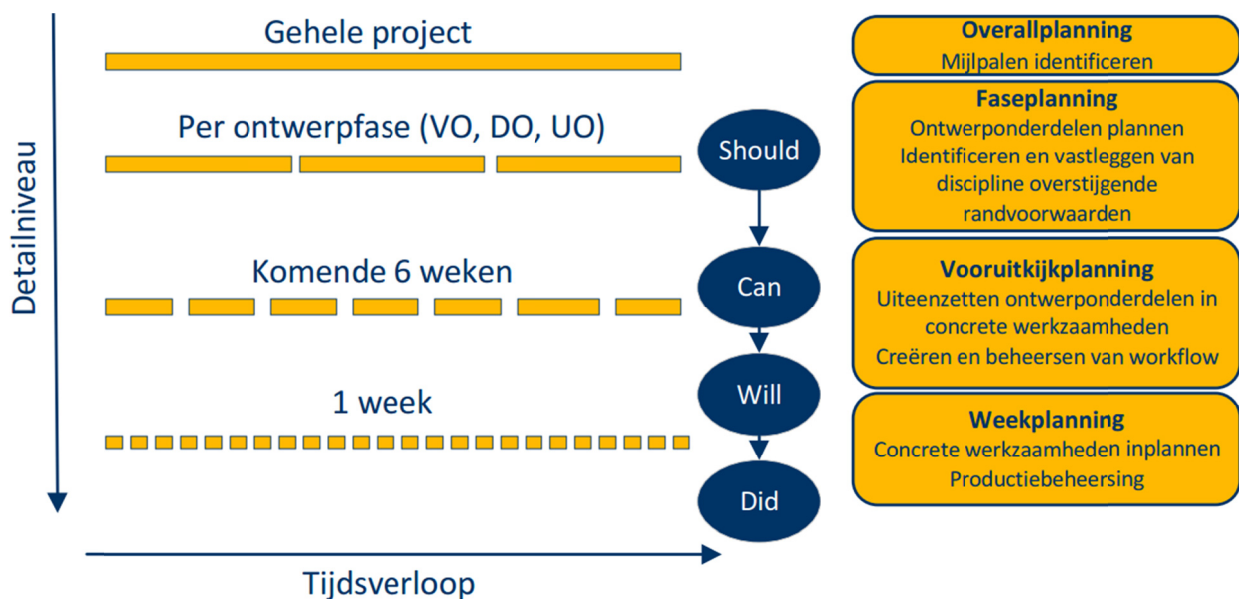
Geconstateerde voordelen met het toepassen van het LPS op het ontwerpproces zijn:

- Een kortere doorlooptijd (i.e. verhoogde productiviteit) (Ballard, Hammond, & Nickerson, 2009) (Miles, 1998);
- Meer transparantie (Wesz, Formoso, & Tzortzopoulos, 2013) (Tzortzopoulos, Formoso, & Betts, 2001);
- Een verbeterde samenwerking en meer commitment (Kerosuo, Mäki, Codinhoto, Koskela, & Miettinen, 2012) (Hamzeh, Ballard, & Tommelein, 2009);
- Een verhoogd anticiperend vermogen en flexibiliteit in het maken van beslissingen (Wesz, Formoso, & Tzortzopoulos, 2013) (Miles, 1998).

Aan de hand van de ervaringen kan geconcludeerd worden dat, ondanks het ontbreken van harde bewijzen, het LPS wel succesvol toepasbaar is op het ontwerpproces. Of het LPS werkelijk een betrouwbaardere planning oplevert, is niet te zeggen op basis van de literatuur. Wel worden dit als redenen gezien om het LPS toe te passen op het ontwerpproces (Ballard, 1999) (Hamzeh, Ballard, & Tommelein, 2009). Uit dit onderzoek zal moeten blijken of dit het geval is bij projecten van Heijmans Infra B.V. Het ADM en het vooruitkijkproces worden meegenomen in dit onderzoek en uitgebreid besproken in paragraaf 2.4. Deze elementen blijken namelijk in het bijzonder van toepassing te zijn op het ontwerpproces.

2.3 De LPS methode

Om een conceptueel kader van het LPS op te stellen wordt de methode hier eerst toegelicht. De methode is te zien in het volgende figuur.



FIGUUR 4 OVERZICHT VAN HET LPS (GEBASEERD OP HAMZEH (2009))

Het toepassen van het LPS bestaat uit vier planniveaus die elk hun eigen detailniveau en functie hebben.

Overallplanning

Dit is de meest abstracte planning. Deze wordt hoofdzakelijk opgesteld op basis van de contractuele mijlpalen die door de opdrachtgever zijn opgesteld. In de overallplanning worden mijlpalen over het gehele project opgenomen.

Faseplanning

Deze planning wordt per fase opgesteld. Hierbij worden de ontwerponderdelen geïdentificeerd en gepland. Het is hierbij van belang dat de discipline overstijgende randvoorwaarden (i.e. afhankelijkheden) geïdentificeerd en vastgelegd worden. Dit planniveau wordt in teamverband gepland. Er wordt gepland wat gedaan moet worden (‘should’) om aan de contractuele mijlpalen te voldoen, oftewel op basis van push.

Vooruitkijkplanning

De ontwerponderdelen worden op dit planniveau uiteengezet in concrete werkzaamheden. Deze planning moet voor een workflow zorgen en moet de workflow ook beheersen. Om dit te realiseren wordt zes weken vooruit gepland en wordt rekening gehouden met de randvoorwaarden van werkzaamheden. Ook dit planniveau wordt in teamverband gepland. Hier wordt echter gepland wat gedaan kan worden (‘can’) volgens de status van het proces, dus op basis van pull.

Weekplanning

In de weekplanning worden enkel concrete werkzaamheden opgenomen waarvan alle randvoorwaarden opgelost zijn. Op dit planniveau wordt de productiebeheersing geregeld bij het LPS (Ballard, 2000). De weekplanning is de planning die werkelijk uitgevoerd zal worden (‘will’) en wordt net als de faseplanning en vooruitkijkplanning in teamverband opgesteld.

2.4 Betrouwbaarheid-ondersteunende elementen van het LPS

Nu het overzicht van het LPS is omschreven worden de elementen van het LPS beschreven die mogelijk leiden tot een betrouwbaardere ontwerpplanning. Aan het eind van iedere beschrijving wordt toegelicht waarom het element mogelijk bijdraagt aan de betrouwbaarheid. In de conclusie van deze thesis zal gereflecteerd worden of deze elementen inderdaad leiden tot een betrouwbaardere ontwerpplanning. De elementen die hier besproken worden zijn het toepassen van teamplannen, randvoorwaarden-analyses, het vooruitkijkproces, ‘reliable promising’, oorzakenanalyses en metingen.

Teamplannen: het opstellen van de planning

Het eerste element betreft het plannen in teamverband, waarnaar het LPS is vernoemd. Met ‘Last Planner’ wordt namelijk verwezen naar de persoon die de werkzaamheid uitvoert. Bij het teamplannen plannen de mensen die verantwoordelijk zijn voor het uitvoeren van de werkzaamheden. Het toepassen hiervan wordt geadviseerd op de gemiddelde termijn-, korte termijn en weekplanning.

Een concreet en eenduidig stappenplan om teamplannen te faciliteren ontbreekt. De volgende essentiële onderdelen komen in de literatuur echter vaker voor (Ballard & Howell, 2004) (Hamzeh, Ballard, & Tommelein, 2009), namelijk:

1. Ter voorbereiding identificeren de betrokken actoren de ontwerponderdelen (bij gemiddelde termijn planning) of concrete werkzaamheden (bij korte termijn en weekplanning) en de bijbehorende randvoorwaarden.
2. De actoren creëren gezamenlijk de planning door middel van Post-It’s.
3. Er dient afstemming plaats te vinden tussen de leverancier (de gene die de werkzaamheid uitvoert) en de gebruiker (ontvanger van het eindresultaat van de werkzaamheid) over de randvoorwaarden van werkzaamheden (benodigde informatie, resources en het doel van een ontwerponderdeel of werkzaamheid, zie volgende Sub-paragraaf).

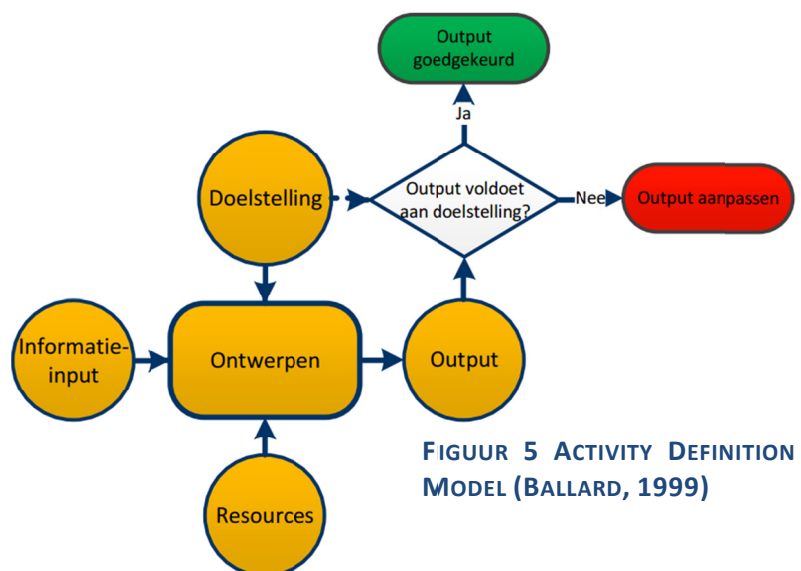
4. Het plannen gaat in iteraties doordat de optimale planning nooit in één keer opgesteld kan worden.

Het teamplannen mist een wetenschappelijke basis (Ballard & Howell, 2004). Echter levert het toepassen van teamplannen naar verwachting de volgende voordelen op wat betreft betrouwbaar plannen:

- Kennis van de werkzaamheid: De persoon die de werkzaamheid werkelijk uitvoert kent de werkzaamheid het beste. Hierdoor weet deze persoon ook het beste wat de randvoorwaarden van werkzaamheden zijn en kan hij zijn werkzaamheden het meest betrouwbaar plannen;
- Commitment: Doordat de personen die de werkzaamheden moeten uitvoeren de planning zelf opstellen, wordt er meer commitment gerealiseerd. De planning is daarom betrouwbaarder en wordt beter beheerst.
- Betere communicatie en transparantie: Met teamplannen vindt onderlinge communicatie plaats tussen de actoren en disciplines betrokken bij het ontwerp. Bij het toepassen van een centrale planner vindt enkel communicatie plaats tussen de planner en de individuele actoren en disciplines.

Randvoorwaarden-analyse: het identificeren en vastleggen van randvoorwaarden

Met randvoorwaarden worden de essentiële zaken bedoeld die nodig zijn om een werkzaamheid uit te kunnen voeren. De randvoorwaarden bestaan bij het ontwerpproces uit de informatie-input, benodigde resources en het vastleggen van de doelstelling van werkzaamheden (Ballard, 2000). Het Activity Definition Model (ADM) geeft de randvoorwaarden-analyse bij het ontwerpproces weer (Figuur 5). In het ADM is te zien dat de randvoorwaarden vastgelegd moeten worden voordat de actor begint met zijn werkzaamheid. Deze randvoorwaarden bestaan bij het



FIGUUR 5 ACTIVITY DEFINITION MODEL (BALLARD, 1999)

ontwerpproces uit de informatie-input, benodigde resources en de doelstelling. Dit gebeurt tijdens het teamplannen door afstemming met de actor waar de randvoorwaarde van afhankelijk is. De beschikbaarheid van de informatie-input moet afgestemd worden met de ‘leverancier’ van deze informatie. De resources dienen concreet vastgelegd te worden tijdens het teamplannen, zodat niet meer werklading wordt ingepland dan de beschikbare capaciteit (i.e. resources). De doelstelling wordt vastgelegd met de actoren die gebruik gaan maken van de output van de werkzaamheid. Na afloop van de werkzaamheid moet gecontroleerd worden of de output voldoet aan de doelstelling. Om de randvoorwaarden succesvol tijdig opgelost te krijgen, moet het oplossen hiervan gebaseerd worden op betrouwbare afspraken (‘reliable promising’).

In Tabel 3 is een overzicht te zien van de randvoorwaarden en waarom het identificeren en vastleggen hiervan bijdraagt aan de betrouwbaarheid van plannen.

Randvoorwaarde	Inhoud	Toelichting ondersteuning betrouwbaarheid
Informatie-input	Alle informatie die benodigd is om een werkzaamheid uit te kunnen voeren.	Alle benodigde informatie geïdentificeerd is en vastgelegd kan erop gestuurd worden om deze tijdig beschikbaar te hebben.
Resources	Human resources, soft- en hardware.	Als alle benodigde resources geïdentificeerd en vastgelegd zijn kan ervoor gezorgd worden dat deze beschikbaar zijn op het moment dat de werkzaamheid uitgevoerd moet worden volgens planning.
Doelstelling van werkzaamheid	Het benodigde detailniveau en de vorm waarin informatie wordt geleverd (enkele waarde, tabel, rapportage, CAD-bestand, enz.).	Doordat de doelstelling en daarmee de informatie is afgestemd op het gebruik van deze informatie kan de gebruiker van de informatie direct aan de gang met zijn eigen werkzaamheden.

