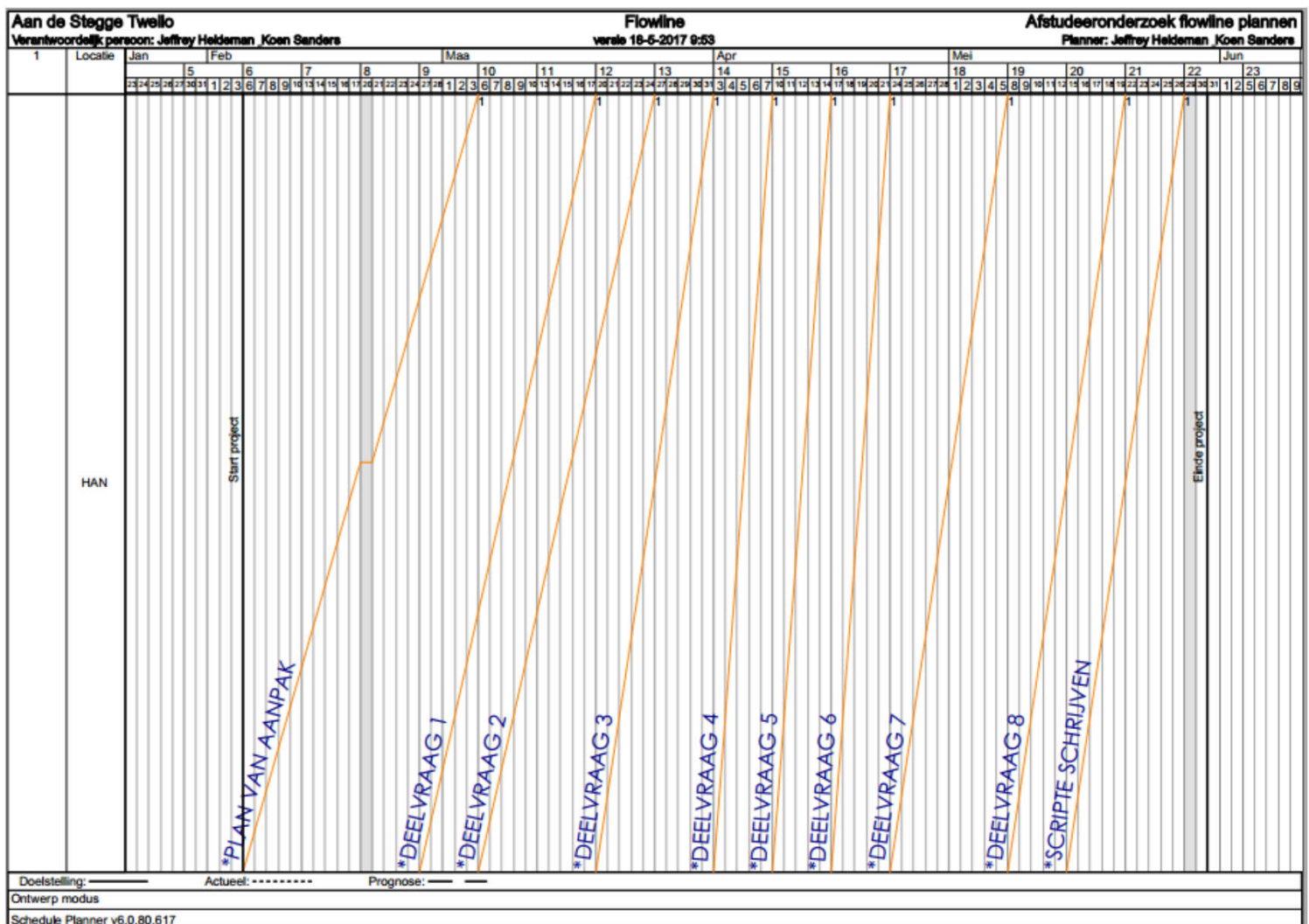


PLANNEN MET DE FLOWLINE PLANNINGSMETHODIEK

Een onderzoek naar de toepasbaarheid van flowline plannen in het realisatieproces van parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist



J. Heideman & K. Sanders
Bouwkunde
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
februari 2017 – juni 2017

Informatiepagina

Titel: Plannen met de flowline planningsmethodiek
Subtitel: Een onderzoek naar de toepasbaarheid van flowline plannen in het realisatieproces van parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist

Status: Definitief
Versie: 1.0
Datum uitgave: 30 mei 2017

Student

Jeffrey Heideman
Maanstraat 45
6543 VR Nijmegen
06 – 31 26 71 91
j.heideman@student.han.nl
Studentnummer: 555933

Afstudeerrichting

Organisatie

Aan de Stegge Twello

Hietweideweg 14
7391 XX Twello
0571 – 277 331

Begeleiding Aan de Stegge Twello

1^e begeleider
Tim Oosterlaar
Projectleider
too@adst.nl
06 – 53 12 20 53

2^e begeleider
Mark ten Thije
Lean coach
mtt@adst.nl
06 -51 98 43 57

Student

Koen Sanders
Ploeg 1
6942 LN Didam
06 – 31 34 02 15
k.sanders2@student.han.nl
Studentnummer: 552568

Afstudeerrichting

Organisatie

HAN

Faculteit Built Environment
Ruitenberglaan 26
024 – 353 05 00

Begeleiding HAN

1^e begeleider
Lucie van der Wiele
MLH.vanderWiele@han.nl
06 – 55 20 87 51

2^e begeleider
Jaap Kerstma
J. Kerstma@han.nl
06 – 55 20 63 14

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'Plannen met de flowline planningsmethodiek'. Deze scriptie is geschreven ter afronding van onze studie Bouwkunde aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Wij hebben dit onderzoek uitgevoerd in de periode van februari 2017 tot juni 2017. Het onderzoek naar de flowline planningsmethodiek is uitgevoerd bij Aan de Stegge Twello, hierna genoemd ADST.

Wij hebben het onderzoeksonderwerp samen met de technisch directeur, Dennis van Veldhuizen, en bedrijfsbureau, Ben Mulder, bedacht. Het onderzoek dat wij hebben uitgevoerd was complex, maar daardoor des te interessanter. Wij hebben de onderzoeksvragen kunnen beantwoorden na uitvoerig onderzoek. Gedurende het onderzoek stonden onze begeleiders vanuit het bedrijf, Tim Oosterlaar en Mark ten Thije, en onze begeleiders vanuit de opleiding, Lucie van der Wiele en Jaap Kerstma, altijd voor ons klaar. Wij konden altijd ben hen terecht met vragen waardoor wij verder konden met ons onderzoek.

Wij willen dan ook graag onze begeleiders bedanken voor de prettige samenwerking en de aangeboden ondersteuning tijdens deze periode. Ook willen wij onze respondenten, Ruben Kamphuis, Leon Kolkman en Cees Franken, bedanken voor hun medewerking aan dit onderzoek. Zonder de hulp en medewerkingen van deze mensen hadden wij dit onderzoek nooit kunnen voltooien.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Jeffrey Heideman & Koen Sanders

Twello, 26 mei 2017

Samenvatting

Om meer projecten per jaar te realiseren, wil ADST doorlooptijdverkortingen behalen door het planningsproces tijdens de uitvoeringsfase te optimaliseren. Uit ervaring is gebleken dat een groot nadeel van een korte doorlooptijd het logistieke probleem is. De flowline planningsmethodiek zou aan de optimalisatie van de huidige planningsprocessen kunnen bijdragen, door een andere weergave van de planning. Hieruit volgt de volgende probleemstelling:

‘Onderzoek doen of flowline plannen bij kan dragen aan doorlooptijdverkortingen en een efficiënter realisatieproces van parkeergarages.’

Aan de hand van de probleemstelling is de volgende doelstelling opgesteld:

‘Het doel van het onderzoek is om aanbevelingen te leveren aan de hand van de flowline planningsmethodiek met betrekking tot de doorlooptijd bij de realisatie van de parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist.’

Er is gekozen om deze doelstelling te verwezenlijken middels een kwalitatief onderzoek. Daarnaast wordt de flowline planningsmethodiek onderzocht aan de hand van de planningen, die reeds zijn opgesteld door ADST voor de realisatie van parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist. Middels een literatuuronderzoek is de achtergrond en theorie van de flowline planningsmethodiek doorgrond. Hieruit is een vast planningsproces naar voren gekomen waarbij gebruik wordt gemaakt van locatie-gebaseerd plannen.

Om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de flowline planningsmethodiek is ervoor gekozen om een drietal planningen, die reeds zijn opgesteld, om te zetten naar flowline planningen. Het betreft de balkenplanning uit de voorbereidingsfase, de lean planning uit de uitvoeringsfase en een planning opgesteld aan de hand van het manurenboek. Wanneer deze planningen zijn omgezet naar flowline planningen worden deze bestudeerd en onderzocht om vervolgens geoptimaliseerd te worden. Nadat de flowline planningen geoptimaliseerd zijn, worden deze vergeleken op doorlooptijd met de niet geoptimaliseerde flowline planningen, om hier vervolgens uitspraken over te kunnen doen.

Daarnaast is gekeken of flowline plannen ook zou kunnen bijdragen aan het oplossen van secundaire problemen binnen de huidige planningsprocessen. Het achterhalen van deze secundaire problemen is gedaan door het afnemen van interviews met een drietal uitvoerders. Deze interviews zijn middels codering en categorisering uitgewerkt en zo zijn de belangrijkste aangedragen verbeterpunten naar voren gekomen. Vervolgens is gekeken of de flowline planningsmethodiek ook kan bijdragen aan de aangedragen verbeterpunten. Bij elk aangedragen verbeterpunt is een aanbeveling gegeven of flowline plannen bij zou kunnen dragen bij het oplossen van het verbeterpunt, deze uitwerking is te vinden in de bijlagen.

Er kan geconcludeerd worden dat het toepassen van de flowline planningsmethodiek aan te raden is bij de realisatie van parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist. Door het inzichtelijk hebben van de verschillende fysieke locaties waar iedereen werkzaam is, is het eenvoudig om de planning te optimaliseren en efficiënt te kunnen werken. Tevens kan flowline plannen bijdragen aan de oplossing voor de aangedragen verbeterpunten die voortkomen uit de uitspraken van de uitvoerders.

Summary

To realize more projects per year, ADST wants to achieve lead time reduction by optimizing the planning process during the execution phase. Experience has shown that logistic problems constitute the main disadvantage of a reduced lead time. By a different display of planning, flowline scheduling could contribute to the optimization of current planning processes. This leads to the following problem definition:

'To investigate whether flowline scheduling can contribute to lead time reduction and a more efficient realization of car parks.'

On the basis of the problem definition the following objective was formulated:

'The objective of the investigation is to deliver recommendations on the basis of flowline scheduling regarding the lead time in the realization of car park NS-station Driebergen-Zeist.'

A qualitative research approach was chosen to realize this objective. In addition the flowtime scheduling methodology will be investigated by means of schedules already reported by ADST for the realization of car park NS-station Driebergen-Zeist.

Using a literature review the background and theory of flowtime scheduling was examined. A fixed location-based planning process emerged from the literature review.

To make a reliable statement regarding flowline scheduling three already drafted schedules were converted to flowline schedules. It concerns the beam planning of the preparation phase, the lean planning from the execution phase and a planning based on the manhours book. When these schedules are converted to flowline schedules, they will be studied and examined to be optimized subsequently. After optimizing the flowline schedules their lead times will be compared to the non-optimized flowline schedules to give a verdict about lead time reduction.

Next to lead time reduction it was also examined whether flowtime scheduling could also aid in solving secondary problems within current scheduling processes. Three building foreman were interviewed to identify secondary problems. These interviews were elaborated using coding and categorizing after which the most important points of improvement were identified. Subsequently it was assessed whether flowline scheduling could aid in those improvements. For each point of improvement, a recommendation if flowtime scheduling could aid in establishing this improvement was given. These recommendations can be found in the appendix.

It can be concluded that applying flowline scheduling is recommended in the realization of car park NS-station Driebergen-Zeist. By being aware of all the physical locations where everybody is working it is easy to optimize planning and work more efficiently.

Flowline scheduling can also aid in solving in points of improvement derived from interviews with building foreman.

Inhoudsopgave

Informatiepagina	1
Voorwoord	2
Samenvatting	3
Summary	4
Inhoudsopgave	5
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding afstudeeronderzoek.....	7
1.2 Aan de Stegge Twello	7
1.3 Case.....	8
2 Onderzoeksopzet.....	9
2.1 Probleemstelling	9
2.2 Doelstelling.....	9
2.3 Projectkaders	9
2.4 Vraagstelling.....	10
2.5 Onderzoeksmethodieken	10
3 Theorie flowline plannen	11
3.1 Achtergrondinformatie	11
3.2 Toelichting.....	11
3.3 Processchema	18
4 Flowline plannen in de praktijk.....	22
4.1 Balkenplanning Ruben Kamphuis	22
4.2 Lean planning	28
4.3 Balkenplanning manurenboek.....	34
5 Huidige planningsprocessen	39
5.1 Overzicht bestudeerde projecten	39
5.2 Huidige planningsprocessen	40
5.3 Aangedragen verbeterpunten	41
6 Toepasbaarheid flowline plannen	42
6.1 Resultaten flowline plannen op aangedragen verbeterpunten.....	42
7 Eindconclusie.....	45
7.1 Deelvragen.....	45
7.2 Hoofdvraag	49

8	Aanbevelingen	50
8.1	Flowline plannen oplossend	50
8.2	Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek	51
	Bibliografie	52
9	Begrippenlijst	53

Bijlage A:	Analyse huidige planningsprocessen
Bijlage B:	Kenmerken flowline plannen
Bijlage C:	Aangedragen verbeterpunten
Bijlage D:	Flowline planningsprogramma
Bijlage E:	Doorlooptijd met de huidige planningsmethodiek
Bijlage F:	Doorlooptijd met de flowline planningsmethodiek
Bijlage G:	Conclusies doorlooptijd
Bijlage H:	Voorstel verbeterpunten
Bijlage I:	Onderzoeksmethodieken

1 Inleiding

In de inleiding is een toelichting te vinden op de aanleiding van het afstudeeronderzoek. Daarnaast wordt een beschrijving van het afstudeerbedrijf gegeven en wordt de case voor het onderzoek toegelicht.

In hoofdstuk 9, pagina 53 is de begrippenlijst toegevoegd. Deze kan uitgevouwen en naast het verslag gelegd worden om zo de leesbaarheid te vergroten.

1.1 Aanleiding afstudeeronderzoek

Na twee en een half jaar de opleiding bouwkunde gevolgd te hebben aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen is de laatste fase van de studie aangebroken; het afstuderen. Hiervoor dient er een afstudeeronderzoek uitgevoerd te worden.

Beide afstudeerders hebben de verdiepende stage uitgevoerd bij ADST. Door positieve ervaringen vanuit zowel de studenten als ADST is ervoor gekozen om het afstudeeronderzoek ook bij dit bedrijf uit te voeren.

Om meer projecten per jaar te realiseren wil ADST doorlooptijdverkorting behalen door het planningsproces tijdens de uitvoeringsfase te optimaliseren. De flowline planningsmethodiek zou hieraan bij kunnen dragen door een andere weergave van de planning. Er wordt uitsluitend gekeken naar het planningsproces tijdens de uitvoeringsfase van project: parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist.

De afstudeergroep heeft voor het afstudeeronderwerp flowline plannen gekozen omdat zij een onderwerp ambieerden met betrekking tot de uitvoeringsfase en om zo het kennisveld met betrekking tot de verschillende planningsmethodieken te vergroten.

1.2 Aan de Stegge Twello

ADST is gespecialiseerd in de ontwikkeling en turnkey realisatie van bedrijfsmatig vastgoed en bovengrondse parkeergarages. Hierbij beheersen zij het gehele proces van planontwikkeling tot en met de uitvoering van de bouw, veelal in bouwteam met de opdrachtgever, architect, constructeur, adviseur en installateur.

ADST is onderdeel van Aan de Stegge Verenigde Bedrijven. Aan de Stegge Verenigde Bedrijven is een netwerk van ruim twintig bedrijven die actief zijn in Nederland, België en Duitsland. Deze twintig bedrijven opereren in de woningbouw, utiliteits- en bedrijfshuisvesting. Deze bedrijven zijn middelgrote, regionale bouwbedrijven. Aan de Stegge Verenigde Bedrijven behoort tot de top twaalf van de grootste bouwgroepen in Nederland. (Twello, Aan de Stegge, 2016)

1.3 Case

Nabij het centraal station van Driebergen-Zeist gaat ADST een parkeergarage realiseren in opdracht van de NS. Deze parkeergarage, welke te zien is op figuur 1 (Aan de Stegge Twello, 2016), gaat plek bieden aan zeshonderd auto's verdeeld over vijf bouwlagen.

Parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist	
Plaats:	Driebergen-Zeist
Uitvoerder:	Ruben Kamphuis
Projectleider:	Tim Oosterlaar
Type:	Nieuwbouw
Soort bouw:	Utiliteitsbouw
Bouwjaar:	2017
Hoofdaannemer:	ADST



Figuur 1

De afstudeergroep toetst de flowline planningsmethodiek aan de hand van de planningen die reeds zijn opgesteld door ADST voor de realisatie van parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist.

2 Onderzoeksopzet

In de onderzoeksopzet wordt als eerst de probleemstelling en doelstelling toegelicht, waarna deze worden vertaald naar de vraagstelling met bijbehorende projectkaders en de gehanteerde onderzoeksmethoden.

2.1 Probleemstelling

ADST werkt continue aan het optimaliseren van de processen, zo heeft ADST in juli 2016 een lean coach aangesteld. In samenspraak met Mark ten Thije, lean coach, is het strategische doel opgesteld om tot 2020 de doorlooptijd ieder jaar met tien procent te verkorten (M. ten Thije, persoonlijke mededeling, 14 februari 2017). Volgens de heer Oosterlaar, projectleider, doen zij dit zodat zij meer projecten kunnen uitvoeren per jaar en daarmee een hogere omzet kunnen genereren (persoonlijke mededeling, 15 februari 2017).

Een groot nadeel van een korte doorlooptijd is het logistieke probleem. Eén van de projectleden heeft tijdens zijn verdiepende stage ondervonden dat er op 10 m², acht mensen aan het werk waren. Dit met het gevolg dat het bouwplaats personeel elkaar in de weg loopt en er zich een gespannen werksfeer vormt.

Hieruit volgt de probleemstelling: onderzoek doen of flowline plannen bij kan dragen aan doorlooptijdverkortening en een efficiënter realisatieproces van parkeergarages.

2.2 Doelstelling

Aan de hand van de probleemstelling is de volgende doelstelling opgesteld:

‘Het doel van het onderzoek is om aanbevelingen te leveren aan de hand van de flowline planningsmethodiek met betrekking tot de doorlooptijd bij de realisatie van de parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist.’

2.3 Projectkaders

De afstudeergroep heeft de volgende projectkaders opgesteld om een goed onderzoek te kunnen doen binnen de gestelde tijd van 16 weken:

- Er wordt onderzoek gedaan naar de flowline planningsmethodiek, niet naar andere methodieken;
- Het onderzoek richt zich alleen op de planning voor de uitvoeringsfase;
- Bouwmethoden worden buiten beschouwing gelaten;
- Om het planningsproces te onderzoeken worden alleen uitvoerders van het parkeerteam geïnterviewd;
- Er wordt alleen onderzoek gedaan naar doorlooptijd, niet naar kosten/baten.
- In de theorie over flowline plannen wordt de monitoring/bewaking van de planning meegenomen, maar in de praktische uitwerking wordt deze buiten beschouwing gelaten

2.4 Vraagstelling

Vanuit de doelstelling en projectkaders worden de hoofd- en deelvragen opgesteld. De hoofdvraag kan beantwoord worden zodra alle deelvragen zijn uitgewerkt.

2.4.1 Hoofdvraag

De afstudeergroep heeft de volgende hoofdvraag opgesteld:

“Welke gevolgen heeft het toepassen van flowline plannen op de doorlooptijd van de realisatie van parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist?”

2.4.2 Deelvragen

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden heeft de afstudeergroep de volgende deelvragen opgesteld:

1. Hoe is het huidige planningsproces bij ADST met betrekking tot de realisatie van parkeergarages?
2. Wat zijn de kenmerken van flowline plannen?
3. Waar zijn verbeteringen mogelijk in de huidige planningsstructuur van ADST?
4. Hoe werkt het flowline planningsprogramma?
5. Hoelang is de doorlooptijd van de parkeergarage Driebergen-Zeist als er gepland wordt met de huidige planningsmethodiek van ADST?
6. Hoelang is de doorlooptijd van de parkeergarage Driebergen-Zeist als er gepland wordt door middel van de flowline planningsmethodiek?
7. Welke conclusies kunnen getrokken worden met betrekking op de doorlooptijd van parkeergarage Driebergen-Zeist?
8. Hoe kan flowline plannen bijdragen aan de verbeterpunten uit de huidige planningsprocessen?

2.5 Onderzoeksmethodieken

Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd door middel van een kwalitatief onderzoek. (Baarda, Goede, & Teunissen, 2005) zeggen het volgende over een kwalitatief onderzoek: kenmerkend voor kwalitatief onderzoek is het gebruik van verschillende databronnen en de nadruk op het 'begrijpen' of doorgronden van de individuele mensen, groepen of situaties. Centraal staat bij kwalitatief onderzoek dat een fenomeen bij voorkeur moet worden bestudeerd binnen de eigen context.

Voor een uitgebreide toelichting op de gehanteerde onderzoeksmethodieken wordt verwezen naar bijlage I.

3 Theorie flowline plannen

In dit hoofdstuk wordt de theorie van de flowline planningsmethodiek beschreven. In bijlage B is de uitgebreide theorie met betrekking tot de flowline planningsmethodiek te vinden.

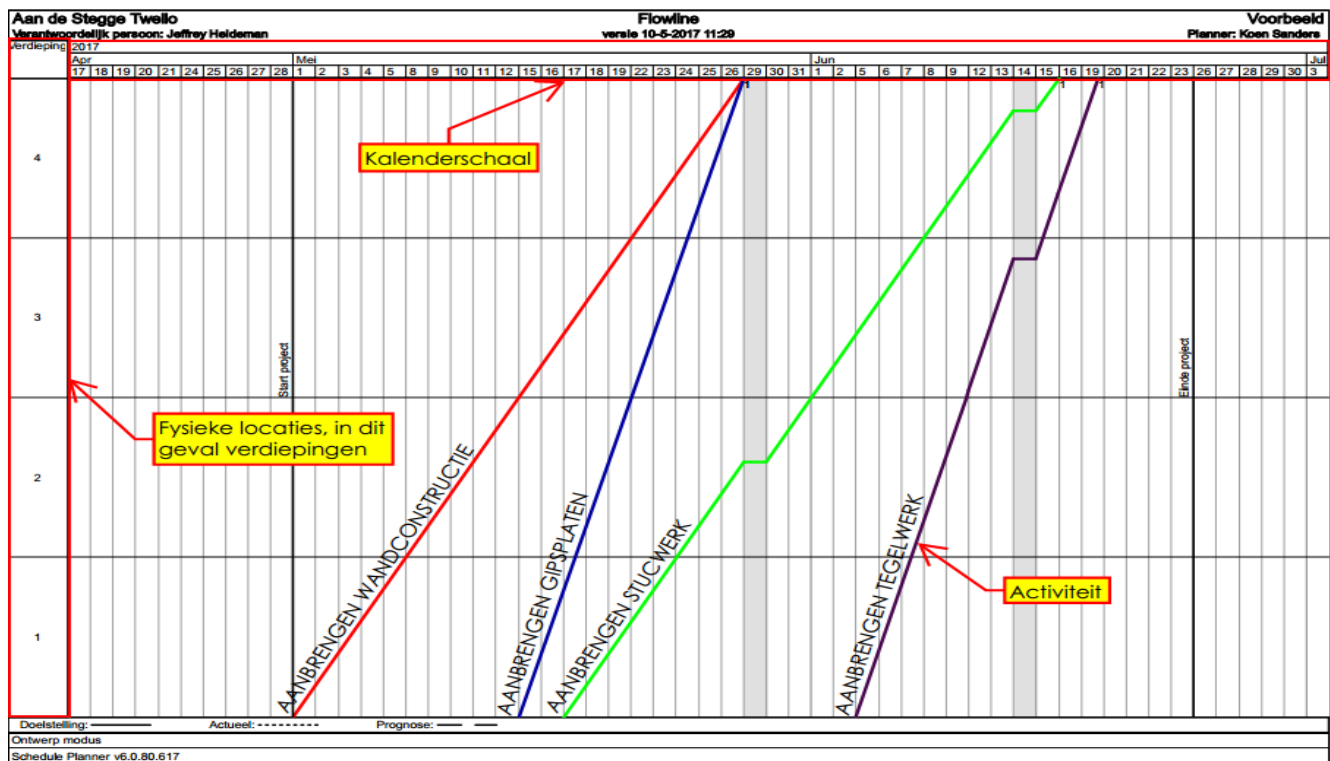
3.1 Achtergrondinformatie

Flowline plannen wordt ook wel location-based plannen genoemd en is ontwikkeld door Mohr, Sellinger en Peer. (Lowe, D'Onofrio, Fisk, & Seppänen, 2012, p. 27) De planningsmethodiek is voor het eerst toegepast in 1930 bij de realisatie van het Empire State Building. Tussen 1930 en 1980 is er niet of nauwelijks wat gedaan met deze planningsmethodiek. Het vervolg van de flowline planningsmethodiek was in 1980, toen het werd ingevoerd in Finland. (Seppänen, 2016)

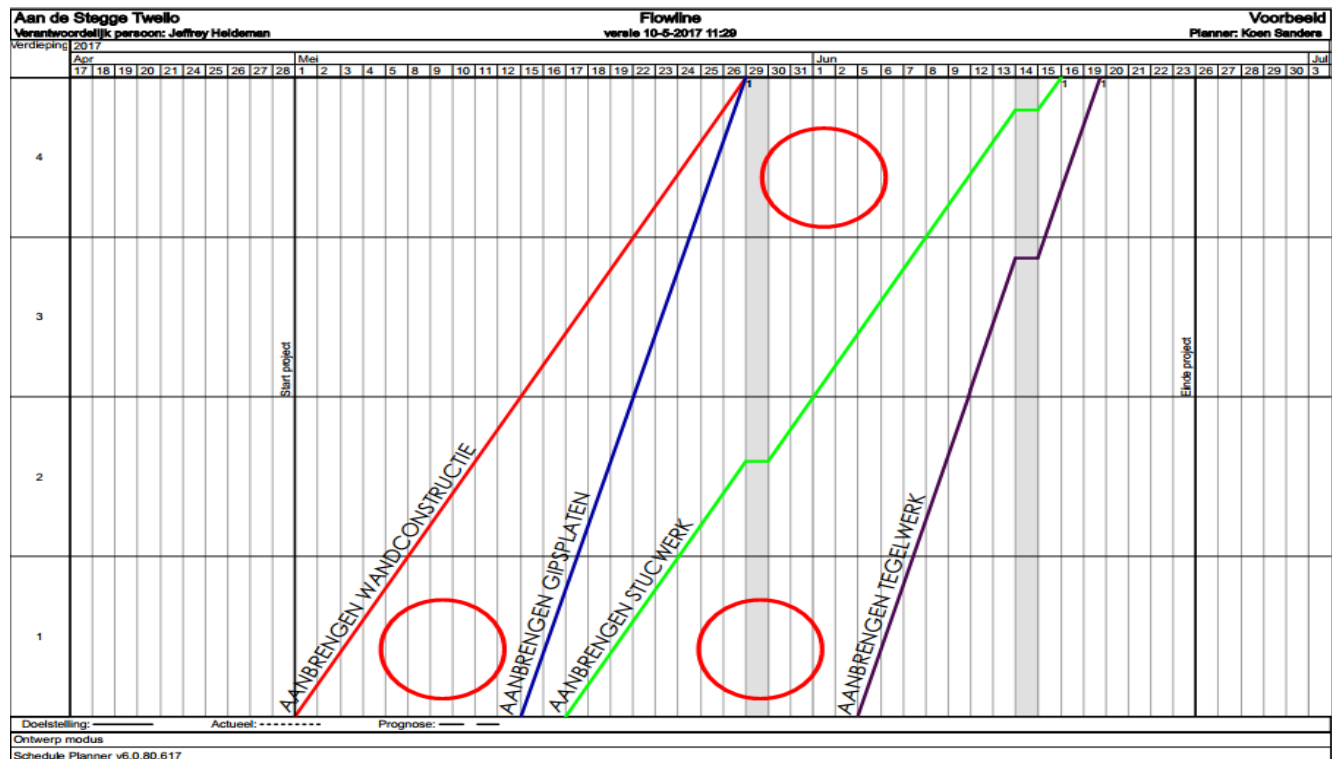
In 2003 is er een softwareprogramma ontwikkeld voor het opstellen en bewaken van flowline plannen. Vandaag de dag staat het softwarepakket bekend als Vico Schedule Planner and Production Controller. (Lowe, D'Onofrio, Fisk, & Seppänen, 2012, p. 27)

3.2 Toelichting

Er zijn een aantal duidelijke verschillen te herkennen tussen CPM en flowline plannen. Het belangrijkste verschil tussen CPM en flowline plannen is een verandering in het CPM-algoritme die dwingt dat de taken doorlopend worden uitgevoerd. Het aangepaste CPM-algoritme zorgt ervoor dat er pas later begonnen kan worden met de taak omdat er anders niet continu doorgewerkt kan worden. Flowline plannen begint met het continue door laten lopen van de taken, de 'flow'. In figuur 2 is een toelichting te zien op het flowline planningsvenster waarna in figuur 3 een flowline planning te zien is met de mogelijkheid tot optimalisatie.