TABEL 3 RANDVOORWAARDEN BIJ HET ONTWERPPROCES

Vooruitkijkproces: actualiseren van de randvoorwaarden

Het vooruitkijkproces is bij het ontwerpproces essentieel doordat het een dynamisch proces betreft. Met het vooruitkijkproces wordt namelijk doorlopend her-gepland. Hierdoor worden de randvoorwaarden die zijn vastgelegd doorlopend geactualiseerd. Het vooruitkijkproces vindt plaats bij de korte termijn- en weekplanning en bestaat uit een wekelijkse teamplanningssessie per ontwerpteam. In deze teamplanningssessie worden de ontwerponderdelen die in de komende zes weken gepland staan uitgedetailleerd in concrete werkzaamheden. De periode hoeft niet in zijn geheel in concrete werkzaamheden gepland te worden. Naarmate werkzaamheden dichterbij komen moet het detailniveau hoger worden. Deze planning vormt dan ook een link tussen de geplande ontwerponderdelen in de faseplanning en de concrete werkzaamheden in de weekplanning (Hamzeh, 2009). Ter voorbereiding van de teamplanningssessie moet ieder zijn eigen werkzaamheden identificeren aan de hand van de ontwerponderdelen die gepland staan (op de gemiddelde termijn planning). Hierbij moeten ook de randvoorwaarden die bij de werkzaamheden horen geïdentificeerd worden. Aangezien dit wekelijks gebeurt, hoeven de actoren dit eigenlijk enkel van één week te doen, namelijk de laatste week van de periode die vooruit wordt gekeken. Wanneer de vooruitkijkperiode (korte termijn planning) uit zes weken bestaat, hoeven de actoren enkel wekelijks de werkzaamheden van de zesde week te identificeren. De stappen die doorlopen moeten worden tijdens het overleg komen grotendeels overeen met het stappenplan die bij de uitwerking van teamplannen te zien is. Ten behoeve van het vooruitkijkproces is het aanvullend van belang om eerst de vorige weekplanning te beoordelen. Tevens dient als laatste de weekplanning van de komende week opgesteld te worden. Deze komt voort uit het vooruitkijkproces, doordat de korte termijn wekelijks wordt her-gepland en daarmee dus ook de komende week.

Met het vooruitkijkproces wordt naar verwachting betrouwbaarder gepland doordat de planning en daarmee de randvoorwaarden, wekelijks geactualiseerd wordt. Dit sluit goed aan bij het dynamische karakter van het ontwerpproces, waarbij werkzaamheden niet ver vooruit betrouwbaar te voorspellen zijn (Ballard, 1999).

‘Reliable Promising’: het oplossen van de randvoorwaarden

Waar de randvoorwaarden-analyse ingaat op het identificeren en vastleggen van randvoorwaarden, gaat ‘Reliable Promising’ in op het formuleren van concrete werkzaamheden om de randvoorwaarden op te lossen (Hamzeh, 2009). Deze werkzaamheden worden vervolgens opgenomen in de weekplanning. Het oplossen van randvoorwaarden resulteert in afspraken tussen de oplosser van de randvoorwaarde (‘leverancier’) en degene die de werkzaamheid uitvoert (‘gebruiker’). Bij het formuleren van afspraken en daarmee de werkzaamheden zijn de volgende criteria van belang (Ballard, 2000):

1. Definitie: Is de werkzaamheid gedefinieerd zodat de doelstelling duidelijk is?
2. Deugdelijkheid: Is alle informatie-input en zijn alle resources beschikbaar om de randvoorwaarden op te lossen?
3. Volgorde: Wordt de juiste volgorde gehanteerd qua prioritering?
4. Omvang: Komt de werklading overeen met de beschikbare resources (i.e. capaciteit)?
5. Leren: Zijn de oorzaken ondervangen van het niet kunnen uitvoeren van de geplande werkzaamheden?

Vanuit het hanteren van deze criteria wordt vervolgens de weekplanning opgesteld tijdens het wekelijkse overleg. Hierbij wordt de korte termijn planning eerst her-gepland.

Met ‘reliable promising’ wordt actief gestuurd op het oplossen van de randvoorwaarden. Wanneer randvoorwaarden zijn opgelost kunnen werkzaamheden volgens planning uitgevoerd worden, aangezien de informatie-input, benodigde resources en de doelstelling beschikbaar zijn. Daarmee wordt de planning betrouwbaarder.

Oorzakenanalyse

De oorzakenanalyse vindt ook plaats tijdens het wekelijkse overleg. Deze analyse bestaat uit het beoordelen van de vorige weekplanning. Hierbij is het van belang dat afwijkingen van de planning worden geïdentificeerd, de oorzaak van de afwijking wordt gevonden en maatregelen worden genomen om deze afwijking in de toekomst te voorkomen. Hulpmiddelen die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn de lean-tools ‘A3 Problem Solving’ en ‘5 Whys’ analyse. ‘A3 Problem Solving’ bestaat uit een A3-formaat format, waarop het probleem stap voor stap verkend wordt en oplossingen gezocht en geïmplementeerd worden. Bij de ‘5 Whys’ dient men zich vijf keer af te vragen waarom het probleem, oftewel de afwijking van de planning in dit geval, heeft plaatsgevonden. Op deze wijze komt de achterliggende oorzaak naar boven. ‘5 Whys’ kan zowel als losstaande methode voor kleine problemen toegepast worden, als binnen het ‘A3 Problem Solving’. Het wordt tevens geadviseerd om een categorisering van de oorzaken van afwijkingen te maken, zodat hierop analyses uitgevoerd kunnen worden (Ballard, 2002).

Met het toepassen van de oorzakenanalyse wordt een lerend effect verwacht. Hierdoor kan in de toekomst betrouwbaarder worden gepland naarmate meer maatregelen zijn genomen om afwijkingen van de planning te voorkomen.

Metingen

Met het toepassen van het LPS worden een drietal metingen uitgevoerd. Deze metingen geven een beeld van de betrouwbaarheid van plannen en worden daarom, gezien de doelstelling, meegenomen in dit onderzoek. De metingen bestaan uit:

- **Percentage Plan Completed (PPC):** Deze meting betreft het percentage werkelijk uitgevoerde werkzaamheden (‘did’), ten opzichte van het aantal geplande werkzaamheden (‘will’), in de weekplanning. Hiermee geeft het PPC de betrouwbaarheid van de weekplanning weer. Daarnaast wordt ook de voortgang (i.e. ‘productie’ in termen van het LPS) gemeten (Ballard, 2000). Namelijk: hoe hoger de PPC, hoe meer voortgang.
- **Tasks Anticipated (TA):** De TA geeft het percentage werkzaamheden weer, dat in de weekplanning wordt opgenomen en reeds twee weken vooraf gepland stonden in de vooruitkijkplanning. Oftewel, wanneer de weekplanning is opgesteld voor de komende week, wordt gekeken hoe hoog het percentage werkzaamheden is dat een week daarvoor al was opgenomen in de vooruitkijkplanning. Hiermee geeft deze meting de prestaties van het vooruitkijkproces en de betrouwbaarheid hiervan weer (Hamzeh, Saab, Tommelein, & Ballard, 2015).
- **Tasks Made Ready (TMR):** Dit betreft de TA gedeeld door het totaal aantal werkzaamheden dat twee weken van tevoren was opgenomen in de vooruitkijkplanning. Ook deze meting geeft daarmee een indruk over de prestaties van het vooruitkijkproces en de betrouwbaarheid hiervan.

Met het uitvoeren van de metingen wordt de betrouwbaarheid van plannen gemeten. De metingen dragen daarmee niet direct bij aan de betrouwbaarheid van plannen. Echter biedt het bijhouden van deze metingen wel de mogelijkheid om deze te gebruiken als Key Performance Indicators (KPI's).

2.5 Het conceptueel kader

Het conceptueel kader voor dit onderzoek is opgesteld op basis van de algemene karakteristieken van het LPS (Paragraaf 2.3) en de betrouwbaarheid-ondersteunde elementen van deze methode (Paragraaf 2.4). De overallplanning, faseplanning, vooruitkijplanning en weekplanning worden respectievelijk de lange termijn-, gemiddelde termijn-, korte termijn- en weekplanning genoemd. Dit is gedaan om verwarring in de benaming van planningsniveaus in het verdere verloop van de thesis te voorkomen.

Karakteristiek	Lange termijn planning	Gemiddelde termijn planning	Korte termijn planning	Weekplanning
Detailniveau	Project mijlpalen en fasen	Ontwerponderdelen (Definitief Ontwerp van Kunstwerk 1)	Van ontwerp-onderdelen naar concrete werkzaamheden	Concrete werkzaamheden
Plantermijn	Project	Ten minste 3 maanden	6 weken	1 week
Gebaseerd op	Contractuele mijlpalen en fasen	Wat gedaan zou moeten worden ('should')(push)	Wat gedaan kan worden ('can')(pull)	Wat gedaan zal worden ('will')(pull) en gedaan is ('did')
Doel	Voldoen aan mijlpalen	Discipline overstijgend overzicht	Workflow creëren en beheersen	Productie-beheersing
Planners	Centrale planner	Verantwoordelijken van alle betrokken partijen of in clusters	De personen die de werkzaamheden uitvoeren	De personen die de werkzaamheden uitvoeren
Elementen		Teamplannen		
		Randvoorwaarden-analyse		
			Vooruitkijkproces	
				'Reliable promising'
				Oorzakenanalyse
				PPC (meting)
			TA en TMR (metingen)	

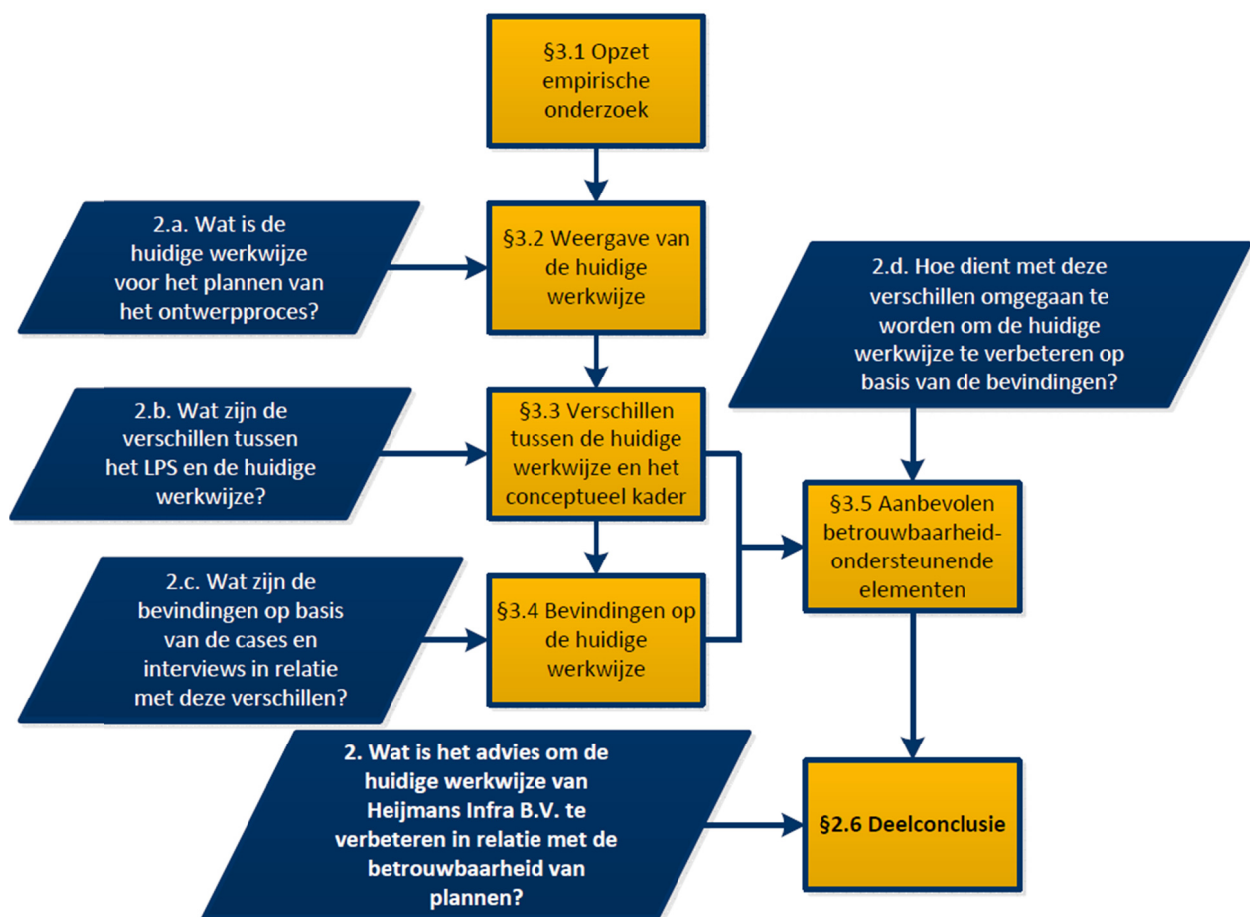
TABEL 4 OVERZICHT PLANNINGSNIVEAUS EN DE ELEMENTEN VAN HET LPS

2.6 Deelconclusie

In dit hoofdstuk is toegewerkt naar het conceptueel kader voor dit onderzoek. Deze is opgesteld om het LPS met de huidige werkwijze te vergelijken. Het conceptueel kader bestaat uit de karakteristieken van de planningsniveaus van de LPS methode en de bijbehorende elementen die mogelijk leiden tot een betrouwbare ontwerpplanning. Het LPS bestaat uit vier planningsniveaus die in deze thesis de lange termijn-, gemiddelde termijn-, korte termijn- en weekplanning worden genoemd. Deze planningen gaan van het gehele project met enkel contractuele mijlpalen tot-en-met de periode van een week met concrete werkzaamheden. Tevens heeft ieder niveau zijn eigen basis, doel en planners (korte termijn- en weekplanning hebben dezelfde planners). De geïdentificeerde elementen die worden meegenomen in dit onderzoek zijn het toepassen van teamplannen, randvoorwaarden-analyses, het vooruitkijkproces, ‘reliable promising’, oorzakenanalyses en het uitvoeren van metingen. In de conclusie van deze thesis wordt geïmpliceerd of deze elementen volgens verwachting leiden tot een betrouwbaardere ontwerpplanning.