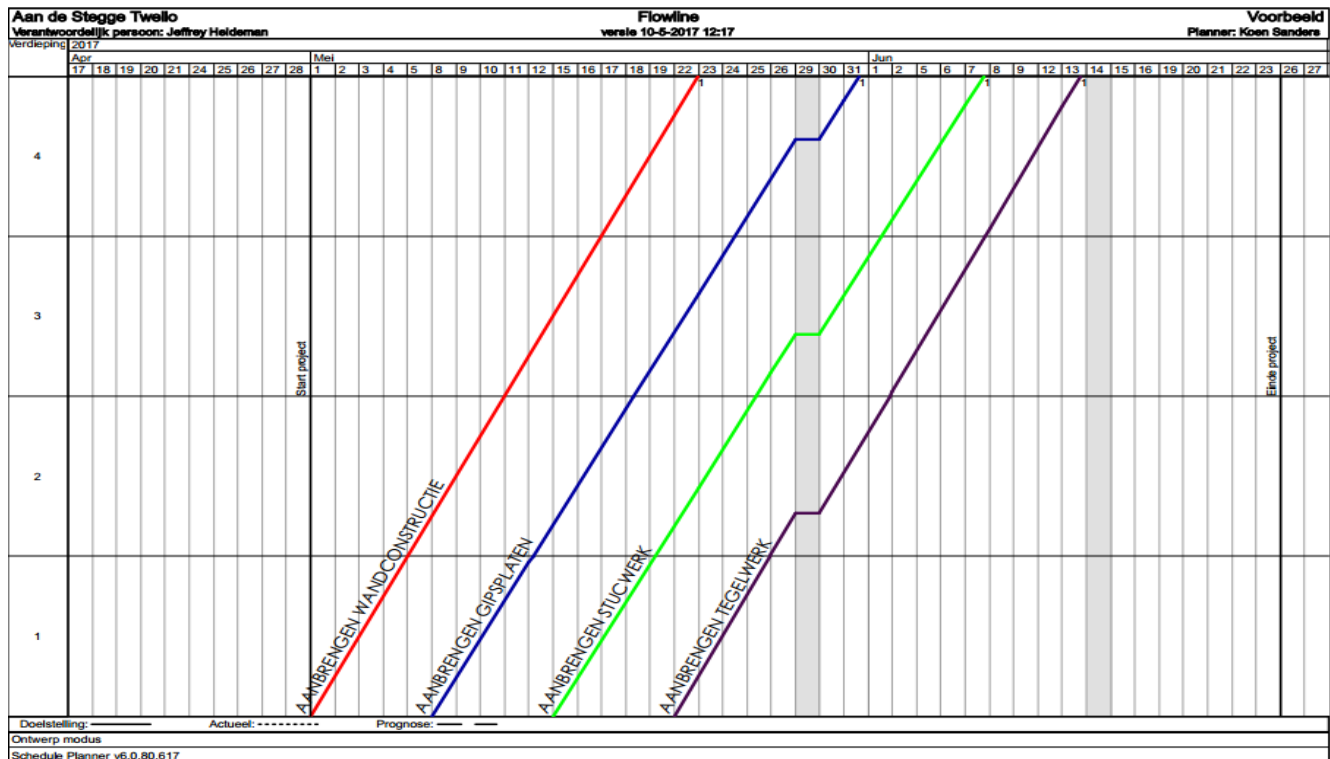


Figuur 2: Een overzichtelijk flowline planningsvenster met vier activiteiten. In de linker kolom zijn de fysieke locaties weergegeven en in de bovenste balk de kalenderschaal.



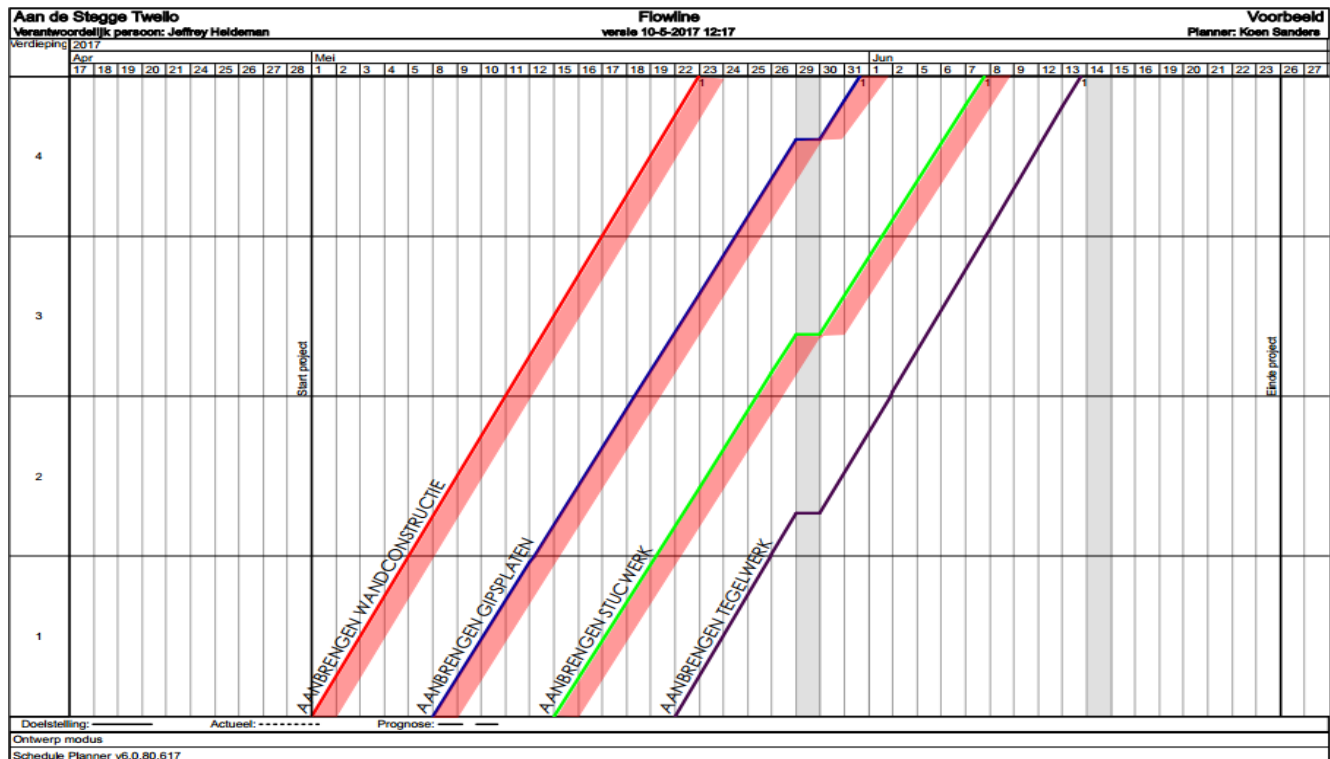
Figuur 3: Een eenvoudige flowline planning met vier activiteiten. De rode cirkels geven de gebieden aan waar mogelijkheid is voor optimalisatie.

Vervolgens dient de planning waar mogelijk geoptimaliseerd te worden. In figuur 4 is de planning te zien waar de rode cirkels zijn weggenomen. Deze optimalisatie is mogelijk door het vergroten of verkleinen van de bouwsnelheden. Bouwsnelheden kunnen aangepast worden door het vergroten of verkleinen van het aantal ploegen of de ploeggroottes. (Lowe, D'Onofrio, Fisk, & Seppänen, 2012, p. 11)

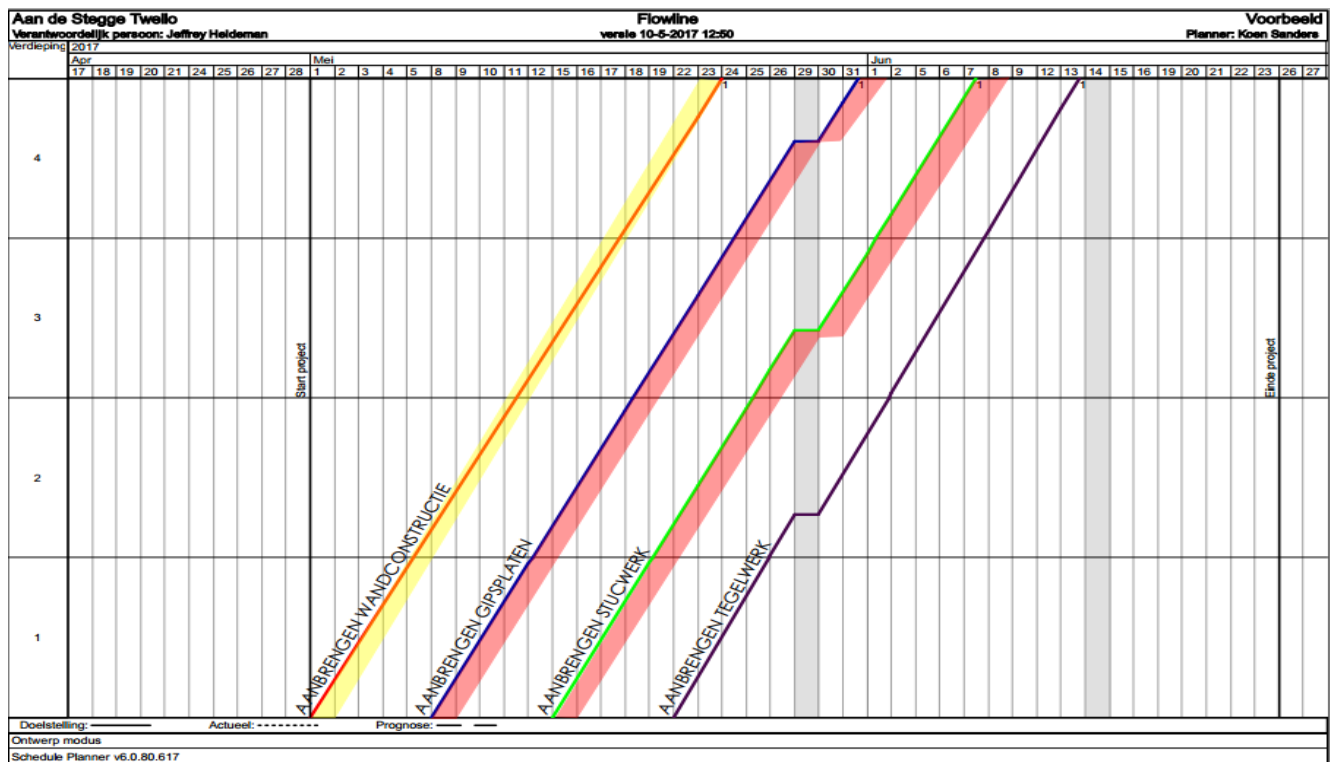


Figuur 4: De rode cirkels uit de planning zijn weggenomen. De lijnen zijn lineair geworden door het vergroten van de ploegen voor 'aanbrengen wandconstructie', 'aanbrengen stucwerk' en 'aanbrengen tegelwerk'. De ploeg voor 'aanbrengen gipsplaten' is verkleind. Hierdoor is een doorlooptijdverkort van vier dagen behaald.

Nadat de planning geoptimaliseerd is, is er ruimte om buffers in te plannen. Een buffer is een tijd tussen twee activiteiten om verschil in productiviteit op te kunnen vangen zonder dat dit effect heeft op de continuïteit van de activiteiten. (Lowe, D'Onofrio, Fisk, & Seppänen, 2012, p. 13) In figuur 5 zijn de buffers van bovengenoemde planning gevisualiseerd waarna in figuur 6 te zien is hoe een vertraging opgevangen kan worden door deze buffer, hiervoor is de buffer geel gearceerd.



Figuur 5: De rood gearceerde vlakken geven de buffer per activiteit aan. In dit geval bestaan de buffers uit één dag.



Figuur 6: De activiteit 'aanbrengen wandconstructie' heeft een vertraging opgelopen van één dag. Doordat er een buffer was ingepland heeft dit geen gevolgen op de continuïteit van de overige activiteiten.

Nadat de flowline planning is opgesteld dient deze tijdens de uitvoeringsfase ook bewaakt te worden. Dit gebeurt door dagelijks, of wekelijks, bij te houden welke productie is behaald per locatie. Tijdens deze monitoring worden de volgende onderdelen bijgehouden:

- Werkelijke start
- Werkelijke einddatum of voortgang (hoeveelheden of percentages gereed) per locatie
- Ploeggroottes van de onderaannemers
- Bijkomende taken (indien van toepassing)

In figuur 7 is de bovengenoemde monitoring weergegeven.

Activiteit

Locatie voortgangen: Aanbrengen gipsplaten 1

Actuele datums:

☒ Eenheid gestart: 8-5-2017 Begin werkdag

☐ Eenheid voltooid:

Bewerk voortgangen

<<< Geavanceerd

Werkelijke startdatum

Werkelijke einddatum, indien activiteit gereed

Voortgang, indien activiteit in uitvoering is

1: Acties 2: Middelen 3: Kosten 4: Dagboek

Ploeggroottes onderaannemers

Actie geschiedenis

	Actie	Periode	Uur	Codering	Naam	Actueel	Totaal gepland	Cumulatieve overgebleven r	van volto
+1	Begonne	8-5-2017	Begin werkdag			0 M2		0 M2	0%
+2	Ontwikk	10-5-2017	Einde werkdag			2 M2		2 M2	20%

Bewerk voortgangen

Nieuwe voortgang

Laatste taak verwijderen

Alle voortgangen verwijderen

Opmerking:

Actueel in locatie

Actuele startdatum: 8-5-2017

Actuele einddatum:

Totale actuele hoeveelheid: 2 M2

Doelstelling in locatie

Doelstelling startdatum: 8-5-2017

Doelstelling einddatum: 12-5-2017

Totaal gepland: 10 M2

Taak

Totaal gepland: 40 M2

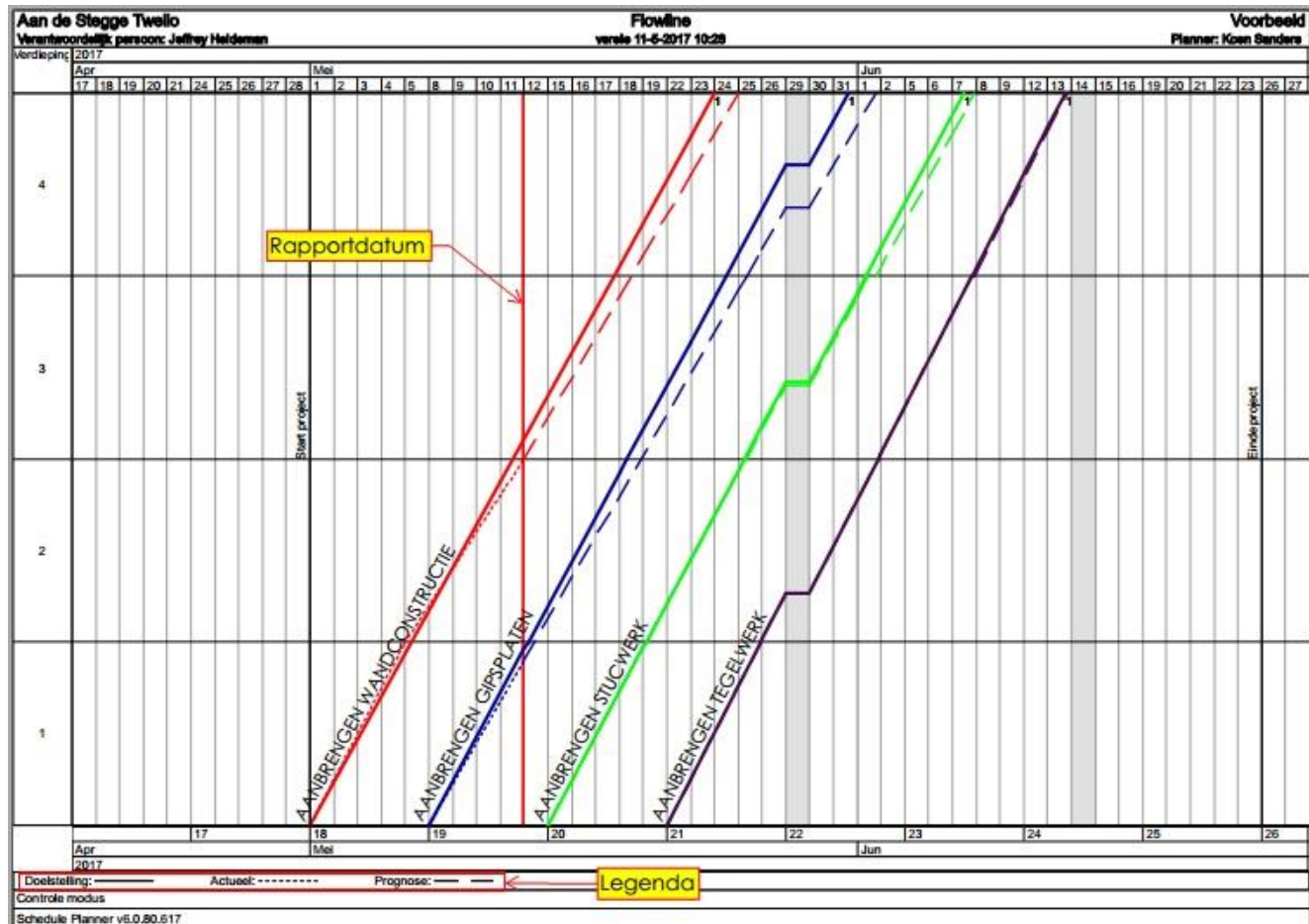
Totale actuele hoeveelheid: 2 M2

Hoeveelheid voltooid: 20.0%

Ok Annuleer

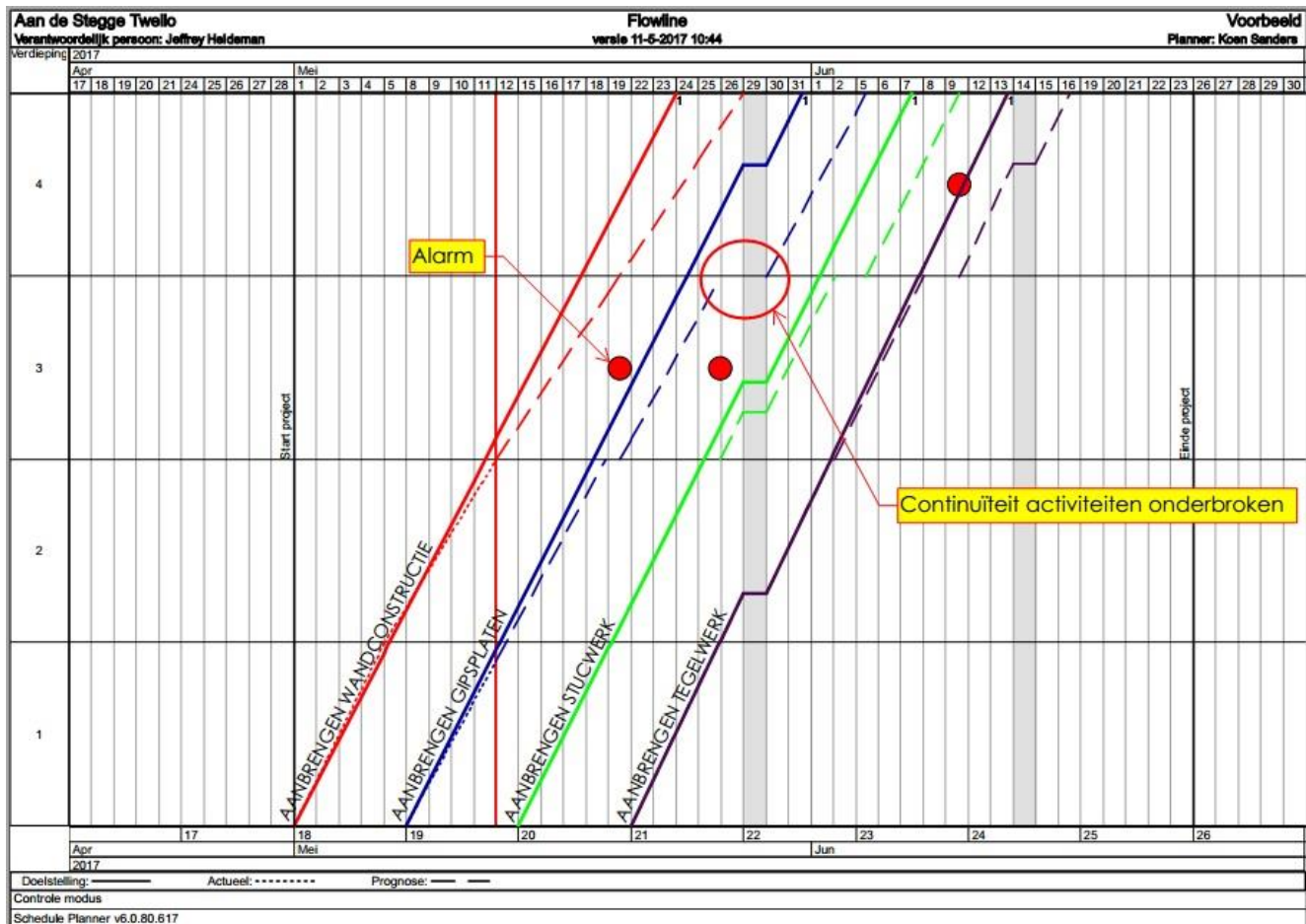
Figuur 7: Een toelichting op de bovengenoemde punten voor de monitoring van een flowline planning.

Na het invoeren van de productie worden de prognoses bepaald door de planningssoftware. De prognoses zijn gebaseerd op de huidige ontwikkelingen, die vertaald zijn naar de toekomst. Bij de prognose wordt ervan uitgegaan dat de behaalde productie constant doorgaat met dezelfde arbeidsproductiviteit, in plaats van de geplande snelheid. De prognose kan beïnvloed worden door acties te ondernemen, hierbij kan gedacht worden aan het verhogen van de arbeidsproductiviteit, overwerken of het aanpassen van ploeggroottes. In figuur 8 is dit nader toegelicht.



Figuur 8: De activiteiten 'aanbrengen wandconstructie' en 'aanbrengen gipsplaten' lopen vertraging op. Dit is gevisualiseerd middels de onderbroken lijn, ofwel prognoselijn. Doordat er buffers zijn ingepland, zoals aangegeven in figuur 5, kunnen deze vertragingen opgevangen worden zonder uitloop van de planning.

Echter kan het ook voorkomen dat er een dussdanige vertraging optreedt waardoor een activiteit invloed heeft op de volgende activiteit. Zodra de vertraging invloed heeft op de continuïteit van de volgende activiteit geeft het programma een alarm af. Alarmen benadrukken deze problemen die op zouden kunnen treden en hebben als doel het vroegtijdig signaleren van deze problemen om zo tijdig actie te kunnen ondernemen. In figuur 9 is hier een voorbeeld van weergegeven.



Figuur 9: De activiteit 'aanbrengen wandconstructie' is drie dagen vertraagd. Hierdoor komt de continuïteit van de volgende activiteiten in gevaar. Hiervoor geeft het programma de alarmen om zo tijdig actie te kunnen ondernemen.

(Lowe, D'Onofrio, Fisk, & Seppänen, 2012, pp. 14 - 15)

3.3 Processchema

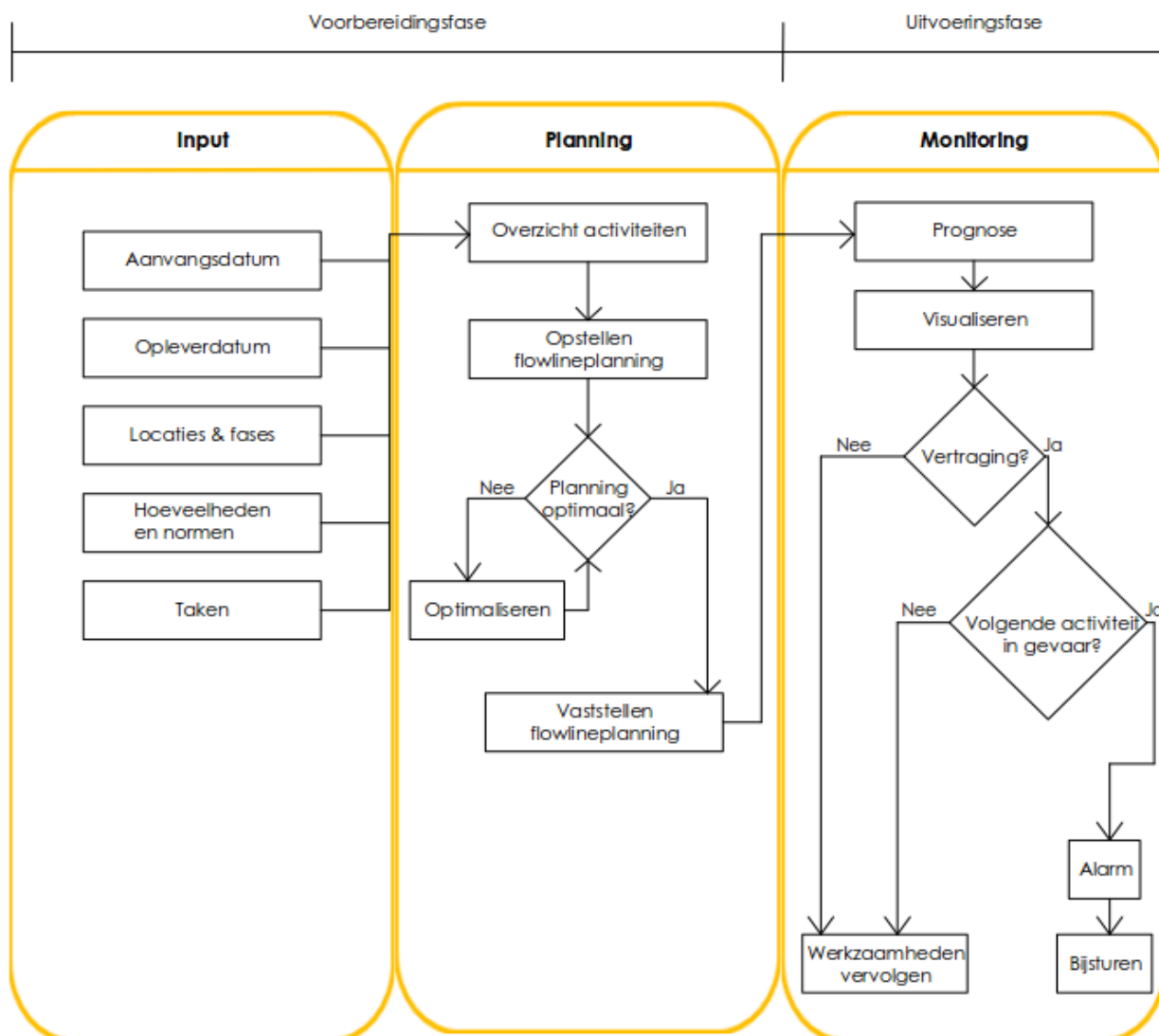
Flowline plannen kent drie processtappen. Twee daarvan zijn voor het opstellen van de planning tijdens de voorbereidingsfase en één stap voor het bewaken van de planning in de uitvoeringsfase. De processtappen luiden als volgt:

1. Input
2. Planning
3. Monitoring

In figuur 10 is het processchema weergegeven voor het opstellen en monitoren van een flowline planning. Deze wordt vervolgens per stap toegelicht.