3. Empirie

Dit hoofdstuk bevat het empirische gedeelte van het onderzoek. In de eerste paragraaf (3.1) worden de opzet en de informatiebronnen (documentatie, cases en interviews) van het empirische onderzoek omschreven. Het empirische onderzoek zelf begint met het in kaart brengen van de huidige werkwijze aan de hand van documentatie en cases. De huidige werkwijze is in Paragraaf 3.2 weergegeven. Vervolgens worden de verschillen tussen het LPS en de huidige werkwijze in kaart gebracht. Dit gebeurt op basis van de kaders in Paragraaf 3.3. Om te kunnen constateren of de verschillen ook werkelijk een verbetering opleveren wat betreft de doelstelling van het onderzoek, worden eerst de bevindingen gepresenteerd in Paragraaf 3.4. Deze bevindingen komen zowel voort uit observering bij de cases als uit interviews. In Paragraaf 3.5 wordt besproken hoe op basis van de bevindingen moet worden omgegaan met verschillen om betrouwbaarder te plannen. De Deelconclusie (Paragraaf 3.6) omschrijft ten slotte de conclusie van het empirische onderzoek. Deze conclusie bestaat uit de weergave van de verbeterde werkwijze. In Figuur 6 zijn de paragrafen en de deelvragen die van toepassing zijn op de betreffende paragraaf schematisch weergegeven.



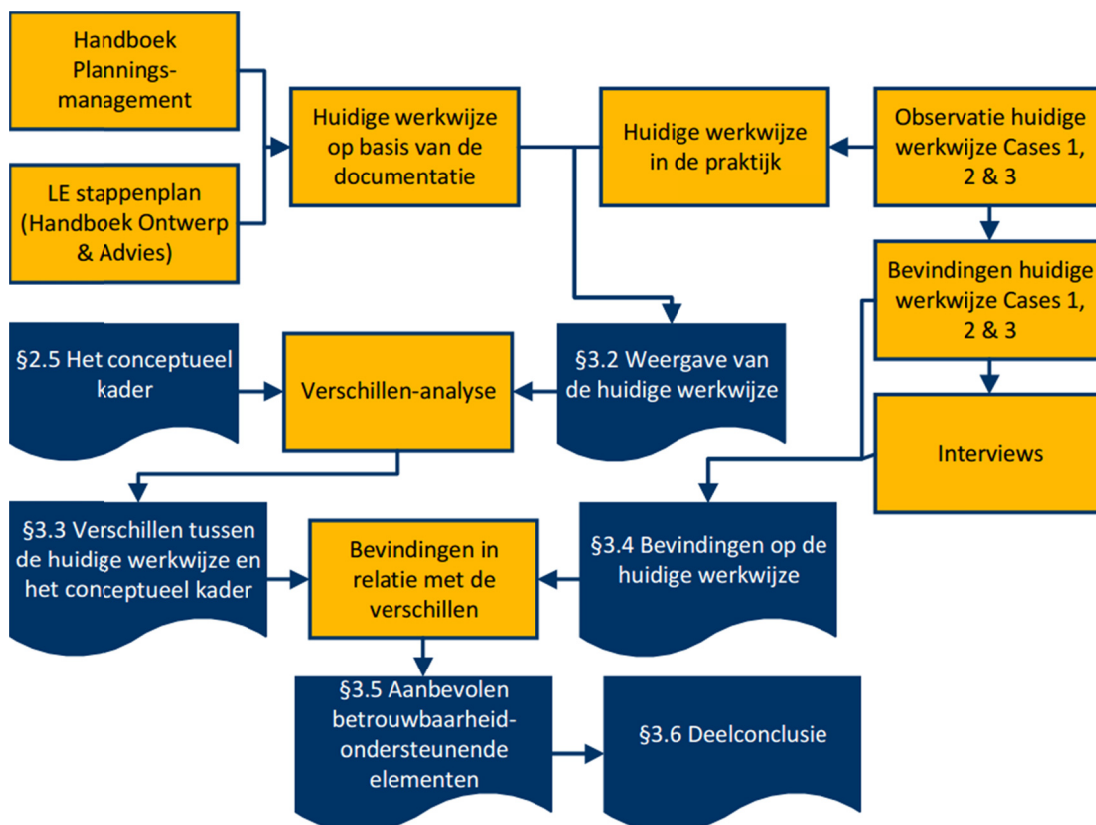
FIGUUR 6 OVERZICHT HOOFDSTUK 3 (PARALLELOGRAM = DEELVRAAG VAN TOEPASSING OP DE BETREFFENDE PARAGRAAF)

3.1 Opzet empirische onderzoek

De opzet van het empirische gedeelte van dit onderzoek vergt extra uitleg. In de uitleg over de algehele opzet van het onderzoek (Paragraaf 1.6) zijn reeds de volgende stappen van het empirische onderzoek benoemd:

1. Opstellen van de huidige werkwijze
2. In kaart brengen van de verschillen tussen het conceptueel kader en de huidige werkwijze
3. Opstellen van bevindingen bij de huidige werkwijze
4. Het formuleren van verbeteringen op de huidige werkwijze
5. Het weergeven van de verbeterde werkwijze

In het volgende figuur is in hoger detail te zien hoe deze stappen worden uitgevoerd.



FIGUUR 7 OPZET VAN HET EMPIRISCHE ONDERZOEK

In het empirische onderzoek is eerst de huidige werkwijze vastgesteld. Dit is gedaan op basis van zowel de beschikbare theorie (handboeken) als observatie in de praktijk bij Cases 1 tot-en-met 3. Vervolgens is er een analyse uitgevoerd tussen de huidige werkwijze en het conceptueel kader. Hieruit volgen de verschillen tussen deze twee. Om te kunnen bepalen hoe met de verschillen omgegaan moet worden, zijn bevindingen geformuleerd vanuit de Cases en zijn interviews uitgevoerd. Op basis van deze bevindingen en de verschillen worden verbeteringen op de huidige werkwijze opgesteld. Ten slotte worden deze bevindingen in de huidige werkwijze geplaatst. In de volgende sub-paragrafen worden de gebruikte theorie (handboeken), cases en interviews toegelicht.

3.1.1 Documentatie

De theorie bestaat uit het ‘Handboek Planningsmanagement’ en het LE stappenplan (opgenomen in het ‘Handboek Ontwerp & Advies’) van Heijmans Infra B.V. Het ‘Handboek Planningsmanagement’

omschrijft globaal het standaard planningsmanagement dat toegepast moet worden op projecten met het bijbehorende globale proces van de tender- tot-en-met realisatiefase. Het ‘Handboek Ontwerp & Advies’ van Heijmans Infra B.V. beschrijft alle standaard werkwijzen van de afdeling Ontwerp & Advies. De standaard werkwijze die wordt meegenomen in dit onderzoek is het LE stappenplan.

Handboek Planningsmanagement

Het handboek omschrijft vijf planniveaus. Het 5^e niveau omschrijft een detaillevel welke van toepassing is bij bijvoorbeeld buitendienststellingen, waarbij op uren of zelfs minuten gepland wordt. Dit level is niet relevant voor het onderzoek en wordt dan ook niet opgenomen als huidige werkwijze binnen dit onderzoek. Tevens bestaan de niveaus 1 tot-en-met 3 uit dezelfde planning. Dit zijn namelijk enkel filters binnen de software (Primavera P6) die leiden tot een andere weergave van de planning. Daarom wordt dit beschouwd als één niveau (niveau 3). De overgebleven niveaus betreffen niveau 3 en 4.

Niveau 3 is de ‘Overallplanning’ en dient als discipline-overstijgend overzicht van het gehele project. Daarmee komt dit planniveau overeen met de lange termijn planning van het LPS. Dit planniveau wordt dan ook de lange termijn planning van de huidige werkwijze genoemd. Deze planning wordt door de centrale planner opgesteld en beheert. Niveau 4 betreft de ‘Detailplanning’ en moet minimaal de komende drie maanden bevatten. Dit planniveau wordt de gemiddelde termijn planning genoemd. Deze planning wordt decentraal opgesteld per discipline en fase. De decentrale planningen worden vervolgens verwerkt in de lange termijn planning, zodat gecontroleerd kan worden op afhankelijkheden.

Handboek Ontwerp & Advies: Lean Engineering

Hierin wordt het stappenplan omschreven die doorlopen moet worden om de korte termijn planning op te stellen. Het stappenplan maakt het mogelijk om een planning in teamverband op te stellen door middel van Post-It’s (i.e. teamplannen).

Stap	Doel	Aanwezigen
1	Vaststellen van het doel, de scope en de betrokken personen	Initiatiefnemers van het LE (ontwerpmanager, ontwerpleider, planner, enz.)
2	Presenteren doel en scope aan de betrokken personen	Initiatiefnemers, het betreffende ontwerpteam, leveranciers van informatie, ontvangers van de output
3	Ontwerpteam identificeert de werkzaamheden, doorlooptijden en afhankelijkheden tussen werkzaamheden a.d.h.v. het afstemmingsformulier	Initiatiefnemers, het betreffende ontwerpteam, leveranciers van informatie, ontvangers van de output
4	Teamplanningssessie: bij deze stap wordt a.d.h.v. de ingevulde afstemmingsformulieren en Post-It’s de planning gerealiseerd	Initiatiefnemers, het betreffende ontwerpteam, leveranciers van informatie, ontvangers van de output

5	Daily stand: bespreken van de voortgang	Ontwerpteam en een faciliterend persoon (ontwerpleider of planner)
6	Evalueren van het LE-traject	Initiatiefnemers van het LE (ontwerpmanager, ontwerpleider, planner, enz.)

TABEL 5 HET LE STAPPENPLAN

Het stappenplan is afkomstig van een trainings- en consultancyorganisatie. Inmiddels heeft Heijmans Infra B.V. het stappenplan verder geoptimaliseerd aan de hand van de ervaringen bij het project ‘A12 Parallelstructuur’. Zo is bijvoorbeeld geobserveerd dat wanneer het stappenplan wordt toegepast op een te groot gedeelte van het ontwerp (i.e. een hele ontwerpfase), het niet zijn doel bereikt om betrouwbaarder te plannen. Daarom wordt het bij de ‘N23 Westfriisaweg’ op kleinere ontwerponderdelen toegepast, de cases. Deze ontwerponderdelen hebben een doorlooptijd van drie tot zes weken. Tevens worden werkzaamheden per actor en per dag opgeknipt. Daarmee komt het LE overeen met de korte termijn planning van het LPS. Dit planniveau wordt dan ook de korte termijn planning van de huidige werkwijze genoemd. Doordat slechts enkele ontwerponderdelen worden gekozen om dit stappenplan op toe te passen, wordt het grootste gedeelte van het ontwerp niet op dit planniveau gepland. Binnen dit onderzoek wordt het toepassen van het LE stappenplan wel beschouwd als de huidige werkwijze. Zo wordt het korte termijn plannen meegenomen in het onderzoek.

3.1.2 Cases

De cases in dit onderzoek hebben plaatsgevonden binnen één project, namelijk de ‘N23 Westfriisaweg’. Het project wordt uitgevoerd onder een geïntegreerd contract waarmee zo’n €200mio gemoeid is. De opdrachtgever van het project is de provincie Noord-Holland, welke het project heeft uitbesteed middels een Best Value Procurement procedure. Binnen het contract wordt een tracé van 42km weg gereconstrueerd en/of verbreed. Het tracé loopt van Heerhugowaard naar Enkhuizen en is opgeknipt in 30 genaamde werkvakken. Tevens vallen 24 kunstwerken binnen het project. Deze kunstwerken bestaan uit viaducten, bruggen, onderdoorgangen en duikers. Deze moeten deels gereconstrueerd worden en deels volledig nieuw gerealiseerd worden. Het project is met het geïntegreerde contract, multidisciplinaire karakter en onderdeel van de GWW-sector zeer geschikt voor dit onderzoek.

In deze thesis worden de kunstwerken en werkvakken per ontwerpfase een ontwerponderdeel genoemd. Oftewel, het definitief ontwerp van kunstwerk 1 is een ontwerponderdeel. De cases betreffen het ontwerpen van zo’n ontwerponderdeel. De werkwijze van plannen die hier wordt toegepast is de huidige werkwijze, weergegeven in Paragraaf 3.2. Per ontwerponderdeel zijn 5 tot 8 weken ingepland in de lange termijn planning. Bij onderstaande cases wordt echter het LE stappenplan (korte termijn plannen) toegepast waarbij een strakkere mijlpaal wordt gezet. Hierdoor worden de actoren binnen het ontwerponderdeel (ontwerpers en adviseurs) gestimuleerd om kritisch te kijken naar de doorlooptijden van zijn of haar werkzaamheden en welke informatie zij hiervoor nodig hebben. Hiermee wordt gehoopt het ontwerpproces te optimaliseren. De karakteristieken van de cases worden in de volgende tabellen weergegeven.

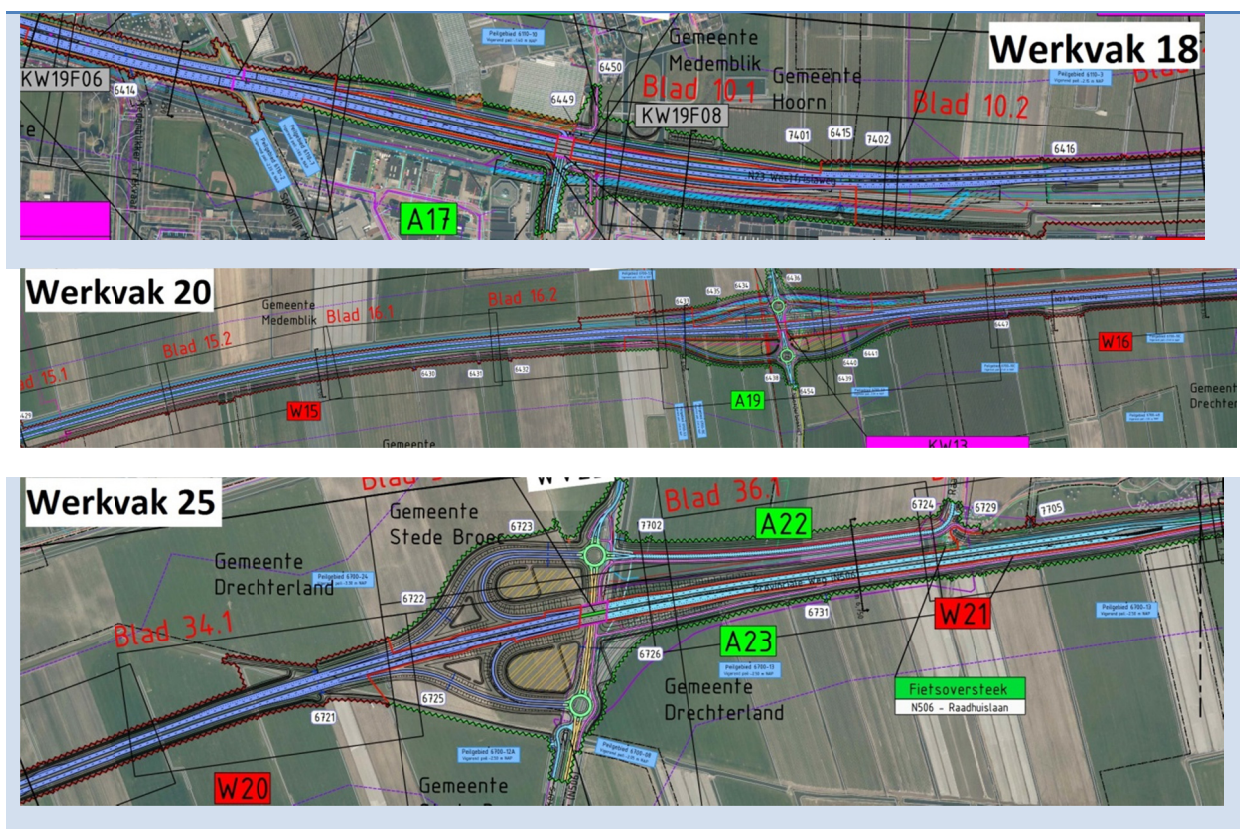
Afbeelding Scopetekening	Karakteristieken
	Object: Kunstwerk 11
	Ontwerpfase: Definitief Ontwerp (DO)
	Bouwwerk: Viaduct
	Betrokken personen: 10
	Doorlooptijd: Van 6 weken (gemiddelde termijn planning) naar 4 weken
	Bijzonderheden: Eerste toepassing van het LE stappenplan voor de betrokken personen

TABEL 6 KARAKTERISTIEKEN CASE 1

Afbeelding Scopetekening	Karakteristieken
	Object: Kunstwerk 20
	Ontwerpfase: Definitief Ontwerp (DO)
	Bouwwerk: Fietsviaduct
	Betrokken personen: 8
	Doorlooptijd: Van 5 weken (gemiddelde termijn planning) naar 3 weken
	Bijzonderheden: De meeste betrokken actoren waren ook betrokken bij Case 1

TABEL 7 KARAKTERISTIEKEN CASE 2

Afbeelding Scopetekening



Karakteristieken

Object:

Werkvak 18, 20 en 25

Ontwerpfase:

Uitvoeringsontwerp (UO)

Bouwwerk:

Grond en Wegen

Betrokken
personen:

20

Doorlooptijd:

Per werkvak van 8 weken (gemiddelde termijn planning) naar 6 weken

Bijzonderheden:

- Eerste toepassing op een Grond & Wegen ontwerp
- Meerdere ontwerponderdelen in één keer gepland

Toevoegingen: Flowchart en meer sturing op de beheersing

TABEL 8 KARAKTERISTIEKEN CASE 3

Bij Case 3 zijn aanvullend op de huidige werkwijze omschreven in de theorie, twee toevoegingen gedaan. Zo is er een Flowchart geïmplementeerd en vindt een wekelijks overleg plaats tussen de ontwerpmanager en ontwerpleiders. De toevoegingen zijn te vinden in de volgende tabel.

Toevoeging	Toepassing	Element van het LPS (Paragraaf 2.4)
Flowchart	• Te doorlopen proces van het Uitvoeringsontwerp Grond en Wegen is geïdentificeerd • Go/No-Go momenten aangebracht in het proces	Randvoorwaarden-analyse
Wekelijks plannings-overleg	• Wekelijks overleg tussen ontwerpmanager en ontwerpleiders • Voortgang bespreken • Acties uitzetten om informatie-input tijdig beschikbaar te krijgen	Geen direct verband met een element van het LPS

TABEL 9 TOEVOEGINGEN AAN DE HUIDIGE WERKWIJZE BIJ CASE 3

De Go/No-Go's die zijn aangebracht in de Flowchart betreffen bijvoorbeeld het moment dat begonnen gaat worden met een ontwerponderdeel (i.e. Werkvak). Op dat moment wordt besloten of er begonnen kan gaan worden met het onderdeel. Hiermee wordt gestuurd op de beschikbaarheid van de informatie-input. Een ander moment is bijvoorbeeld wanneer het ontwerponderdeel afgerond lijkt te zijn. Hierbij wordt besloten of het ontwerp van het Werkvak reeds voldoet aan de doelstelling of dat het team dit onderdeel nog verder moet uitwerken of verbeteren. Daarmee heeft deze Flowchart raakvlak met de randvoorwaarden-analyse van het LPS.

Het wekelijkse overleg waarbij de voortgang wordt besproken heeft ook raakvlak met het conceptueel kader. Zo wordt bij het LPS ook een wekelijks overleg gehouden waarbij de voortgang in kaart wordt gebracht. Tevens worden hierbij ook acties uitgezet om informatie-input tijdig beschikbaar te maken. Binnen het LPS wordt dit echter niet als losstaand element gezien.

3.1.3 Interviews

De interviews zijn uitgevoerd onder betrokken actoren bij Case 3. Om een compleet en betrouwbaar beeld van de bevindingen te krijgen, zijn de interviews uitgevoerd met een ontwerpmanager, hoofdplanner, ontwerpleider, ontwerper en adviseur. De interviews zijn uitgevoerd om tot bevindingen op de verschillen tussen de huidige werkwijze en het LPS te komen. Tevens wordt ook ingegaan op de toevoegingen die zijn doorgevoerd bij Case 3 (Tabel 9).

De interviews betreffen een gericht interview, wat inhoudt dat er een zekere richting en structuur (i.e. protocol) in het interview zit (zie Bijlage A). Echter worden de vragen niet geheel letterlijk gesteld. Dit omdat de exacte vraagstelling per geïnterviewde verschilt, aangezien zijn rol en betrokkenheid binnen de case ook verschilt. Tevens biedt dit meer ruimte voor de geïnterviewde om zelf input te leveren. Het interview bestaat uit zes onderdelen:

1. Introductie
2. Algemene vragen: Dit onderdeel gaat in op het algemeen toepassen van planningsmanagement bij het ontwerpproces.
3. Open vragen: Deze vragen gaan in op de verschillen tussen de huidige werkwijze en het conceptueel kader, die geïdentificeerd worden in Paragraaf 3.3. Hiermee worden bevindingen geformuleerd op de verschillen. De verschillen zijn hiervoor vertaald in praktische vragen. Dit is nodig, omdat de geïnterviewden niet bekend zijn met deze verschillen. De verschillen zijn zelf bewust niet voorgelegd, zodat de geïnterviewden niet

positief bevooroordeeld zijn bij vragen en geen sociaal wenselijke antwoorden geven. Bij deze vragen wordt doorgevraagd totdat er een concreet antwoord op de vraag is gegeven.

4. Specifieke vragen: Deze vragen gaan in op de toevoegingen bij Case 3 (Flowchart en meer sturing op de beheersing). Aan de hand hiervan worden bevindingen op deze toevoegingen geformuleerd.
5. Verificatiestellingen: Deze stellingen worden aan het eind van het interview voorgelegd. De antwoorden van deze stellingen zouden overeen moeten komen met de antwoorden van onderdelen 3 en 4. Op deze wijze worden de antwoorden geverifieerd.
6. Afsluiting

De antwoorden zijn per geïnterviewde genoteerd in een overzicht. Vervolgens is gecontroleerd of de verificatiestellingen overeen komen met de gegeven antwoorden. Wanneer dit niet het geval bleek te zijn, is aanvullend contact opgenomen met de geïnterviewde. In alle gevallen bleek het om een verschil in interpretatie te gaan. De antwoorden van de geïnterviewden zijn per vraag samengevat. Opvallende en afwijkende antwoorden zijn hierbij wel los meegenomen. Vervolgens zijn deze samenvattingen in conclusies geformuleerd per verschil en toevoeging van Case 3. Deze conclusies zijn, samen met de bevindingen vanuit de afwijkingen bij de cases, de bevindingen.

3.2 Weergave van de huidige werkwijze

In deze paragraaf wordt de huidige werkwijze weergegeven, welke op basis van de documentatie en observering bij de cases is vastgesteld. De huidige werkwijze wordt weergegeven in dezelfde tabel als het conceptueel kader in Paragraaf 2.5 van deze thesis. Wederom bestaat het bovenste gedeelte van de tabel uit de planningsniveaus met zijn karakteristieken. Vervolgens zijn de elementen genoteerd welke van toepassing zijn op de verschillende planningsniveaus.

Karakteristiek	Lange termijn planning	Gemiddelde termijn planning	Korte termijn planning
Detailniveau	Hoofdfasen die doorlopen worden in het project (Definitief Ontwerp)	Ontwerponderdelen (Definitief Ontwerp van Kunstwerk 1)	Concrete werkzaamheden (produceren dwarsprofiel 1)
Plantermijn	Gehele project	Ten minste 3 maanden	3 tot 9 weken
Gebaseerd op	Fasen in het project die doorlopen moeten worden	Wat gedaan moet worden om de mijlpalen van de ontwerpfase te halen	Wat gedaan moet worden om de deadline van het ontwerponderdeel te halen
Doel	Voldoen aan de mijlpalen	Gedetailleerdere planning	Kortere doorlooptijd van ontwerponderdelen
Planners	Centrale planner	Discipline specifieke (centrale) planner	De personen die de werkzaamheden uitvoeren
Elementen Cases 1, 2 & 3			LE stappenplan
Elementen Case 3		Randvoorwaarden-analyse (in de vorm van een Flowchart)	

TABEL 10 OVERZICHT PLANNINGSNIVEAUS HUIDIGE WERKWIJZE (BLAUW = ‘HANDBOEK PLANNINGSMANAGEMENT’, GEEL = LE STAPPENPLAN (‘HANDBOEK ONTWERP & ADVIES), ROOD = OBSERVATIE (CASES)

De lange termijn planning bestaat uit de Overallplanning, oftewel planniveau 3 binnen Heijmans Infra B.V. De gemiddelde termijn planning betreft de Detailplanning. Voor de korte termijn planning wordt het LE stappenplan toegepast.

3.3 Verschillen tussen de huidige werkwijze en het conceptueel kader

In deze paragraaf vindt de analyse van de huidige werkwijze (Paragraaf 3.2) op het conceptueel kader (Paragraaf 2.5) plaats. Hier komen de verschillen uit voort. Wat betreft de lange termijn planning zijn geen verschillen voortgekomen uit de analyse. Daarom wordt dit planningsniveau niet behandeld in deze paragraaf. Tevens is gebleken dat enkel bij de korte termijn planning een verschil in karakteristiek voor komt die niet ook uit een element naar voren komt. Daarom wordt alleen bij de korte termijn planning een karakteristiek vergeleken. De overige karakteristieken van de planningsniveaus zijn allen gelijk en worden in deze paragraaf niet weergegeven. Wel worden ze gebruikt bij het benoemen van de verschillen. De elementen worden wel allen besproken, aangezien deze toelichting vereisen. De analyse wordt per planningsniveau weergegeven en vervolgens samengevat in één tabel. In de volgende tabel zijn de verschillen in elementen van de gemiddelde termijn planning te zien.