Voor het onderzoek naar dit processchema zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- (Kenley & Seppänen, 2010)
- (Lowe, D'Onofrio, Fisk, & Seppänen, 2012)
- (Seppänen, 2016)

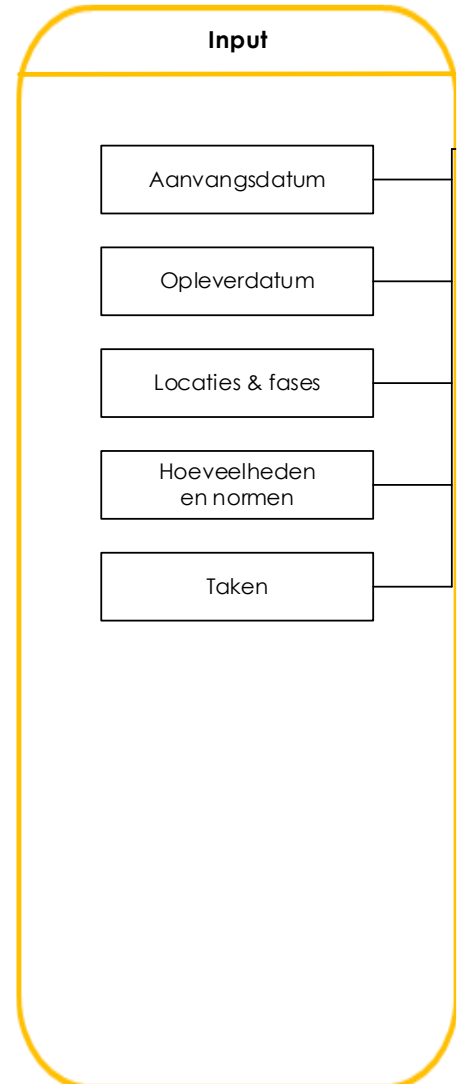


Figuur 10: Processchema voor het opstellen en monitoren van een flowline planning

3.3.1 Input

Voor het opstellen van een flowline planning is de volgende input benodigd:

- Aanvangsdatum van het project
- Opleveringsdatum
 - De opleveringsdatum is de dag dat het project gereed moet zijn voor gebruik. Wanneer er begonnen wordt met het opstellen van een planning zijn de aanvangsdatum en de opleverdatum van groot belang. Tussen deze twee data moet het project gepland worden.
- Location Breakdown Structure (fases en locaties)
 - Location Breakdown Structure is het opsplitsen van het te realiseren project in fases en locaties.
- Hoeveelheden
 - Hoeveelheden per locatie
 - Norm (uren/eenheid)
- Taken
 - Naam van de taak
 - Volgorde van de taken



3.3.2 Planning

De planning wordt opgesteld voor de uitvoering van het project. De flowline planning wordt opgesteld vanuit de input, welke samen de basis vormen voor een overzicht van de activiteiten per locatie en fase. Vanuit deze gegevens kan een flowline planning worden opgesteld en kan deze, indien nodig, verder worden geoptimaliseerd.

Overzicht activiteiten:

Het overzicht van de activiteiten komt voort uit de taken, de hoeveelheden met bijbehorende normen en de locaties & fases.

Opstellen flowline planning:

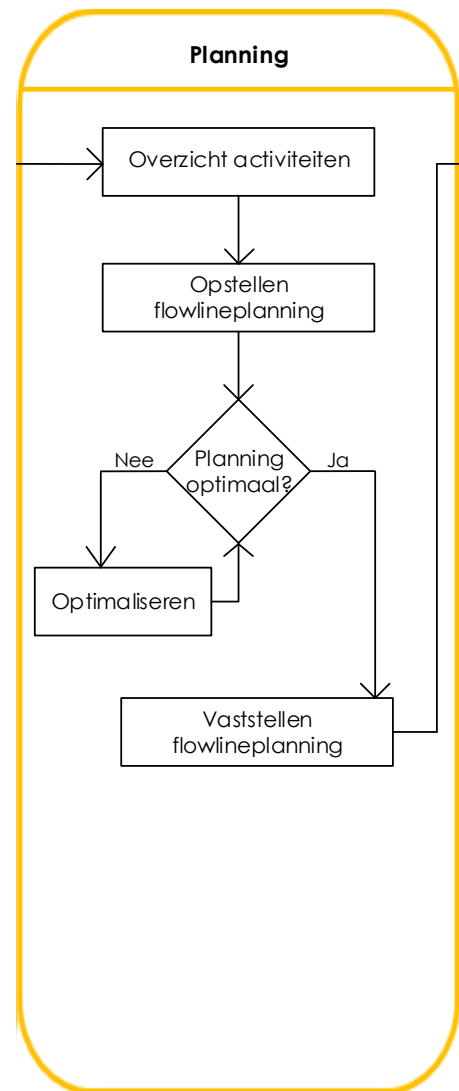
De flowline planning wordt opgesteld aan de hand van bovengenoemd overzicht activiteiten. Dit kan handmatig gevisualiseerd worden of door middel van een softwareprogramma.

Planning optimaal:

Het bestuderen of de planning optimaal is, vindt plaats door het controleren van de continuïteit van de activiteiten, hebben alle activiteiten zoveel mogelijk één dezelfde snelheid? Zijn de gaten weggenomen uit de planning? Zodra dit het geval is kunnen er buffers ingepland worden.

Vaststellen flowline planning:

Indien de planning optimaal is wordt deze vastgesteld en is deze gereed voor de uitvoering.



3.3.3 Monitoring

Prognose:

Op de bouwplaats wordt de actuele productie opgenomen waarna deze in het programma wordt ingevoerd. Hier komt een prognose uit voort.

Visualiseren:

Vanuit de prognose worden de volgende lijnen gevisualiseerd in de planning:

- Planlijn doorgetrokken lijn
- Actuele lijn gestippelde lijn
- Prognoselijn onderbroken lijn

Vertraging:

Doordat de prognose planning constant wordt gevisualiseerd in de huidige planning is in één oogopslag te zien of er vertraging opgelopen wordt.

Volgende activiteit in gevaar:

Doordat een activiteit zoveel vertraging op loopt bestaat de mogelijkheid dat de volgende activiteit in gevaar komt en dus de continuïteit niet gewaarborgd kan worden.

Alarm:

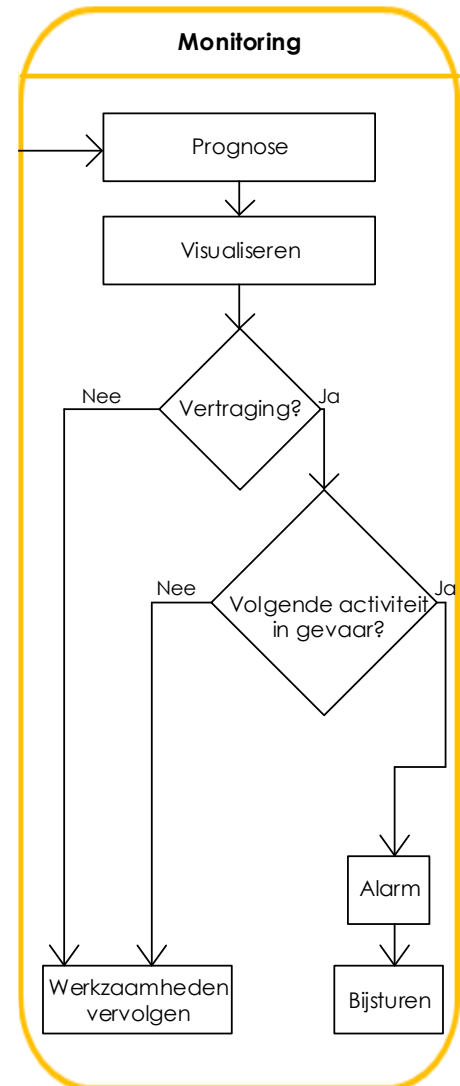
Zodra een volgende activiteit echt in gevaar dreigt te komen gaan er alarmen af in de planning. Deze alarmen gaan 7 dagen voor aanvang van de volgende activiteit af.

Bijsturen:

Doordat de alarmen zo vroeg in de planning worden weergegeven is er genoeg tijd om bij te sturen. De acties die bijvoorbeeld ondernomen kunnen worden zijn het vergrootten van de ploeggroottes of werken in het weekend.

Werkzaamheden vervolgen:

Als daadwerkelijk blijkt dat er geen vertragingen meer op treden of de alarmen verholpen zijn kunnen de werkzaamheden vervolgd worden met dezelfde ploeggroottes.



4 Flowline plannen in de praktijk

In dit hoofdstuk wordt de praktische uitwerking van flowline plannen beschreven. De afstudeergroep heeft een drietal plannen, welke zijn opgesteld voor het project parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist, bestudeerd en vertaald naar flowline plannen. Aan de hand hiervan wordt een vergelijk opgesteld tussen de oorspronkelijke plannen en de flowline plannen waaruit zal blijken of flowline plannen wel of niet kan bijdragen aan doorlooptijdverkorting. Er is gekozen om drie plannen te vertalen naar flowline plannen om ervoor te zorgen dat er met meerdere plannen aangetoond kan worden of flowline plannen bij kan dragen aan doorlooptijdverkorting.

De oorspronkelijke plannen voor het project parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist zijn weergegeven in bijlage E. Het gaat hierbij om de volgende plannen:

- Detailplanning door Ruben Kamphuis aan de hand van ervaringen uit eerdere projecten
- Lean planning met de onderaannemers
- Detailplanning aan de hand van het manurenboek door Jeffrey Heideman en Koen Sanders

Aan de hand van bovengenoemde plannen zijn flowline plannen opgesteld. De uitwerking hiervan is weergegeven in bijlage F.

Zoals te zien is op bladzijde 24 van bijlage F is een flowline planning met alle activiteiten niet leesbaar. Hierom zijn er deelplannen opgesteld, zie hiervoor bladzijde 26 van bijlage F.

In paragraaf 4.1 t/m 4.3 wordt de deelplanning fundering uitgebreid toegelicht. Er is gekozen om alleen deze deelplanning uitgebreid toe te lichten omdat alle facetten van flowline plannen hierin terugkomen en het principe van flowline plannen goed toegelicht kan worden. Ook wordt in deze paragrafen de doorlooptijd vergeleken van zowel de overall planning als de deelplannen.

4.1 Balkenplanning Ruben Kamphuis

4.1.1 Balkenplanning omzetten naar flowline planning

Aan de hand van de balkenplanning van Ruben Kamphuis is er een flowline planning opgesteld. Om een goed vergelijk te kunnen maken is het van belang dat alle gegevens exact hetzelfde worden overgenomen. Allereerst worden alle taken uit de balkenplanning overgenomen en ingevoerd in de flowline planningssoftware. In dit programma stel je eveneens een traditionele balkenplanning op. Vervolgens worden de taken opgesplitst per fase en locatie, op precies dezelfde manier als gebeurd is in de balkenplanning van Ruben Kamphuis.

Wanneer alle taken ingevoerd en opgesplitst zijn dienen de hoeveelheden per locatie ingevoerd te worden. Normaliter dient er per taak ook een norm ingevoerd te worden, maar omdat er in de balkenplanning van Ruben Kamphuis alleen start en einddatum per taak gegeven zijn diende de norm achteraf berekend te worden. De norm is te berekenen aan de hand van de hoeveelheden en ingeplande tijdsduur per activiteit. De formule die daarvoor gebruikt is luidt als volgt:

$$\text{Norm} = 1 / (\text{totale hoeveelheid} / \text{tijdsduur in uren})$$

Zodra bovengenoemde gegevens zijn ingevoerd staat er een balkenplanning in het planningsprogramma welke qua data exact hetzelfde is als de balkenplanning van Ruben Kamphuis. Deze planning is te vinden op bladzijde 22 van bijlage F.

Nadat de balkenplanning gereed is kan er met één druk op de knop een flowline planning in beeld gebracht worden. Zoals eerder genoemd is deze niet leesbaar en zijn er daarom deelplanningen opgesteld.