Verschillen-analyse van de gemiddelde termijn planning		
Elementen	Conceptueel kader	Huidige werkwijze
Teamplannen	Verantwoordelijken van alle betrokken partijen of in clusters (karakteristiek ‘Planners’)	Discipline specifieke (centrale) planner (karakteristiek ‘Planners’)
Randvoorwaarden-analyse	Tabel waarin de randvoorwaarden van ontwerponderdelen gezamenlijk worden vastgelegd	Cases 1 & 2: Geen identificering en vastlegging van randvoorwaarden
		Case 3: Flowchart waarin de randvoorwaarden zijn vastgelegd

TABEL 11 VERSCHILLEN BIJ DE GEMIDDELTE TERMIJN PLANNING (ROOD = VERSCHILLEND, GEEL = GEDEELTELIJK GELIJK)

Wat betreft de gemiddelde termijn planning zijn twee verschillen en één gedeeltelijk verschil geconstateerd. Ten eerste wordt in het conceptueel kader teamplannen toegepast op dit planningsniveau. Bij de huidige werkwijze een discipline specifieke (centrale) planner gehanteerd om deze planning op te stellen. Het tweede verschil is dat bij Cases 1 & 2 in zijn geheel geen centrale identificering en vastlegging van randvoorwaarden plaatsvindt. Het derde verschil is dat de randvoorwaarden bij het conceptueel kader worden vastgelegd in een tabel, terwijl dit bij Case 3 is vastgelegd in de Flowchart.

Verschillen-analyse van de korte termijn planning		
Karakteristiek	Conceptueel kader	Huidige werkwijze
Gebaseerd op	Wat gedaan kan worden ('can')(pull)	Wat gedaan moet worden om de deadline van het ontwerponderdeel te halen
Elementen		
Teamplannen	De personen die de werkzaamheden uitvoeren	De personen die de werkzaamheden uitvoeren (element 'LE stappenplan' stap 4)
Randvoorwaarden-analyse	Tabel waarin randvoorwaarden van werkzaamheden gezamenlijk worden vastgelegd	Afstemmingsformulier waarin randvoorwaarden worden vastgelegd en gezamenlijk besproken (element 'LE stappenplan' stap 3)
Vooruitkijkproces	Een vaste periode vooruitkijken en wekelijks her-plannen	Individuele ontwerponderdelen gedetailleerder plannen
Metingen (TA & TMR)	Metingen (TA & TMR)	Geen metingen

TABEL 12 VERSCHILLEN BIJ DE KORTE TERMIJN PLANNING (ROOD = VERSCHILLEND, GROEN = GELIJK)

Het eerste verschil (en enige vanuit de karakteristieken) betreft het plannen op basis van pull in plaats van push bij de korte termijn planning. Het LE stappenplan blijkt zowel teamplannen als de randvoorwaarden-analyse te ondervangen. Het teamplannen wordt bij stap 4 gedaan terwijl de randvoorwaarden geïdentificeerd en vastgelegd worden in het afstemmingsformulier van stap 3. Het eerste verschil is de toepassing van het doorlopende vooruitkijkproces waarin een vaste periode vooruit wordt gekeken. Deze wordt bij de huidige werkwijze niet toegepast aangezien enkel een individueel ontwerponderdeel wordt gepland bij de korte termijn planning. Het tweede verschil van dit planningsniveau is toepassen van de metingen TA en TMR.

De weekplanning wordt in zijn geheel niet toegepast bij de huidige werkwijze. Daarmee is het toepassen van de weekplanning op zichzelf reeds een verschil. Dit verschil wordt niet weergegeven in de vergelijking (Tabel 13), echter wel in de samenvatting (Tabel 14). Ondanks dat de weekplanning in zijn geheel niet wordt toegepast in de huidige werkwijze, worden een aantal elementen wel gedeeltelijk uitgevoerd.

Verschillen-analyse van de weekplanning		
Elementen	Conceptueel kader	Huidige werkwijze
Teamplannen	De personen die de werkzaamheden uitvoeren (karakteristiek ‘Planners’)	Er wordt geen weekplanning opgesteld
Vooruitkijkproces	Bij het wekelijkse overleg wordt de korte termijn planning her-gepland waaruit de weekplanning ontstaat	Geen wekelijks her-plannen en het opstellen van de weekplanning
‘Reliable promising’	Afspraken worden gemaakt in het wekelijkse overleg en worden vastgelegd in de weekplanning	Afspraken worden gemaakt bij stap 3 van het LE stappenplan en vastgelegd bij stap 4 in de korte termijn planning
Oorzakenanalyse	Het vinden, bijhouden, categoriseren en oplossen van oorzaken van afwijkingen	Oorzaak van afwijkingen worden niet besproken of bijgehouden
Meting (PPC)	Bijhouden en kwantificeren van de voortgang en productie	Bijhouden van de voortgang
Metingen (TA & TMR)	Meten van de betrouwbaarheid van de korte termijn planning en het vooruitkijkproces	Geen metingen

TABEL 13 VERSCHILLEN BIJ DE WEEKPLANNING (ROOD = VERSCHILLEND, GEEL = GEDEELTELIJKE GELIJKHEID, GROEN = GELIJK)

Aangezien de weekplanning in zijn geheel niet wordt uitgevoerd worden teamplannen en het vooruitkijkproces ook niet toegepast bij de weekplanning. Het ‘reliable promising’ komt gedeeltelijk wel voor bij de huidige werkwijze. Echter wordt dit reeds bij het opstellen van de korte termijn planning gedaan. Bij de huidige werkwijze wordt in zijn geheel geen oorzakenanalyse uitgevoerd. Het bijhouden van de voortgang wordt wel gedaan, maar hier worden geen metingen van bijgehouden. Het meten van de PPC wordt daarmee gedeeltelijk gedaan. Ten slotte, worden de TA en TMR ook niet gemeten. Dit is tevens enkel mogelijk wanneer het vooruitkijkproces wordt toegepast.

Op basis van bovenstaande analyse geeft de volgende tabel een samenvatting weer van de verschillen, gedeeltelijke gelijkheden en volledige gelijkheid van de elementen van het conceptueel kader.

Karakteristiek	Gemiddelde termijn planning	Korte termijn planning	Weekplanning
Gebaseerd op			
Elementen			
Teamplannen			
Randvoorwaarden-analyse	Cases 1 & 2		
	Case 3		
Vooruitkijkproces			
‘Reliable promising’			
Oorzakenanalyse			
Meting (PPC)			
Metingen (TA & TMR)			

TABEL 14 SAMENVATTING VAN DE VERSCHILLEN-ANALYSE (ROOD = VERSCHILLEND, GEEL = GEDEELTELIJKE GELIJKHEID, GROEN = GELIJK)

In de samenvatting is te zien dat bij de gemiddelde termijn- en weekplanning geen elementen van het conceptueel model volledig worden toegepast bij de huidige werkwijze. Op de gemiddelde termijn planning blijkt het LE stappenplan echter het teamplannen en de randvoorwaarden-analyse te ondervangen. Deze elementen zullen in het verdere verloop van deze thesis niet meer worden besproken bij de korte termijn planning.

3.4 Bevindingen op de huidige werkwijze

Hier worden de bevindingen op de elementen van het conceptueel kader gerapporteerd. Deze bevindingen zijn deels gebaseerd op observatie bij de cases en anderzijds op de interviews. Wederom wordt dit per planningsniveau besproken, beginnende met de gemiddelde termijn planning.

Element waarop de bevinding van toepassing is	Cases	Interviews
Teamplannen en de randvoorwaarden-analyse	Slechte afstemming tussen de ontwerpfasen, waardoor de informatie-input niet tijdig beschikbaar is (Cases 1 en 3)	Planning wijzigt vaak
	Prioritering van de realisatiefase wijzigt, waardoor afgeweken moet worden van de gemiddelde termijn planning (Case 3)	Planning wordt niet altijd gedeeld/gecommuniceerd met het ontwerpteam
	Externe informatie-input niet tijdig beschikbaar voor geplande ontwerponderdeel (Case 1)	Integraliteit van de planning ontbrak

TABEL 15 BEVINDINGEN OP DE GEMIDDELDE TERMIJN PLANNING

Concluderend is te stellen dat de gemiddelde termijn planning te onbetrouwbaar is om input te leveren aan de korte termijn planning. Tevens werd deze planning niet altijd tijdig gedeeld en ontbrak integraliteit. Uit de interviews komt wel naar voren dat dit bij Case 3 beter verloopt dan voorheen.

Karakteristiek waarop de bevinding van toepassing is	Cases	Interviews
Gebaseerd op		Stellen van mijlpalen op dit planniveau wordt als positief ervaren of wordt zelfs noodzakelijk gevonden
		Zonder mijlpaal zijn ontwerpers geneigd om het ontwerp verder uit te werken
		Planning moet ten alle tijden realistisch zijn
Element waarop de bevinding van toepassing is		

Vooruitkijkproces	Planning wordt niet aangepast ondanks dat deze niet meer hanteerbaar is (Case 2)	Het hanteren van een vaste periode geeft een realistischer beeld en beter overzicht ten opzichte van het korte termijn plannen per ontwerponderdeel.
	Gezien de betrouwbaarheid hoeft de planning niet wekelijks her-gepland te worden	
Metingen (TA & TMR)		Geen directe noodzaak voor kwantitatieve metingen

TABEL 16 BEVINDINGEN OP DE KORTE TERMIJN PLANNING

Wat betreft de korte termijn planning is te concluderen dat deze betrouwbaar gepland wordt. Case 1 is bijvoorbeeld binnen de gepland 4 weken gerealiseerd. Case 2 is twee dagen uitgelopen, echter kwam dit door een ziektegeval. Ook van Case 2 is daarmee te zeggen dat deze betrouwbaar gepland was. Bij Case 3 heeft de wisselvalligheid van de gemiddelde termijn planning ertoe geleid dat de korte termijn planning niet gehanteerd kon worden. Deze betrouwbaarheid kon dan ook niet gemeten worden. Vanuit de interviews komt naar voren dat het hanteren van mijlpalen op dit planniveau van belang is. Wel moeten deze mijlpalen ten alle tijden realistisch zijn. Het geniet tevens de voorkeur om een vaste periode vooruit te plannen ten opzichte het plannen per ontwerponderdeel. Ten slotte blijkt dat randvoorwaarden op dit planniveau tijdig worden opgelost.

Element waarop de bevinding van toepassing is	Cases	Interviews
Teamplannen		Wanneer de korte termijn planning in teamverband is opgesteld kan de weekplanning centraal opgesteld worden, zolang de randvoorwaarden bekend zijn.
Vooruitkijkproces		Een separate weekplanning (voortkomende uit het voortuitkijkproces) kan wellicht een duidelijker overzicht opleveren van de uit te voeren werkzaamheden.
‘Reliable promising’	Randvoorwaarden zijn tijdig opgelost (Case 1 en 2)	Werkzaamheden concreet formuleren is geen probleem
Oorzakenanalyse		Het vinden van oorzaken van afwijkingen van de planning en het toepassen van maatregelen om deze afwijkingen in de toekomst te voorkomen is belangrijk

Metingen (PPC, TA & TMR)		Geen directe noodzaak voor kwantitatieve metingen
--------------------------	--	---

TABEL 17 BEVINDINGEN OP DE WEEKPLANNING

Gezien het ontbreken van de weekplanning bij de huidige werkwijze, zijn er bijna geen bevindingen op dit planningsniveau vanuit de cases. Wel wordt opnieuw de bevinding genoteerd dat randvoorwaarden tijdig zijn opgelost bij de cases. Vanuit de interviews zijn deze elementen wel besproken, waardoor vanuit de interviews wel bevindingen zijn.

3.5 Aanbevolen betrouwbaarheid-ondersteunende elementen

In de vorige paragraaf zijn de bevindingen genoteerd aan de hand van de van de elementen vanuit het conceptueel kader. In deze paragraaf wordt per element (die gedeeltelijk of geheel verschillend wordt toegepast bij de huidige werkwijze) geconcludeerd of het toepassen van de elementen volgens het conceptueel kader de betrouwbaarheid van plannen verbetert.

Element	Aanbeveling	Onderbouwing
Teamplannen	Toepassen	Met teamplannen wordt meer commitment, een verbeterde communicatie en meer transparantie gerealiseerd. Hiermee kunnen de voorgekomen afwijkingen van de planning voorkomen worden door het naleven van afspraken en een verbeterde afstemming. Dit is ook bevestigd vanuit de interviews.
Randvoorwaarden-analyse	Toepassen	De afwijkingen van de planning komen ook voort uit het niet tijdig beschikbaar zijn van randvoorwaarden voor ontwerponderdelen. Met de randvoorwaarden-analyse worden deze randvoorwaarden vastgelegd zodat hier beter op gestuurd kan worden.

TABEL 18 AANBEVELING OP HET TOEPASSEN VAN ELEMENTEN BIJ DE GEMIDDELDE TERMIJN PLANNING

Bovenstaande tabel geeft weer dat het toepassen van teamplannen bij de gemiddelde termijn planning en de randvoorwaarden-analyse een verbetering oplevert wat betreft de doelstelling. Hiermee wordt de betrouwbaarheid van deze planning verhoogd, aangezien afwijkingen voor een groot gedeelte voorkomen kunnen worden. Doordat de gemiddelde termijn planning betrouwbaarder is, is deze echter ook beter te beheersen. Dit heeft ook effect op de betrouwbaarheid van de onderliggende planningsniveaus.

Karakteristiek	Aanbeveling	Onderbouwing
Gebaseerd op	Gedeeltelijk toepassen	Het hanteren van mijlpalen wordt als positief of zelfs noodzakelijk ervaren bij het ontwerpproces (eigenschap van push). Wel moeten deze mijlpalen realistisch zijn, waarmee eigenlijk ook gepland wordt op basis van wat gedaan kan worden (‘can’).
Element		
Vooruitkijkproces	Toepassen	Een vaste periode vooruit plannen levert volgens de geïnterviewden een realistischer beeld op dan het huidige plannen per ontwerponderdeel. Tevens maakt dit het mogelijk om het gehele ontwerpproces op korte termijn te plannen, in plaats van enkel een aantal ontwerponderdelen.
Metingen (TA & TMR)	Niet toepassen	Er is geen aanleiding gevonden om deze metingen toe te passen om zo betrouwbaarder te kunnen plannen.

TABEL 19 AANBEVELINGEN OP HET TOEPASSEN VAN ELEMENTEN BIJ DE KORTE TERMIJN PLANNING

Wat betreft het plannen van wat werkelijk gedaan kan worden (‘can’) in plaats van wat gedaan moet worden (‘should’), wordt een gedeeltelijk toepassen van het conceptueel kader geadviseerd. Er moeten wel mijlpalen in de korte termijn planning gehanteerd worden, deze moeten echter wel realistisch zijn.

Het vooruitkijkproces wordt aanbevolen zodat het gehele ontwerpproces op korte termijn gepland kan worden. Om dit te realiseren is het naar verwachting wel nodig om een wekelijks planningsoverleg per ontwerpteam te houden om het her-plannen te ondersteunen, zodat de planning betrouwbaar blijft. Doordat het gehele ontwerpproces wordt meegenomen in de korte termijn planning zullen namelijk meer afwijking van de planning ontstaan, doordat het team niet meer wordt afgeschermd van deze afwijkingen. Dit is bij de huidige werkwijze wel het geval.

Voor het uitvoeren van de metingen is geen aanleiding gevonden in dit onderzoek. Vanuit dit onderzoek worden deze metingen niet aanbevolen. Dit komt wellicht voort uit de scope van het onderzoek waarbij naar een enkel project wordt gekeken. De metingen kunnen namelijk wel als Key Performance Indicator (KPI) dienen voor project overstijgende analyses.

Verschil vanuit het LPS	Aanbeveling	Onderbouwing
Teamplannen	Toepassen	Het wordt met het toepassen van het vooruitkijkproces geadviseerd een wekelijks planningsoverleg te houden per ontwerpteam. Hiermee wordt het teamplannen ook toegepast.
Vooruitkijkproces	Toepassen	Door toepassing van het vooruitkijkproces wordt de weekplanning ook toegepast. Het is onbekend of er ook werkelijk een apart document opgesteld moet worden. Wellicht is het wel een overzichtelijk middel om de planning te delen.
‘Reliable promising’	Niet toepassen	Het LE-stappenplan blijkt het concreet formuleren van werkzaamheden, om randvoorwaarden op te lossen, reeds te ondersteunen. Een aanvullend element is daarom niet nodig.
Oorzakenanalyse	Toepassen	Het vinden van oorzaken van afwijkingen van de planning is belangrijk om deze afwijkingen in de toekomst te kunnen voorkomen.
Metingen (PPC, TA & TMR)	Niet toepassen	Er is geen directe noodzaak voor het toepassen van metingen gevonden.

TABEL 20 AANBEVELINGEN OP HET TOEPASSEN VAN ELEMENTEN BIJ DE WEEKPLANNING

Het toepassen van het vooruitkijkproces kunnen niet onafhankelijk van elkaar beschouwd worden, aangezien deze afhankelijk van elkaar zijn. Het wordt dan ook aanbevolen om beiden toe te passen om een betrouwbaardere planning te realiseren.

De weekplanning wordt toegepast wanneer het vooruitkijkproces (bij de korte termijn planning) wordt toegepast, aangezien de komende week hierbij ook her-gepland wordt. Tevens kan een apart document van de weekplanning een makkelijk digitaal hulpmiddel zijn voor personen in het ontwerpproces die niet elke dag op de ‘Post-It planning’ (korte termijn planning vanuit het LE stappenplan) kunnen kijken. Hier blijkt vanuit de cases en interviews behoefte aan te zijn.

‘Reliable Promising’ wordt niet geadviseerd als aanvullend element, omdat het LE stappenplan dit element reeds blijkt te ondervangen. Ook voor het uitvoeren van metingen is geen directe noodzaak geconstateerd op het project. Wellicht kunnen de metingen wel ondersteunend zijn aan project-overstijgende beheersing en analyses.

Wat betreft de oorzakenanalyse wordt geadviseerd ‘A3 Problem Solving’ en ‘5 Whys’ toe te passen. Door het lerende effect kunnen afwijkingen in de toekomst voorkomen worden zodat betrouwbaarder gepland kan worden.

3.6 Deelconclusie

In dit hoofdstuk, het empirische gedeelte van het onderzoek, is eerst de huidige werkwijze vastgesteld. Vervolgens zijn de verschillen tussen het LPS en de huidige werkwijze geanalyseerd. Op basis van de observering bij de cases en interviews zijn vervolgens de bevindingen geformuleerd. Deze bevindingen zijn vervolgens gebruikt om te bespreken of de verschillen vanuit het LPS een verbetering opleveren wat betreft de betrouwbaarheid van plannen. De uiteindelijke verbeteringen zijn in Tabel 21 weergegeven.

Karakteristiek	Lange termijn planning	Gemiddelde termijn planning	Korte termijn planning	Weekplanning
Detail-niveau	Hoofd fasen die doorlopen worden in het project	Ontwerponderdelen (Definitief Ontwerp van Kunstwerk 1)	Concrete werkzaamheden (produceren dwarsprofiel 1)	Concrete werkzaamheden
Plan-termijn	Gehele project	Ten minste 3 maanden	3 tot 9 weken	1 week
Gebaseerd op	Fasen in het project die doorlopen moeten worden	Wat gedaan moet worden om de mijlpalen van de ontwerpfasen te halen	Wat gedaan kan worden om de deadline van het ontwerponderdeel te halen	Wat gedaan zal worden ('will')(pull) en gedaan is ('did')
Doel	Voldoen aan de mijlpalen	Gedetailleerdere planning	Kortere doorlooptijd van ontwerp-onderdelen	Productiebeheersing
Planners	Centrale planner	Verantwoordelijken van alle betrokken partijen	De personen die de werkzaamheden uitvoeren	De personen die de werkzaamheden uitvoeren
Elementen		Teamplannen	Teamplannen (d.m.v. LE stappenplan)	
		Randvoorwaarden-analyse	Randvoorwaarden-analyse (d.m.v. LE stappenplan)	
			Vooruitkijkproces	
				Oorzakenanalyse

TABEL 21 OVERZICHT VAN DE VERBETERDE WERKWIJZE (ROOD = ONBEKEND, GEEL = WIJZIGING TEN OPZICHTE VAN HUIDIGE WERKWIJZE, GROEN = REEDS TOEGEPAST IN DE HUIDIGE WERKWIJZE)

Wat betreft de gemiddelde termijn planning wordt geadviseerd ook het teamplannen en de randvoorwaarden-analyse toe te passen. Hierbij zou het LE stappenplan ook gebruikt kunnen worden, aangezien dit stappenplan op de korte termijn planning het gewenste resultaat blijkt te hebben. Door het toepassen van het teamplannen en de randvoorwaarden-analyse wijzigen de karakteristieken ‘Doel’ en ‘Planners’ ook.

Op de korte termijn planning is de karakteristiek ‘Gebaseerd op’ gewijzigd. Hierbij wordt nu aanbevolen om realistisch te plannen maar moeten wel deadlines gehanteerd worden als stimulans. Qua elementen op de korte termijn planning blijkt het LE stappenplan reeds tot een betrouwbare planning te leiden. Aanvullend wordt wel het toepassen van het vooruitkijkproces geadviseerd om de planning betrouwbaar te houden. Tevens leidt het hanteren van een vaste periode een realistischer (i.e. betrouwbaarder) overzicht en worden discipline overstijgende randvoorwaarden zichtbaar tijdens het wekelijkse planningsoverleg.

Uit het onderzoek komt niet naar voren dat de weekplanning werkelijk als een apart planningsniveau toegepast moet worden. Het teamplannen, vooruitkijkproces en de oorzakenanalyse zijn niet afhankelijk van het toepassen van dit planningsniveau.

4. Conclusie, Discussie en Aanbevelingen

In dit slothoofdstuk van de rapportage wordt in de eerste paragraaf de conclusie van het onderzoek beschreven, oftewel, wordt het antwoord gegeven op de hoofdvraag van dit onderzoek. In Paragraaf 4.2 vindt de discussie plaats. De laatste paragraaf bestaat uit de aanbevelingen vanuit dit onderzoek. De aanbevelingen zijn verdeelt in aanbevelingen voor Heijmans Infra B.V. en wetenschappelijke aanbevelingen voor toekomstig onderzoek.

4.1 Conclusie

In dit onderzoek zijn elementen van het LPS geïdentificeerd die betrouwbaarheid van plannen ten opzichte van de huidige werkwijze, bij multidisciplinaire projecten met geïntegreerde contractvormen in de GWW-sector, verhoogd. Uit dit onderzoek worden de volgende conclusies getrokken wat betreft betrouwbaarder plannen bij het ontwerpproces:

- Teamplannen: Uit de cases komt naar voren dat het teamplannen zowel op de gemiddelde als korte termijn planning van belang is om betrouwbaar te plannen. Het LE stappenplan is geschikt om het teamplannen te faciliteren.
- Randvoorwaarden-analyse: Ook de randvoorwaarden-analyse is op beide planniveaus noodzakelijk om betrouwbaar te kunnen plannen. Op de gemiddelde termijn planning betreffen dit de randvoorwaarden van ontwerpnderdelen. Op de korte termijn planning zijn dit randvoorwaarden van concrete werkzaamheden. Wederom blijkt het LE stappenplan dit element van het LPS te faciliteren.
- Vanuit dit onderzoek wordt op de korte termijn planning een combinatie van pull en push-plannen geadviseerd, waar het LPS enkel plannen op basis van pull voorstelt op dit planniveau. Het komt vanuit de interviews namelijk naar voren dat de actoren het prettig en noodzakelijk vinden om met mijlpalen te werken. Hiermee wordt betrouwbaarder gepland omdat de actoren binnen ontwerpteams meer commitment krijgen om de mijlpaal te halen. In de discussie zal dit advies verder besproken worden.
- Vooruitkijkproces: Het vooruitkijkproces van het LPS wordt aanbevolen als toepassing op de korte termijn planning. Hiermee blijft de planning betrouwbaar doordat de randvoorwaarden doorlopen geactualiseerd worden. Tevens wordt een vaste periode gehanteerd die ieder ontwerpteam vooruitkijkt. Om dit te ondersteunen is een wekelijks overleg nodig per ontwerpteam. Hierbij wordt de korte termijn planning her-gepland (wanneer nodig) en wordt de laatste week van de vaste periode toegevoegd aan deze planning.
- De weekplanning wordt vanzelf gehanteerd wanneer het vooruitkijkproces wordt toegepast. Uit dit onderzoek komt niet naar voren dat dit ook werkelijk een apart document moet zijn. Het kan wel als middel gebruikt worden om de planning te delen, in plaats van de korte termijn planning te delen. Een weekplanning levert wellicht meer overzicht op.
- Oorzakenanalyse: Door het toepassen van de oorzakenanalyse kunnen afwijkingen in de planning voorkomen worden. Hiervoor wordt wel het gebruik van een concrete methode zoals ‘A3 Problem Solving’ en ‘5 Whys’ geadviseerd.
- Metingen: Het uitvoeren van metingen draagt indirect bij aan een betrouwbaardere ontwerpplanning. De metingen kunnen namelijk als een Key Performance Indicators (KPI’s) gebruikt worden zodat de betrouwbaarheid van plannen projectoverstijgend beheerst kan worden.

4.2 Discussie

In deze discussie worden eerst de resultaten van dit onderzoek in een breder perspectief geplaatst. Vervolgens worden de beperkingen van het onderzoek besproken in Sub-paragraaf 4.2.1.