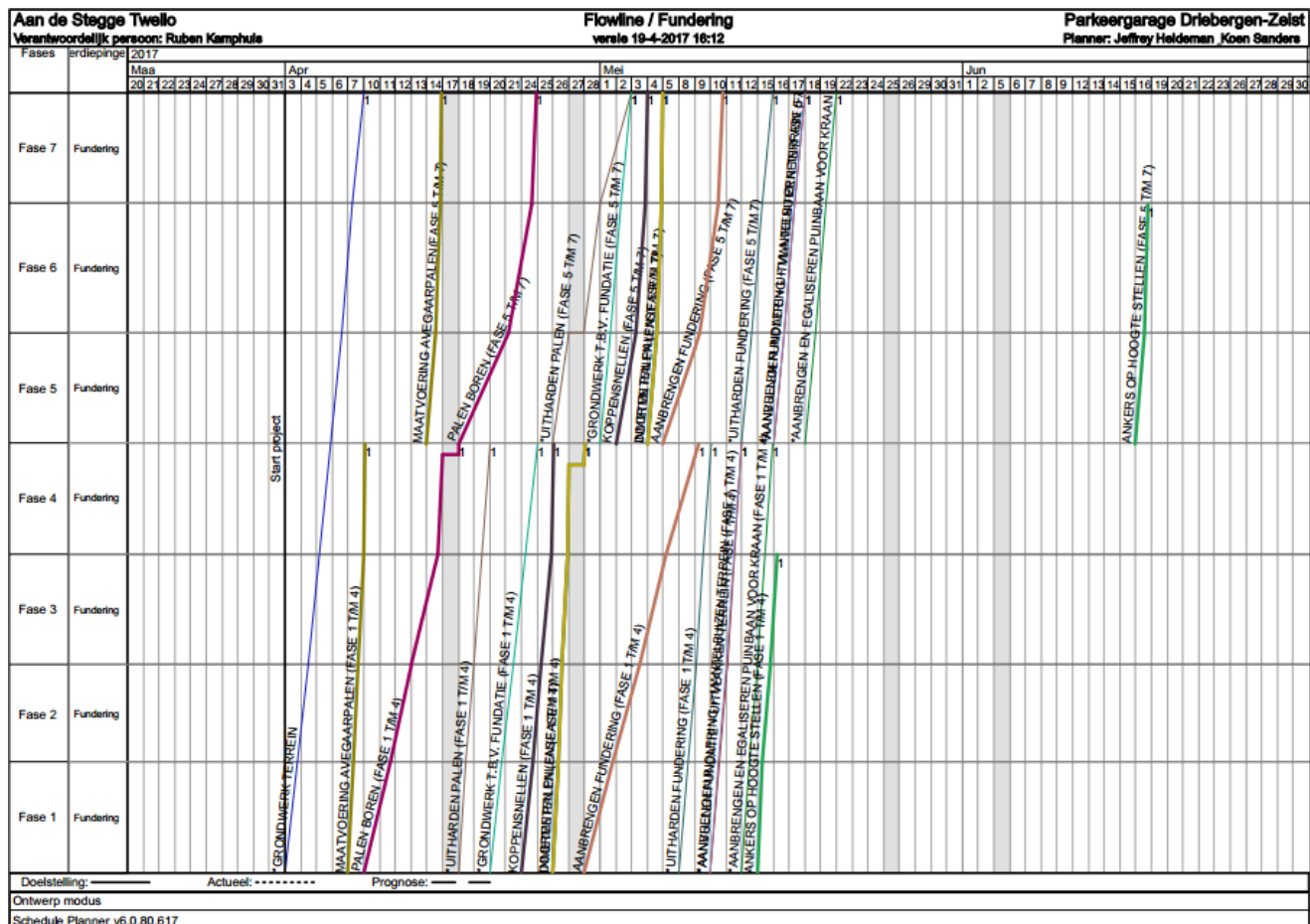
De volgende deelplanningen zijn opgesteld:

- Fundering
- Ruwbouw
- Hoofdatrappenhuis
- Gevel
- Dak
- Afbouw

Hieronder volgt een uitgebreide toelichting op de deelplanning fundering.

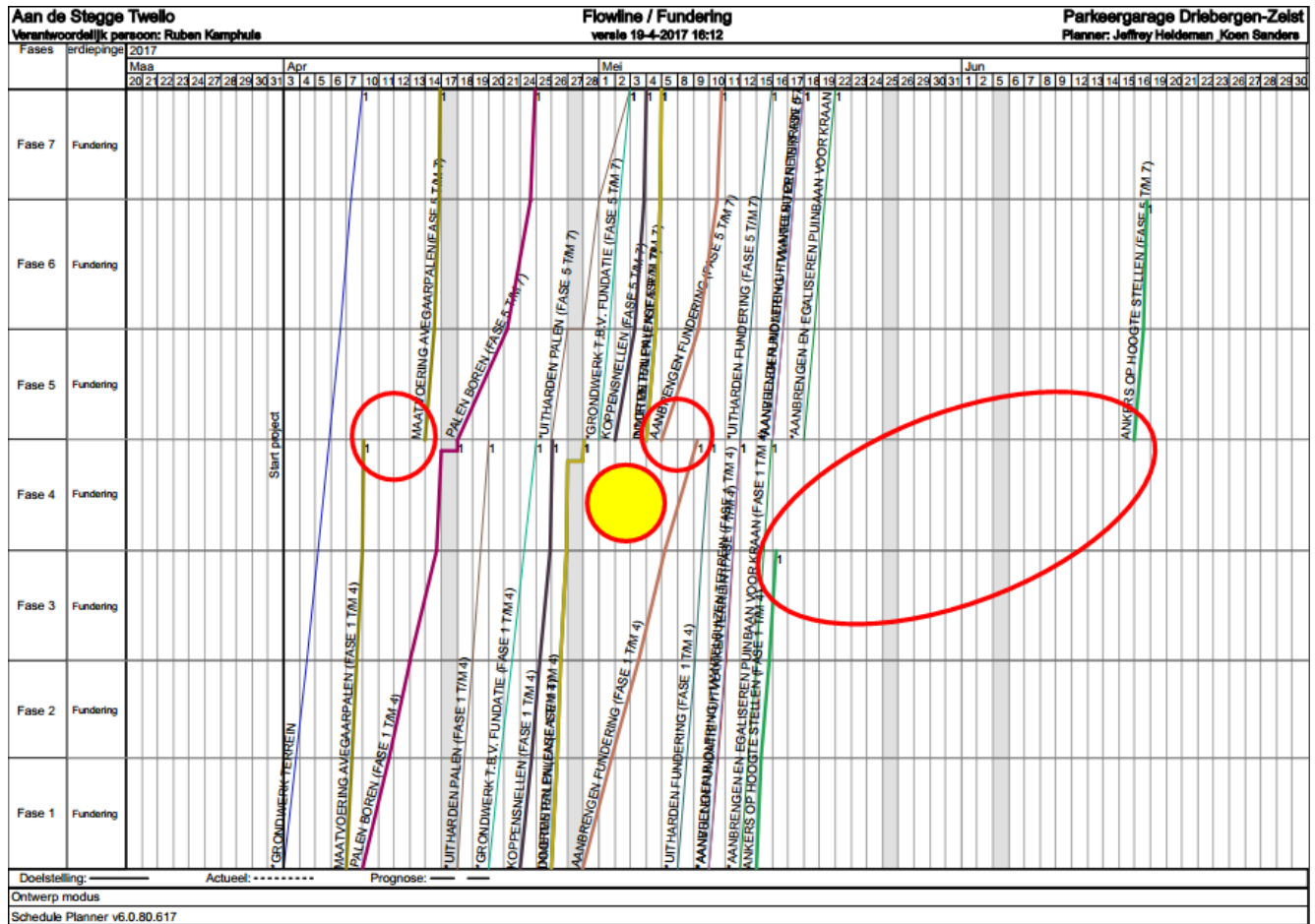
4.1.2 Deelplanning funding

In figuur 11 is de flowline deelplanning fundering weergegeven met de gegevens exact hetzelfde als in de balkenplanning van Ruben Kamphuis.



Figuur 11: Flowline deelplanning fundering

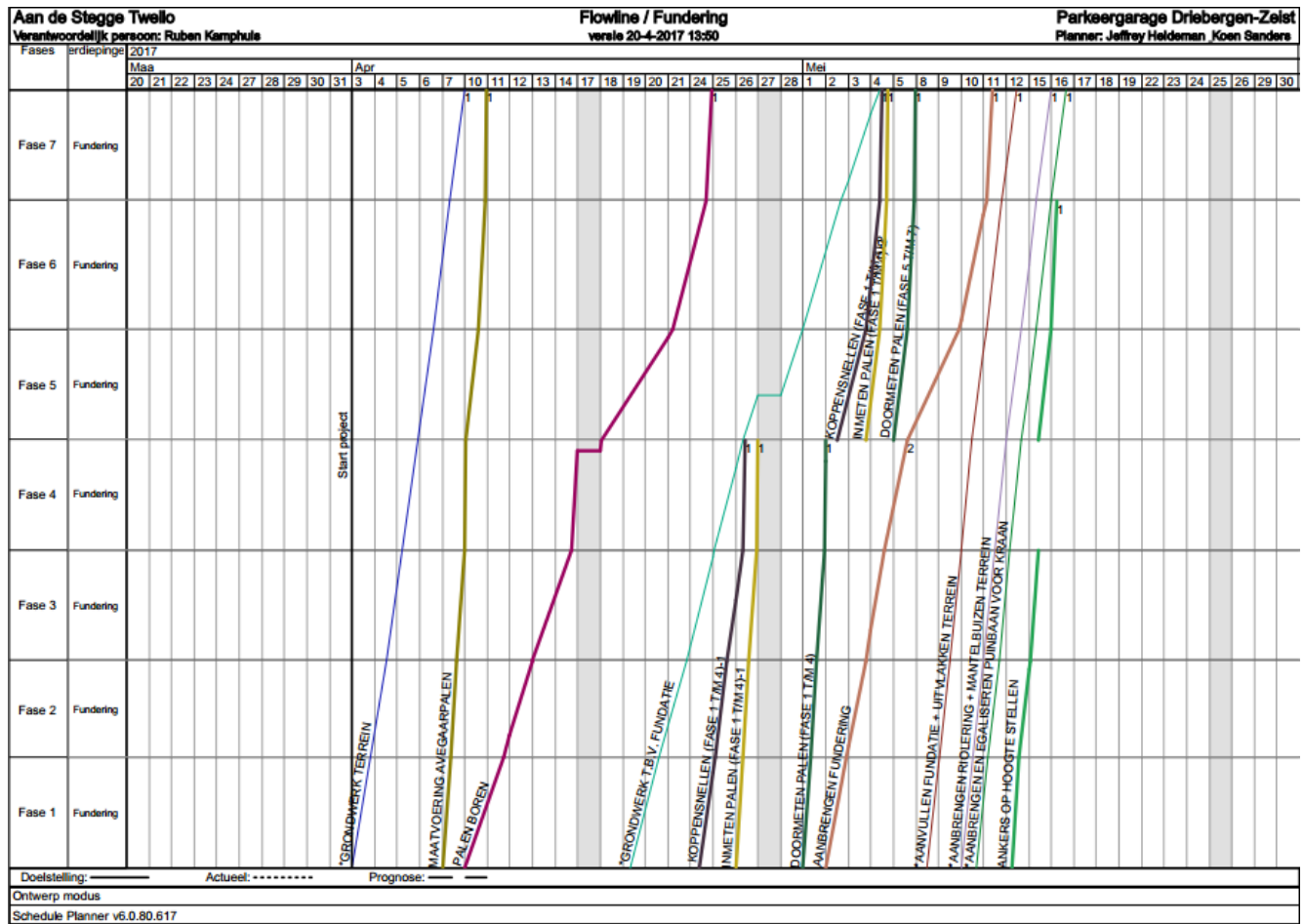
Tijdens het bestuderen van figuur 11 heeft de afstudeergroep mogelijkheden tot optimalisatie ontdekt. Deze zijn weergegeven in figuur 12, de bijbehorende legenda is te vinden op bladzijde 54 van de scriptie.



Figuur 12: Flowline deelplanning fundering met mogelijkheden tot optimalisatie

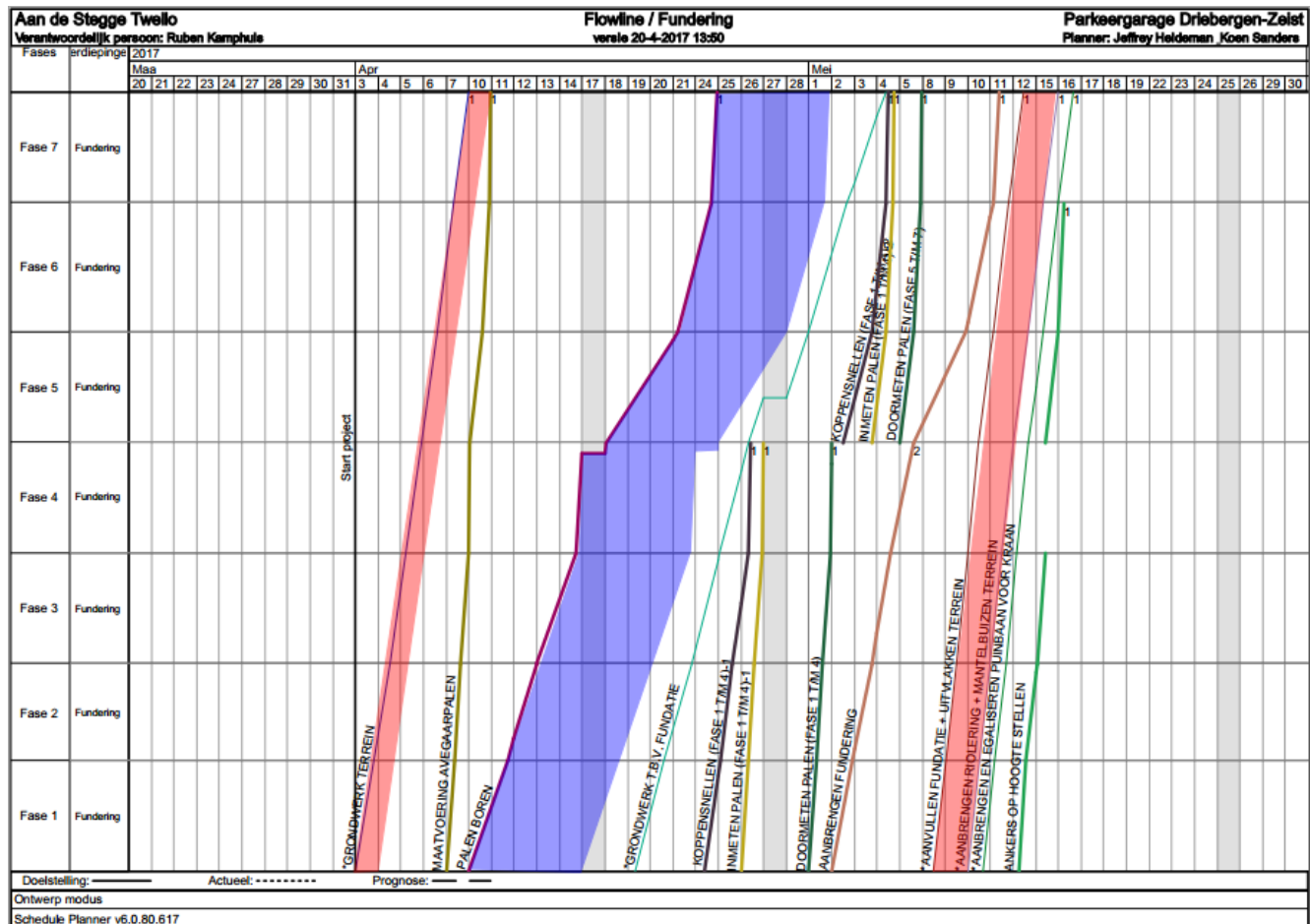
De volgende wijzigingen zijn aangebracht in de planning waardoor deze is geoptimaliseerd zoals in figuur 13 weergegeven:

- Ploeg extra voor 'aanbrengen fundering';
- Activiteiten 'uitharden palen' en 'uitharden fundering' verwijderd in verband met leesbaarheid en vervangen door een uithardingstijd van vijf dagen per activiteit;
- Buffers ingepland (ter bevinding van verschil in productiesnelheden);
- Activiteiten 'maatvoering avegaarpalen' en 'ankers op hoogte stellen' continue door laten lopen.



Figuur 13: Flowline deelplanning fundering geoptimaliseerd

In bovenstaande deelplanning zijn buffers ingepland om verschil in productiesnelheid op te vangen en voor de uithardingstijd van beton. In figuur 14 zijn de buffers gevisualiseerd door middel van een rode arcering voor verschil in productiesnelheden en de vertraging voor de uithardingstijd van beton door middel van de blauwe arcering.



Figuur 14: Buffers in flowline deelplanning fundering

De overige deelplanningen zijn ook geoptimaliseerd volgens bovengenoemde stappen. Hieruit komt een geoptimaliseerde flowline planning voort welke met één druk op de knop is om te zetten naar een balkenplanning, zie hiervoor bladzijde 49 van bijlage F.

4.1.3 Doorlooptijd

In onderstaande tabel is het doorlooptijdvergelijk te vinden tussen de geoptimaliseerde flowline planning en de balkenplanning van Ruben Kamphuis. Het gaat hierbij om de totale doorlooptijd vanaf start bouw tot einddatum laatste activiteit.

	Doorlooptijd balkenplanning	Doorlooptijd geoptimaliseerde flowline planning	Doorlooptijd-verkorting in dagen	Doorlooptijd-verkorting in %
Balkenplanning Ruben Kamphuis	117 dagen	108 dagen	9 dagen	7,7%

Bovenstaande doorlooptijdsverkorting is behaald door een aantal wijzigingen in de planning, namelijk;

- Extra ploeg ingezet voor 'aanbrengen fundering', 'aanbrengen van de binnenwanden', 'houten gevelelementen + U-profiel' en 'PV-panelen';
- Optimaliseren van processen.

Ook de deelplanningen zijn vergeleken om te bepalen in welke fase de meeste doorlooptijdverkorting gerealiseerd is.

	Doorlooptijd balkenplanning	Doorlooptijd geoptimaliseerde flowline planning	Doorlooptijd-verkorting in dagen	Doorlooptijd-verkorting in %
Fundering	33 dagen	30 dagen	3 dagen	9,1%
Ruwbouw	54 dagen	51 dagen	3 dagen	5,6%
Hoofdtrappenhuis	71 dagen	66 dagen	5 dagen	7,0%
Gevel	53 dagen	52 dagen	1 dag	1,9%
Dak	75 dagen	74 dagen	1 dag	1,3%
Afbouw	82 dagen	79 dagen	3 dagen	3,7%

Overall gezien is er een doorlooptijdverkorting behaald van 7,7%. Dit komt voort uit het optimaliseren van de processen en vergroten van het aantal ploegen voor vier activiteiten. Binnen de deelplanningen is te zien dat er voornamelijk in de fundering en hoofdtrappenhuis grote winst behaald is.

4.2 Lean planning

4.2.1 Balkenplanning omzetten naar flowline planning

Aan de hand van de lean planning, welke te vinden is op bladzijde 9 van bijlage E, is er een flowline planning opgesteld. Ook hier is het van belang dat alle gegevens exact hetzelfde worden overgenomen om zo tot een gedegen vergelijking te komen.

Zodra alle taken ingevoerd zijn in het flowline planningsprogramma kunnen de hoeveelheden per locatie en de norm van de werkzaamheden ingevoerd worden. Tijdens de lean planksessie zijn de normen voor de werkzaamheden van de aanwezige onderaannemers opgevraagd. Deze normen zijn ook gebruikt bij het opstellen van de flowline planning.

Nadat alle hoeveelheden en normen zijn ingevoerd in het flowline planningsprogramma staat er een tijdsduur per activiteit. Deze tijdsduur komt niet overeen met de ingeplande tijdsduur in de lean planning.

De oorzaak van het "probleem" is als volgt te herkennen:

Voor de activiteit 'buitenwanden monteren' heeft de onderaannemer een norm gegeven van 0,25 uur / m², zie figuur 15.

Codering	Onderdeel	Normering	Personen
32	Buitenwanden monteren	0.25	260 M2

Figuur 15: Normering 'buitenwanden monteren'

Met onderstaande formule betekent dit het volgende:

Aantal dagen = (totale hoeveelheid / ((1 uur/norm)*tijdsduur werkdag))

Aantal dagen = (260/((1/0,25)*8))

Aantal dagen = 8,1 dag

In de lean planning wordt een tijdsduur van negen dagen gegeven voor het monteren van de buitenwanden. Dit betekent dat de onderaannemer voor zichzelf één dag buffer inpland. Deze 'fout' wordt in het flowline planningsprogramma als volgt weergegeven, zie figuur 16.

Locatie	Productiefactor	Start	Looptijd (Diensten)	Eindtijd	Werkgroep aantal
Fase 2->Begane grond	0.89	29-6-2017	1.8	30-6-2017	1
Fase 2->1e verdieping	0.89	30-6-2017	1.5	4-7-2017	1
Fase 2->2e verdieping	0.89	4-7-2017	1.5	5-7-2017	1
Fase 2->3e verdieping	0.89	5-7-2017	1.5	7-7-2017	1
Fase 2->4e verdieping	0.89	7-7-2017	1.5	10-7-2017	1
Fase 2->5e verdieping	0.89	10-7-2017	1.5	12-7-2017	1

Figuur 16: Productiefactoren 'buitenwanden monteren'

Normaliter staat de productiefactor op 1.00. Indien deze factor lager is betekend dit dat de activiteit langer duurt. Indien de factor hoger dan 1.00 is wordt de activiteit sneller uitgevoerd. Dit is te controleren met de formule die op de volgende bladzijde staat aangegeven.

$$\text{Tijdsduur activiteit} = (\text{hoeveelheid} / (\text{productiefactor} * \text{norm}))$$

Doordat de productiefactor beneden 1.00 is, is de tijdsduur van de activiteit langer geworden en is daarmee door de onderaannemer een buffer ingepland.

De begindatum van de activiteiten kan ingevoerd worden zodra de tijdsduur van de activiteit exact hetzelfde is als in de lean planning. Op het moment dat dit gereed is staat de lean planning in het flowline planningsprogramma als een balkenplanning, welke te vinden is op bladzijde 53 van bijlage F.

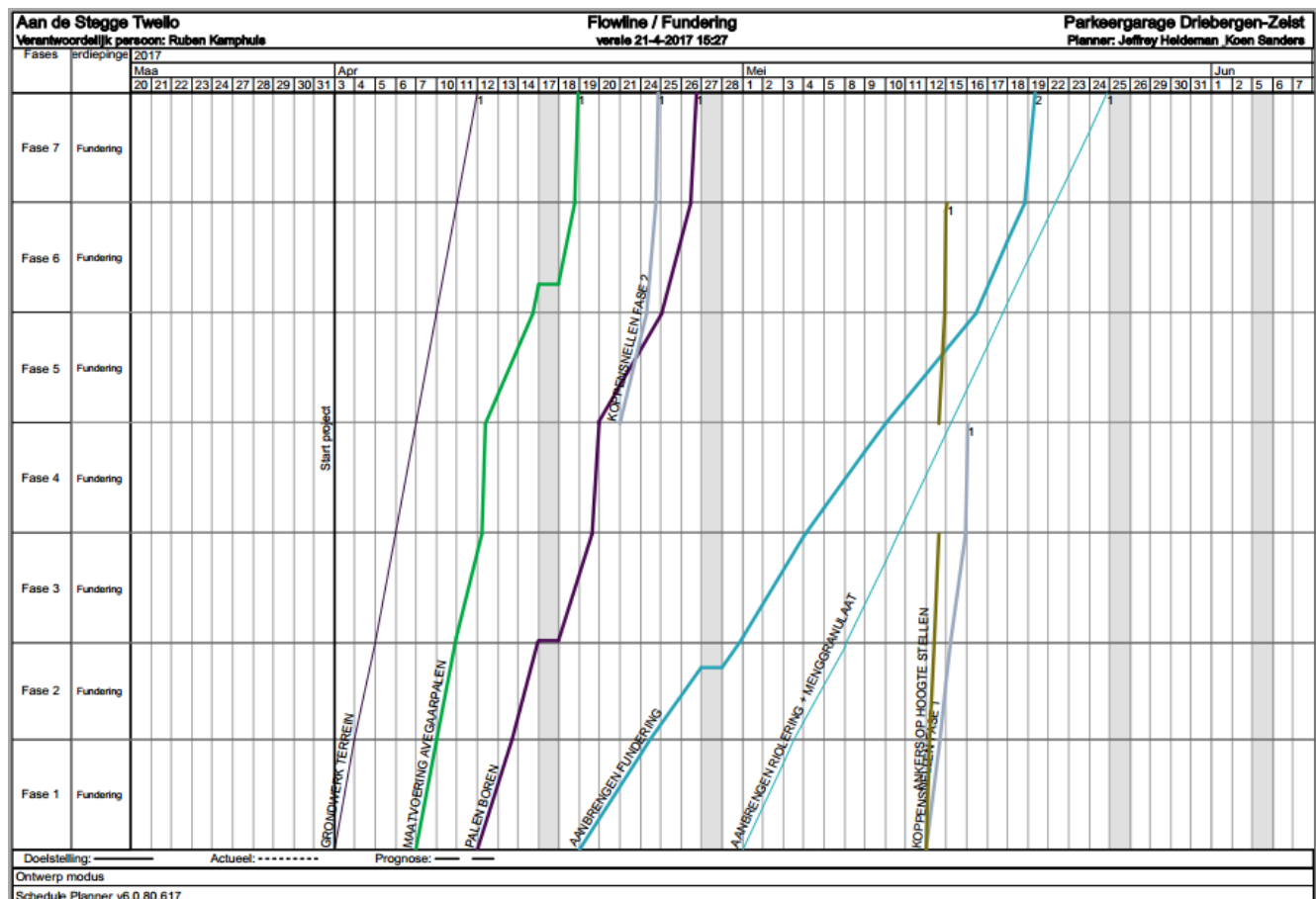
Nadat deze planning gereed is kan er met één druk op de knop een flowline planning in beeld gebracht worden met bijbehorende deelplanningen. De volgende deelplanning zijn opgesteld:

- Fundering
- Ruwbouw
- Hoofdrappenhuis
- Gevel
- Dak

Hieronder volgt een uitgebreide toelichting op de deelplanning fundering.

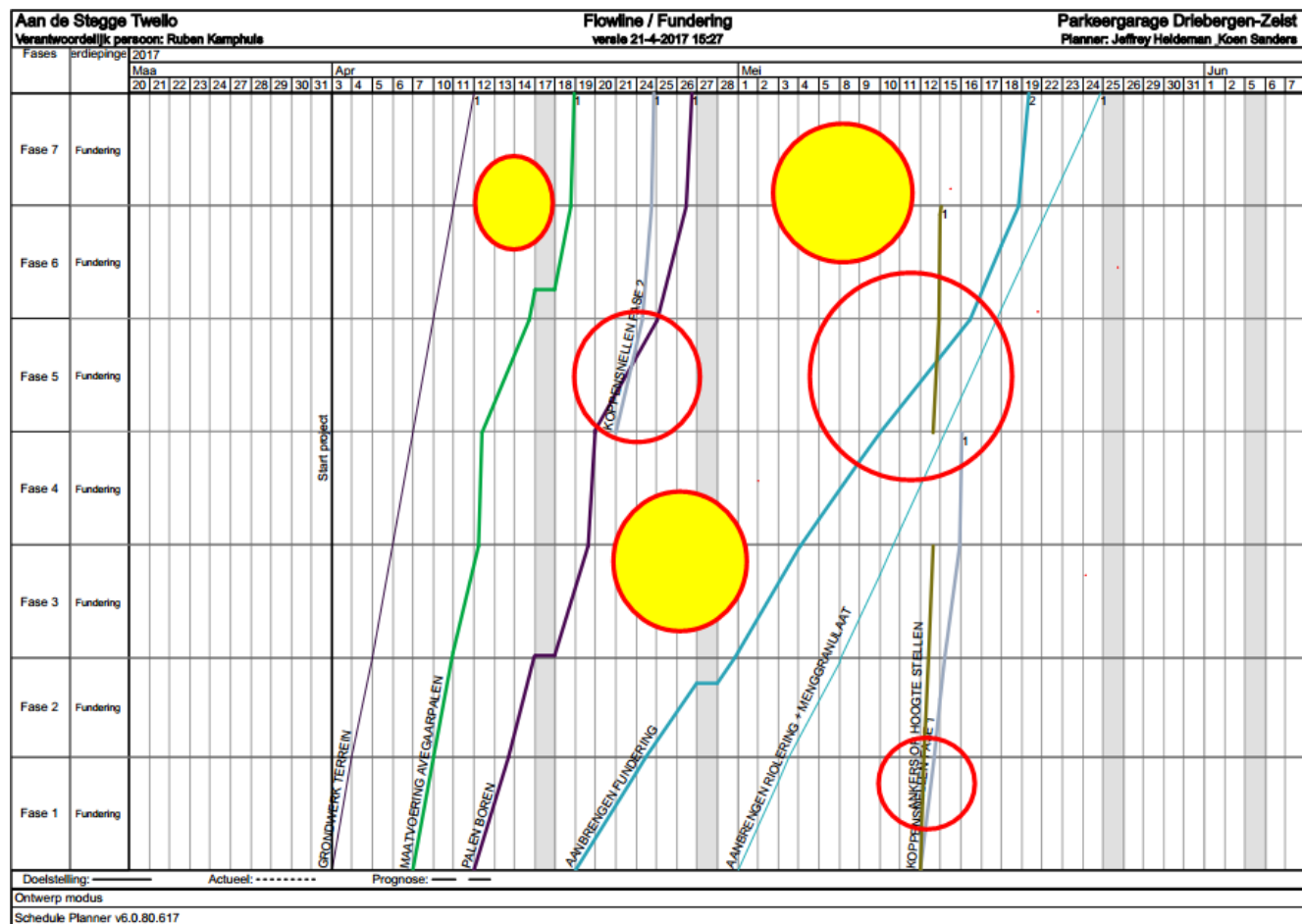
4.2.2 Deelplanning fundering

In figuur 17 is de flowline deelplanning fundering weergegeven met de gegevens exact hetzelfde als in de lean planning.