Het LPS is initieel ontwikkeld als toepassing op de realisatiefase van het bouwproces. Ondanks dit, zijn er vele succesvolle toepassing van de methode in de literatuur te vinden zoals besproken in Paragraaf 2.2. In deze literatuur wordt echter niet expliciet ingegaan op het betrouwbaar plannen. Met dit onderzoek is aangetoond dat elementen van het LPS bijdragen aan de betrouwbaarheid van plannen. Tevens zijn er geen problemen ondervonden bij het toepassen van het LPS bij het ontwerpproces. Wel is een kanttekening te plaatsen bij de korte termijn planning, waarbij het LPS de planning baseert op wat gedaan kan (‘can’) worden. Vanuit de interviews is naar voren gekomen dat de betrokken personen bij het ontwerpproces het van belang vinden om wel te sturen op mijlpalen bij de korte termijn planning. Ondanks dat dit niet volledig tegenstrijdig is, worden mijlpalen door de ‘can’-benadering wellicht te snel opgeschoven bij toepassing op het ontwerpproces. Nota bene zijn werkzaamheden en ontwerponderdelen van nature niet per se afgerond bij het ontwerpproces. Het ontwerp kan namelijk altijd verder uitgedetailleerd of geoptimaliseerd worden.

In dit onderzoek is het betrouwbaar plannen in relatie gebracht met het streven naar ‘leannes’. Hierbij is verondersteld dat wanneer betrouwbaarder gepland wordt, het ontwerpproces efficiënter verloopt. In de cases is door middel van het LE stappenplan betrouwbaarder gepland dan gebruikelijk. Het resultaat blijkt dat de ontwerponderdelen sneller gerealiseerd worden dan de tijd die hier zonder toepassing van het stappenplan voor nodig is. Hiermee wordt bevestigd dat wanneer de planning betrouwbaarder is, het proces ook efficiënter kan verlopen.

Een aanleiding voor dit onderzoek betreft de opkomst van de geïntegreerde contractvormen in het laatste decennium van de Nederlandse bouwsector. Vooralsnog zijn Nederlandse aannemers veelal niet in staat om het ontwerpproces binnen het gewenste tijdsbestek te realiseren. Binnen dit onderzoek is niet te concluderen dat dit tot de verleden tijd behoort met het toepassen van het LPS. De cases zijn echter wel veel belovend, aangezien de ontwerponderdelen ruim binnen de initieel geplande tijd zijn gerealiseerd.

4.2.1 Beperkingen

Binnen het onderzoek is enkel één project bekeken, namelijk de ‘N23 Westfrisiaweg’. De verwachting is wel dat de conclusie ook van toepassing is op andere projecten van Heijmans Infra B.V. Dit wordt verwacht omdat de karakteristieken van deze projecten grotendeels hetzelfde zijn. Zo zijn het allen multidisciplinaire projecten in de GWW-sector en hebben ze allen geïntegreerde contractvormen. Om te kunnen stellen dat de werkwijze ook in andere bouw gerelateerde sectoren en bij projecten met andere contractvormen toepasbaar is, zal nader onderzocht moeten worden. Doordat de probleemstelling (Paragraaf 1.2) echter universeel in de hele bouwsector van toepassing is, heeft het toepassen van de aanbevolen elementen naar verwachting positieve effecten ten opzichte van traditionele planningsmethoden.

In het onderzoek is geen aandacht uitgegaan naar verandermanagement. Toch wordt dit als een belangrijk onderdeel gezien bij het succesvol implementeren van de nieuwe werkwijze. De nieuwe werkwijze zal namelijk fundamentele veranderingen in de dagelijkse manier van werken met zich meebrengen. Zo wordt bijvoorbeeld meer verantwoordelijkheid binnen het ontwerpteam zelf gelegd. Het ontwerpteam produceert namelijk zelf de gedetailleerde (i.e. korte termijn planning)

planning, houdt de voortgang bij en zorgt ervoor dat randvoorwaarden binnen een ontwerponderdeel worden opgelost. Voorheen waren dit verantwoordelijkheden voor de ontwerpleider. Het zal tijd kosten voordat dit goed verloopt, waarbij het ontwerpteam zelf deze verantwoordelijkheden op zich neemt en de ontwerpleider deze ruimte geeft. In de volgende paragraaf wordt ingegaan op aanbevelingen om het verandermanagement te ondersteunen.

4.3 Aanbevelingen

De laatste paragraaf van deze thesis bevat de aanbevelingen naar aanleiding van dit onderzoek. Deze zijn verdeeld in aanbevelingen voor Heijmans Infra B.V. en wetenschappelijke aanbevelingen.

4.3.1 Aanbevelingen voor Heijmans

De aanbevelingen voor Heijmans Infra B.V. zijn enerzijds gericht op de resultaten van dit onderzoek en anderzijds op de toekomstige onderzoeken die gedaan moeten worden om de werkwijze te implementeren.

- Bij de beperkingen is aangehaald dat geen aandacht is uitgegaan naar veranderingsmanagement, ondanks het belang hiervan. Zeker door de conservatieve houding die veel actoren in de bouwsector hebben (de welbekende uitspraak: “Maar we doen dit al 40 jaar op deze manier.”), vergt verandermanagement extra aandacht. Het delen van successen is bijvoorbeeld heel belangrijk, wat na Case 1 ook is gedaan. Er zijn echter nog andere manieren om het veranderingsmanagement te ondersteunen:
 - Het aanbieden van trainingen gericht op de werkwijze en achtergrond over Lean Construction is te adviseren. Een conservatieve houding komt namelijk grotendeels voort uit onzekerheid of onbekendheid met de verandering.
 - Het betrekken van actoren binnen het ontwerpproces bij het verbeteren van de werkwijze. Ter voorbereiding van het project kan bijvoorbeeld een workshop georganiseerd worden, waarbij de werkwijze wordt besproken en verbeteringen kunnen worden aangedragen.
 - Betrek bij het eerste project, waar de werkwijze wordt toegepast, mensen die open staan voor veranderingen en reeds ervaring hebben met het LE stappenplan. Zeker ontwerpleiders en –managers moeten achter de toepassing staan om de implementatie te laten slagen.
 - Breng de werkwijze niet als een methode om de doorlooptijd van ontwerponderdelen te verkorten. Dit zullen namelijk niet alle actoren binnen het ontwerpproces als in hun eigen belang beschouwen. Het verkorten van de doorlooptijd is een gevolg van een betrouwbare planning, het beheersen van deze planning, een betere afstemming tussen actoren, meer commitment, meer transparantie, enzovoorts. Daarmee is het een werkwijze die het werk bovenal plezieriger moet maken. Ergernissen worden namelijk voorkomen aangezien informatie tijdig beschikbaar is, de inhoud van de informatie is afgestemd op de behoefte, men ziet waar collega’s druk mee bezig zijn en men kent zijn of haar collega’s waardoor het contact persoonlijker is. Hierdoor zullen meer actoren een eigen belang zien bij het implementeren van de werkwijze.
 - Een gevaar voor de implementatie is dat de actoren negatieve ervaringen met de werkwijze hebben, zoals bij Case 3 gedeeltelijk het geval is. Doordat op hoger planniveau de afspraken niet werden nageleefd, kon de korte termijn planning die met het LE stappenplan was opgesteld, niet uitgevoerd worden. Er wordt al snel gezegd: “Dat LE werkt niet”, ook al heeft het mislopen van de korte termijn planning niets te maken met het falen van LE. Waak daarom voor mislukte toepassingen.
- Ter voorbereiding moet veel aandacht uitgaan naar ICT-faciliteiten om de werkwijze te ondersteunen. Momenteel wordt het bijvoorbeeld niet als handig ervaren dat er op één

locatie een planning aan de muur hangt. Veel actoren binnen het ontwerpproces zitten op verschillende locaties en kunnen dan ook niet elke dag kijken wat van hen verwacht wordt. Het is daarom bevorderlijk als de korte termijn planning en/of weekplanning digitaal beschikbaar is voor het ontwerpteam. De geïnterviewde adviseur kwam bijvoorbeeld met het idee om de planning automatisch te integreren in de persoonlijke agenda van actoren. Na een korte zoektocht blijkt dit mogelijk te zijn met de huidige plansoftware van Heijmans Infra B.V., Primavera P6, door middel van Primavera Web Services.

- Een mogelijke valkuil met de werkwijze is dat de kwaliteit van het ontwerp gaat leiden onder de commitment om mijlpalen te halen. Doordat het ontwerp effect heeft op de gehele levensduur van een bouwwerk, kan dit grote gevolgen hebben. Het ontwerp blijft een iteratief proces, waarbij niet alle iteraties vooraf bekend zijn. Bij het toepassen van de werkwijze moet geaccepteerd worden dat volledig betrouwbaar plannen een streven is, die nooit bereikt zal worden. Een verminderde kwaliteit is overigens niet naar voren gekomen in de cases.

4.3.2 Wetenschappelijke aanbevelingen

Hieronder worden een drietal wetenschappelijke aanbevelingen gegeven voor toekomstig onderzoek:

- Het gebruikte conceptueel kader in dit onderzoek blijkt tot een goede analyse te leiden van het planningsmanagement ten opzichte van het LPS. Zoals reeds aangegeven in de discussie (vorige paragraaf) kan het kader daarmee ook door andere organisaties of op andere projecten worden toegepast om verbeteringen wat betreft de betrouwbaarheid van plannen te identificeren. Tevens kan het kader dienen als basis voor een ‘maturity-model’ om de mate van toepassing van het LPS te toetsen. Een uitgebreidere toetsing zal wel nodig zijn om een betrouwbare volwassenheid uit het model te krijgen.
- Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat een uitgebreide literatuurstudie nodig is om een compleet beeld van het LPS te vormen. Het zou daarom van meerwaarde zijn als een review-studie uitgevoerd wordt. Zo ontstaat er een duidelijker overzicht van hoe het LPS in elkaar steekt en hoe het concreet kan worden toegepast. Tevens kan dit ook gedaan worden voor het LPS bij het ontwerpproces.
- Het is ook aan te bevelen om alle obstakels die ontstaan bij het toepassen van het LPS op het ontwerpproces te inventariseren. Hiervoor zullen echter meerdere casestudies uitgevoerd moeten worden, waarbij het LPS volledig en eenduidig wordt toegepast. Veel obstakels worden in de literatuur tegengesproken of komen voort uit een onvolledige toepassing van het LPS. Tevens wordt vaak niet besproken in hoeverre het LPS wordt toegepast bij de casestudie. Hierdoor is een inventarisatie van de obstakels momenteel niet mogelijk.

5. Referenties

- Abdelhamid. (2004). The self-destruction and renewal of lean construction theory: a prediction from Boyd's Theory. *Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC12)*. Helsingore, Denmark.
- Atkinson, R. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International journal of project management*, 17(6), 337-342.
- Austin, S., Baldwin, A., & Newton, A. (1994). Manipulating the flow of design information to improve the programming of building design. *Construction Management and Economics*, 12(5), 445-455.
- Austin, S., Baldwin, A., & Newton, A. (1996). A data flow model to plan and manage the building design process. *Journal of Engineering Design*, 7(1), 3-25.
- Austin, S., Baldwin, A., Li, B., & Waskett, P. (2000). Analytical design planning technique (ADePT): a dependency structure matrix tool to schedule the building design process. *Construction Management & Economics*, 18(2), 173-182.
- Babu, A., & Suresh, N. (1996). Project management with time, cost, and quality considerations. *Journal of Operational Research*, 88 320-327.
- Ballard, G. (1999). Can pull techniques be used in design management? *CIB REPORT*. Helsinki, Finland.
- Ballard, G. (2000). *The last planner system of production control (Doctoral dissertation, The University of Birmingham)*.
- Ballard, G. (2002). Managing work flow on design projects: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 9(3), 284-291.
- Ballard, G., & Howell, G. (. (1997). Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. In L. Alarcon, *Lean Construction*. Balkema.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). Shielding Production: An essential step in production control. *Journal of Construction Engineering and Management*, 11-17.
- Ballard, G., & Howell, G. (2004). An update on last planner. In *Proc., 11th Annual Conf., International Group for Lean Construction*. Blackburg, Virginia, USA.
- Ballard, G., & Tommelein, I. (2012). Lean management methods for complex projects. *Engineering Project Organization Journal*, 2(1-2), 85-96.
- Ballard, G., Hammond, J., & Nickerson, R. (2009). Last Planner Principles. *Proc. 17th Annual Conf. Intl. Group for Lean Construction*. Taipei, Taiwan.
- Ballard, G., Kim, Y., Jang, J., & Lui, M. (2007). Roadmap for lean implementation at the project level. *The Construction Industry Institute*.

- Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Egan, J. (1998). *Rethinking construction*. Department of Environment, Transport and the Region.
- Hamzeh. (2009). *Improving Construction Workflow- The Role of Production Planning en Control*, (PhD Dissertation) Civil and Env. Eng. Dept. Berkeley, CA: University of California.
- Hamzeh, F., Ballard, G., & Tommelein, I. (2009). Is the Last Planner system applicable to Design? A case study. *Proc. 17th Annual Conf. Intl. Group for Lean Construction*. Taipei, Taiwan.
- Hamzeh, F., Ballard, G., & Tommelein, I. (2012). Rethinking Lookahead Planning to Optimize Construction Workflow. *Lean Construction Journal* 2012, 15-34.
- Hamzeh, F., Saab, I., Tommelein, I., & Ballard, G. (2015). Understanding the role of "tasks anticipated" n lookahead planning through simulation. *Automation in Construction* 49, 18-26.
- Hopp, W., & Spearman, M. (1996). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. Boston, Massachusetts: Irwin/McGraw-Hill.
- Kelley, J., & Walker, M. (1959). Critical-Path Planning and Scheduling. *Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference*.
- Kerosuo, H., Mäki, T., Codinhoto, R., Koskela, L., & Miettinen, R. (2012). In tim at last-adaption of last planner tools for the design phase of a building project. *Proc. for the 20th Ann. Conf. of the IGLC*, (pp. 1031-1041).
- Koontz, H. (2010). *Essentials Of Management 8E*. Tata McGraw-Hill Education.
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. (*Technical Report No. 72, Center for Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering*) Stanford, CA: Stanford University.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Koskela, L., & Howell, G. (2002). The underlying theory of project management is obsolete. *Proceedings of the PMI Research Conference*, (pp. 293-302).
- Koskela, L., & Huovila, P. (1997). On Foundations of Concurrent Engineering. *Concurrent Engineering in Construction* (pp. 22-32). London: The Institutions of Sturctural Engineers.
- Koskela, L., Ballard, G., & Tanhuanpaa, V.-P. (1997). Towards Lean Design Management. *Proc. of the 5th annual conf. of the IGLC*. Gold coast, Australia.
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). Foundations of Lean Construction. In *Best, R.; de Valance, G. Design and Construction: Building in Value*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, Elsevier. ISBN 07050651490.
- Liu, M., & Ballard, G. (2008). Improving Labor Productivity through Production Control. *Proc. for the 16th ann. conf. of the IGLC*. Manchester, UK.

- Liu, M., & Ballard, G. (2009). Factors affecting work flow reliability. *Proc. of the 17th IGLC*. Taipei, Taiwan.
- Liu, M., Ballard, G., & Ibbs, W. (2011). Work Flow Variation and Labor Productivity: Case Study. *Journal of Management in Engineering*, 236-242.
- Miles, R. (1998). Alliance lean design/construction on a small high tech project. *IGLC conference 6th*. Guarujá, Brazil.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Tommelein, I. (1998). Pull-driven scheduling for pipe-spool installation: simulation of lean construction technique. *Journal of construction engineering and management*, 124(4), 279-288.
- Tzortzopoulos, P., Formoso, C., & Betts, M. (2001). Planning the product development process in construction: an exploratory case study. *In Proceedings of the 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, (pp. 103-116). National University of the Singapore, Singapore.
- Wesz, J., Formoso, C., & Tzortzopoulos, P. (2013). Design process planning and control: last planner system adaption. *Proceedings IGLC-21*. Fortaleza, Brazil.

6. Bijlagen

- A. Analyse tussen de kader van het LPS en de huidige werkwijze
- B. Protocol interview

A. Afweging tussen de planningsmethoden

In deze bijlage wordt de afweging tussen de verschillende beschikbare planningsmethoden in de bouw toegelicht. Deze afweging heeft vooraf aan dit onderzoek plaatsgevonden. Het LPS is als meest geschikte methode bestempeld, al is het onbekend of deze methode ook werkelijk geschikt is als toepassing op het ontwerpproces.

De methoden die beschouwd worden zijn:

- Traditionele planmethoden: Hieronder worden de Program Evaluation and Review Technique (PERT) en de Critical Path Method (CPM) (Kelley & Walker, 1959) verstaan. Beide methoden zijn breed toegepast en bewezen als zijnde effectieve planmethoden in de bouw.
- Analytical Design Planning Technique (ADePT): Ontwikkeld door Austin, Baldwin en Newton (1994) om ontwerpprocessen te plannen.
- Last Planner System (LPS): Deze methode is ontwikkeld door Ballard (2000) en Howell (1997) (1998) met de lean filosofie als basis.

Om tot de meest geschikte methode voor dit onderzoek te komen, zijn de methoden op criteria beoordeeld. Deze criteria bestaan uit de concrete aanleiding voor dit onderzoek, namelijk lean, de geschiktheid van de methode bij het ontwerpproces en de doelstelling van het onderzoek (betrouwbaar plannen):

- Lean: Gezien het thema van dit onderzoek en het streven van Heijmans naar een effectiever en efficiënter ontwerpproces is bekeken in hoeverre de methoden voldoen aan de definitie van lean.
- Ontwerpproces: De methode moet geschikt zijn om het ontwerpproces met zijn karakteristieken te kunnen plannen. Deze karakteristieken betreffen (1) de onzekerheid in de doelstelling, (2) de iteratieve aard van het ontwerpproces en (3) de gelimiteerde tijd die beschikbaar is om het ontwerp te realiseren (Hamzeh, Ballard, & Tommelein, 2009).
- Betrouwbaarheid: Gezien de doelstelling van het onderzoek wordt ook gezocht naar een methode die een betrouwbare planning oplevert van het ontwerpproces.

De afweging is in de volgende tabel weergegeven:

Criteria	Traditionele planmethoden	ADePT	LPS
Lean definitie	+	+	++
Geschiktheid ontwerpproces	-	++	++
Betrouwbaarheid van plannen	+/-	+	+

TABEL 22 AFWEGINGSTABEL (++ = VOLDOET, + = VOLDOET GEDEELTELIJK, ? = NIET BEKEND, - = VOLDOET GEDEELTELIJK NIET, -- = VOLDOET NIET)

Lean definitie

Qua ‘leannes’ scoren alle planningsmethoden, ondanks dat niet allen gebaseerd zijn op de lean filosofie. Met de traditionele planmethoden kan bijvoorbeeld worden gefocust op het minimaliseren van de doorlooptijd van een project (i.e. ‘Crash Duration’). Met ADePT worden de werkzaamheden

op basis van afhankelijkheden gepland, waarmee het aantal iteraties wordt geminimaliseerd. Hierdoor worden zoveel mogelijk onnodige iteraties, oftewel verspillingen, voorkomen. Het LPS is volledig ontwikkeld op basis van lean principes (Ballard & Tommelein, 2012), waarmee deze methode het hoogst scoort.

Geschiktheid ontwerpproces

De traditionele planmethoden sluiten niet aan bij het ontwerpproces, doordat deze geen rekening houden met de onzekerheid in de doelstelling en het iteratieve karakter. ADePT is ontwikkelt op basis van het iteratieve karakter van het ontwerpproces en scoort daarom het hoogst. Het LPS is initieel ontwikkeld voor de uitvoeringsfase van het bouwproces. Echter is de methode vanaf het begin ook toepasbaar geacht op het ontwerpproces. Tevens toont de literatuur aan dat de methode wel succesvol toepasbaar is op dit proces.

Betrouwbaarheid van plannen

Met de traditionele methoden kan wel betrouwbaar gepland worden. Echter ligt de focus op het vinden van de minimale doorlooptijd waardoor de kans bestaat dat een te optimistische planning wordt opgesteld. Zeker bij het ontwerpproces heeft dit mogelijk effect op de kwaliteit (Babu & Suresh, 1996). Doordat met ADePT de afhankelijkheden worden beschouwd kan er betrouwbaar gepland worden. Het gehele ontwerp wordt echter op hetzelfde detailniveau gepland bij de start van het ontwerpproces. Door de onzekerheid in de doelstelling van het ontwerpproces is het de vraag of de gerealiseerde planning aan het eind van het proces nog betrouwbaar is. Het LPS plant daarom in hoger detail naarmate werkzaamheden dichterbij komen en ondersteunt het doorlopend herplannen. Hiermee blijft de planning betrouwbaar. In tegenstelling tot de andere methoden maakt het LPS geen gebruik van een analytische methode, waardoor het niet twee plussen scoort.

Conclusie afweging tussen de planningsmethoden

Vanuit de afwegingstabel en bovenstaande bespreking komt het LPS naar voren als meest geschikte methode voor dit onderzoek. Het LPS zal dan ook gebruikt worden als conceptueel kader. Tevens heeft het toepassen van het LPS bij het ontwerpproces een interessante wetenschappelijke waarde, namelijk: Levert het LPS een betrouwbare planning op wanneer het wordt toegepast op het ontwerpproces? Op basis van de literatuur is hier namelijk nog geen antwoord op te geven. Op deze vraag zal gereflecteerd worden in de conclusie (Hoofdstuk 4) van deze thesis.

B. Protocol interview

1. Inleiding
 - Wederzijds voorstellen in hoeverre nog nodig
 - Doel van het onderzoek
 - Opbouw van het interview
2. Algemene vragen
 - 2.1. Wat is uw algemene indruk van het planningsmanagement op de N23 Westfrisiaweg?
 - 2.2. Hoe denkt u over de rol van planningsmanagement binnen het ontwerpproces?
 - 2.3. Hoe zou u het planningsmanagement kunnen verbeteren?
 - 2.4. Wat is uw indruk van het Lean Engineering (LE)?
 - 2.5. Wat zijn volgens u de voordelen van LE?
3. Open vragen (gebaseerd op de verschillen, Paragraaf 3.3)
 - 3.1. Teamplannen: Wat vindt u van teamplannen ten opzichte van het plannen met een centrale planner? In welk geval verwacht u een betrouwbaardere/realistischere planning?
 - 3.2. Randvoorwaarden-analyse: Zou er meer gestuurd moeten worden op het voorbereiden (i.e. oplossen van randvoorwaarden) van werkzaamheden?
 - 3.3. Randvoorwaarden-analyse: Wat zijn veel voorkomende redenen van het niet kunnen uitvoeren van uw werkzaamheden wanneer u eraan wil/moet beginnen?
 - 3.4. ‘Can’ i.p.v. ‘should’: Wat zou volgens u moeten leiden tot een beter te beheersen proces, zo realistisch mogelijk plannen of zo optimistisch mogelijk?
 - 3.5. Kwaliteitscriteria: Vindt u het lastig om werkzaamheden concreet te formuleren bij het ontwerpproces?
 - 3.6. Vooruitkijkproces: Wat zou u vinden van een vaste vooruitkijkperiode van plannen? (eerst uitleg geven)
 - 3.7. Weekplanning: Hoe denkt u over het toepassen van weekplanningen?
 - 3.8. Metingen: Wat vindt u van het uitvoeren van metingen om de voortgang te monitoren en de betrouwbaarheid van plannen te meten?
 - 3.9. Oorzakenanalyse: Welk resultaat verwacht u wanneer er meer geleerd wordt van fouten in de planning?
4. Specifieke vragen (gebaseerd op de toegepaste verbeteringen bij LE traject 3)
 - 4.1. Randvoorwaarden-analyse: Is de doelstelling van het ontwerp onderdeel duidelijker geworden?
 - 4.2. Randvoorwaarden-analyse: Is informatie-input voor uw werkzaamheden vaker beschikbaar?
 - 4.3. Randvoorwaarden-analyse: Kan u vaker beginnen met uw werkzaamheden wanneer deze gepland staan?
 - 4.4. Randvoorwaarden-analyse: Kan u beter volgens de planning werken?
 - 4.5. Randvoorwaarden-analyse: Merkt u dat de werklading beter is afgestemd op uw beschikbare tijd?
 - 4.6. Randvoorwaarden-analyse: Merkt u dat er meer wordt gestuurd op het voorbereiden van werkzaamheden (beschikbaar maken van input en resources toekennen)?
 - 4.7. Beheersing: Krijgt u een beter overzicht van de voortgang?
 - 4.8. Beheersing: Is het inzichtelijker geworden waar andere disciplines/teams mee bezig zijn?

- 4.9. Beheersing: Dienen er minder maatregelen genomen te worden dan gebruikelijk om op planning te blijven?
- 4.10. Beheersing: Worden de mijlpalen vaker behaald?
- 4.11. Beheersing: Kan er makkelijker gestuurd worden om de planning te halen? (afstemming werklading en capaciteit)
5. Verificatiestellingen
 - 5.1. Met teamplannen kom ik gedurende mijn werkzaamheden minder obstakels tegen.
 - 5.2. Door middel van teamplannen wordt er meer commitment gecreëerd om de planning te halen.
 - 5.3. Met een centrale planner weet ik beter wat van me verwacht wordt.
 - 5.4. Ik kan zonder Lean Engineering vaak niet beginnen met mijn werkzaamheden doordat informatie niet beschikbaar is.
 - 5.5. Traditioneel wordt er veelal geen rekening mee gehouden of ik tijd heb.
 - 5.6. Van planningen is vaak vooraf al bekend dat deze niet realistisch is, waardoor het gehele ontwerp uiteindelijk niet efficiënt verloopt.
 - 5.7. Het is belangrijk om betrouwbaar te plannen, zodat er werkelijk voorspelt kan worden aan de hand van de planning.
 - 5.8. Bij het teamplannen is het lastig om concrete werkzaamheden te formuleren.
 - 5.9. Het ontwerpproces is niet in detail te plannen, doordat werkzaamheden geen afgebakende taken zijn.
 - 5.10. Wanneer er een constante periode in detail vooruit zou worden gepland, zou de input voor werkzaamheden vaker beschikbaar zijn op het juiste moment.
 - 5.11. Een korte periode gedetailleerd plannen is noodzakelijk voor een efficiënt ontwerpproces.
 - 5.12. Het toepassen van weekplanningen zorgt ervoor dat ik weet waar mijn collega's mee bezig zijn, wat bevorderend is voor het gehele proces.
 - 5.13. Het uitvoeren van metingen en daarmee het opstellen van prestatie-indicatoren, is handig voor het beheersen van het ontwerpproces.
 - 5.14. Het is belangrijk om stil te staan bij afwijkingen van de planning, zodat deze in de toekomst voorkomen kunnen worden.
6. Afsluiting
 - Conclusies opsturen zodat de geïnterviewde de interpretatie kan controleren