Figuur 17: Flowline deelplanning fundering

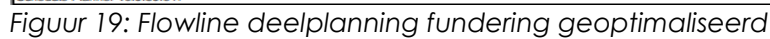
Tijdens het bestuderen van figuur 17 heeft de afstudeergroep mogelijkheden tot optimalisatie ontdekt. Deze zijn weergegeven in figuur 18, de bijbehorende legenda is te vinden op bladzijde 54 van de scriptie.



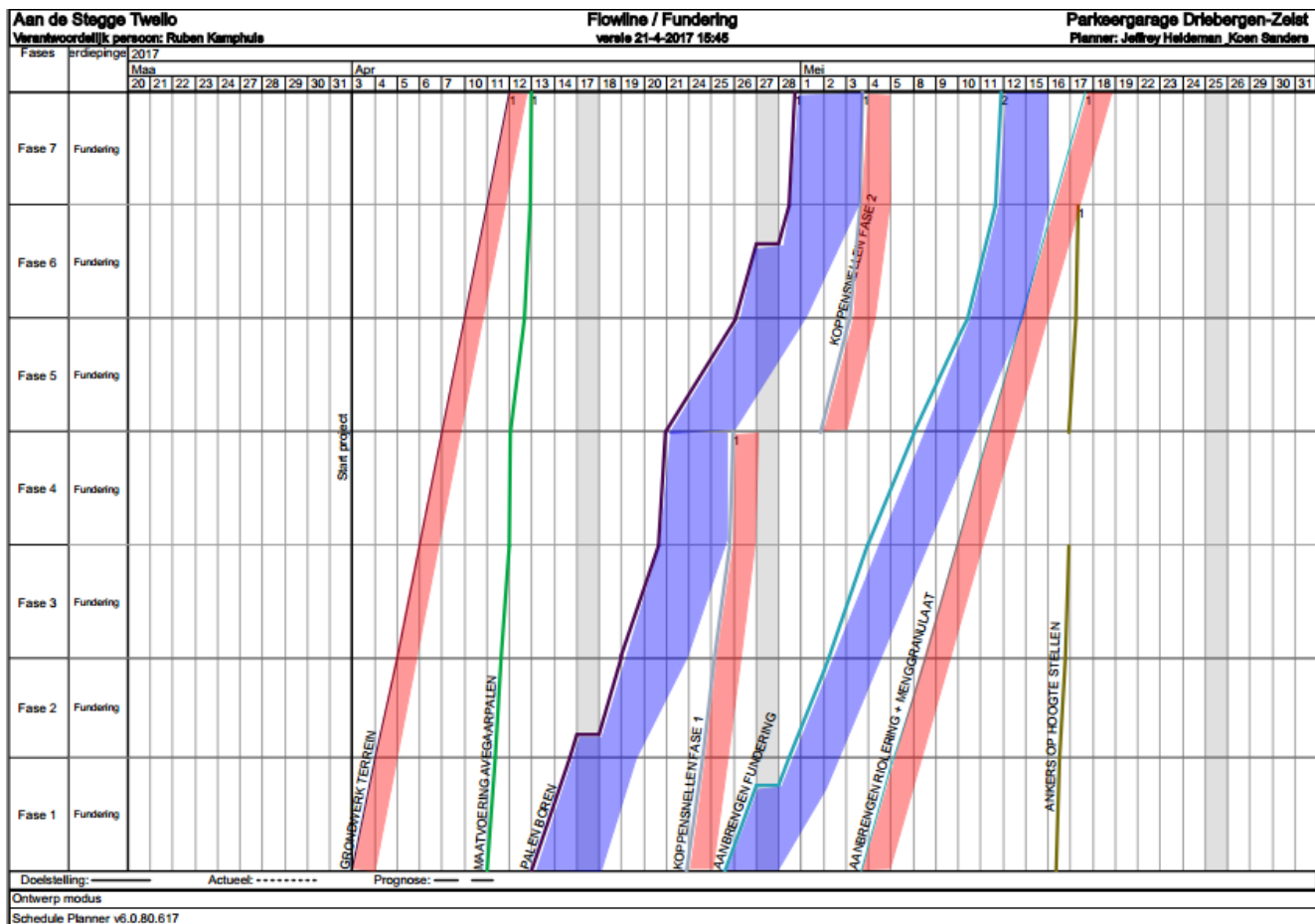
Figuur 18: Flowline deelplanning fundering met mogelijkheden tot optimalisatie

De volgende wijzigingen zijn aangebracht in de planning waardoor deze is geoptimaliseerd zoals in figuur 19 weergegeven:

- Productiefactoren op 1.00 gezet;
- 'Maatvoering avegaarpalen' continue door laten lopen;
- Vertraging ingepland van vijf dagen tussen 'palen boren' en 'koppensnellen' in verband met het uitharden van het beton;
- 'Koppensnellen' is naar voren gehaald;
- Er is één ploeg extra ingezet voor 'aanbrengen fundering';
- Buffers ingepland (ter bevinding van verschil in productiesnelheden).



Auteurs: J. Heideman & K. Sanders



Figuur 20: Buffers in flowline deelplanning fundering

De overige deelplanningen zijn ook geoptimaliseerd volgens bovengenoemde stappen. Hieruit komt een geoptimaliseerde flowline planning voort welke ook omgezet kan worden naar een balkenplanning, zie hiervoor bladzijde 75 van bijlage F.

4.2.3 Doorlooptijd

In onderstaande tabel is het vergelijk te vinden tussen de geoptimaliseerde flowline planning en de balkenplanning aan de hand van de lean planning. Het gaat hierbij om de totale doorlooptijd vanaf start bouw tot einddatum laatste activiteit.

	Doorlooptijd lean planning	Doorlooptijd geoptimaliseerde flowline planning	Doorlooptijd-verkorting in dagen	Doorlooptijdver-korting in %
Balkenplanning lean planning	117 dagen	89 dagen	28 dagen	23,9%

Bovenstaande doorlooptijdverkorting is behaald door een aantal wijzigingen in de planning, namelijk;

- Extra ploeg ingezet voor 'aanbrengen fundering', 'vliesgevels monteren' en 'monteren schanskorven';
- Productiefactoren op 1.00 gezet;
- Optimalisatie van de processen.

Ook voor deze planning zijn de deelplanningen vergeleken.

	Doorlooptijd lean planning	Doorlooptijd geoptimaliseerde flowline planning	Doorlooptijd-verkorting in dagen	Doorlooptijd-verkorting in %
Fundering	36 dagen	31 dagen	5 dagen	13,9%
Ruwbouw	58 dagen	42 dagen	16 dagen	27,6%
Hoofdtrappenhuis	40 dagen	47 dagen	-7 dagen	0,0 % ¹
Gevel	68 dagen	55 dagen	12 dagen	19,1%
Dak	45 dagen	21 dagen	24 dagen	53,3% ²

Overall gezien is er een doorlooptijdverkorting behaald van 23,9%. Dit komt voort uit het optimaliseren van de processen en het vergroten van een aantal ploegen. Ook zijn de buffers die de onderaannemers zelf hebben ingebouwd uit de planning gehaald door de productiefactoren op 1.00 te zetten. Binnen de deelplanningen is te zien dat het dak sneller is uitgevoerd, wat komt doordat deze nu al voor de bouwvakvakantie gereed is. Ook is in de overige deelplanningen een grote doorlooptijdverkorting te zien, behalve in het hoofdtrappenhuis.

¹ Deze deelplanning is vertraagd, dit komt door het juist plannen van activiteiten en deze niet dwars door elkaar laten lopen.

² Let wel: in de oorspronkelijke lean planning zijn er drie weken vrij gepland vanwege de bouwvakvakantie. Nu is de dakdekker al gereed voor de vakantie, hierdoor de grote doorlooptijdverkorting.

4.3 Balkenplanning manurenboek

4.3.1 Balkenplanning manurenboek omzetten naar flowline planning

Aan de hand van de taken, hoeveelheden en locaties uit de balkenplanning van Ruben Kamphuis en de normen uit het manurenboek is er een balkenplanning opgesteld in het flowline planningsprogramma. Deze balkenplanning is terug te vinden op bladzijde 77 van bijlage F.

De normen zijn afkomstig uit het manurenboek, tenzij deze niet stroken met de werkelijkheid. In dat geval worden de normen aangepast aan de werkelijkheid. De complete bronvermelding hiervan is te vinden op bladzijde 79 van bijlage F.

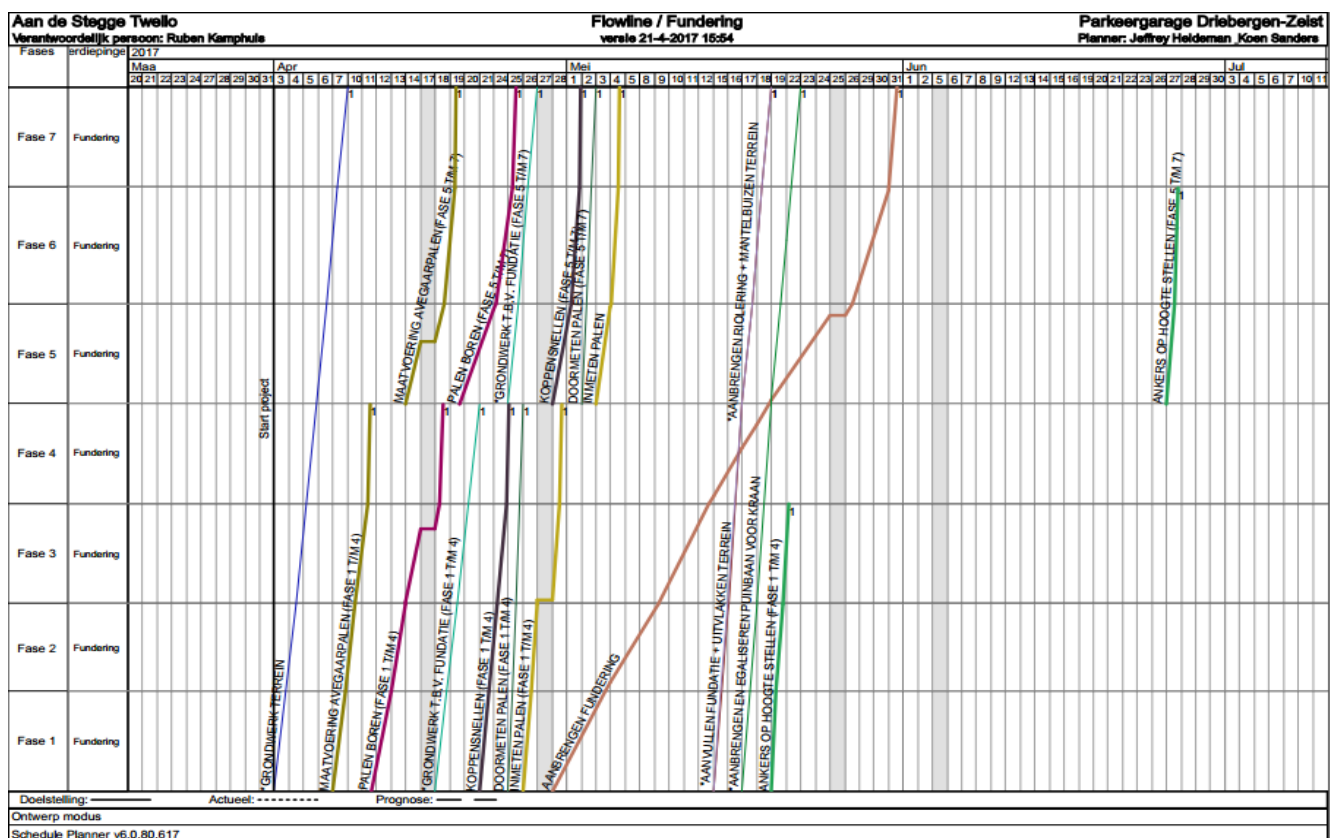
Vanuit deze planning wordt er met één druk op de knop een flowline planning in beeld gebracht. Ook bij deze flowline planning horen deelplanningen. De volgende deelplanningen zijn opgesteld:

- Fundering
- Ruwbouw
- Hoofdrappenhuis
- Gevel
- Dak

Hieronder volgt een uitgebreide toelichting op de deelplanning fundering.

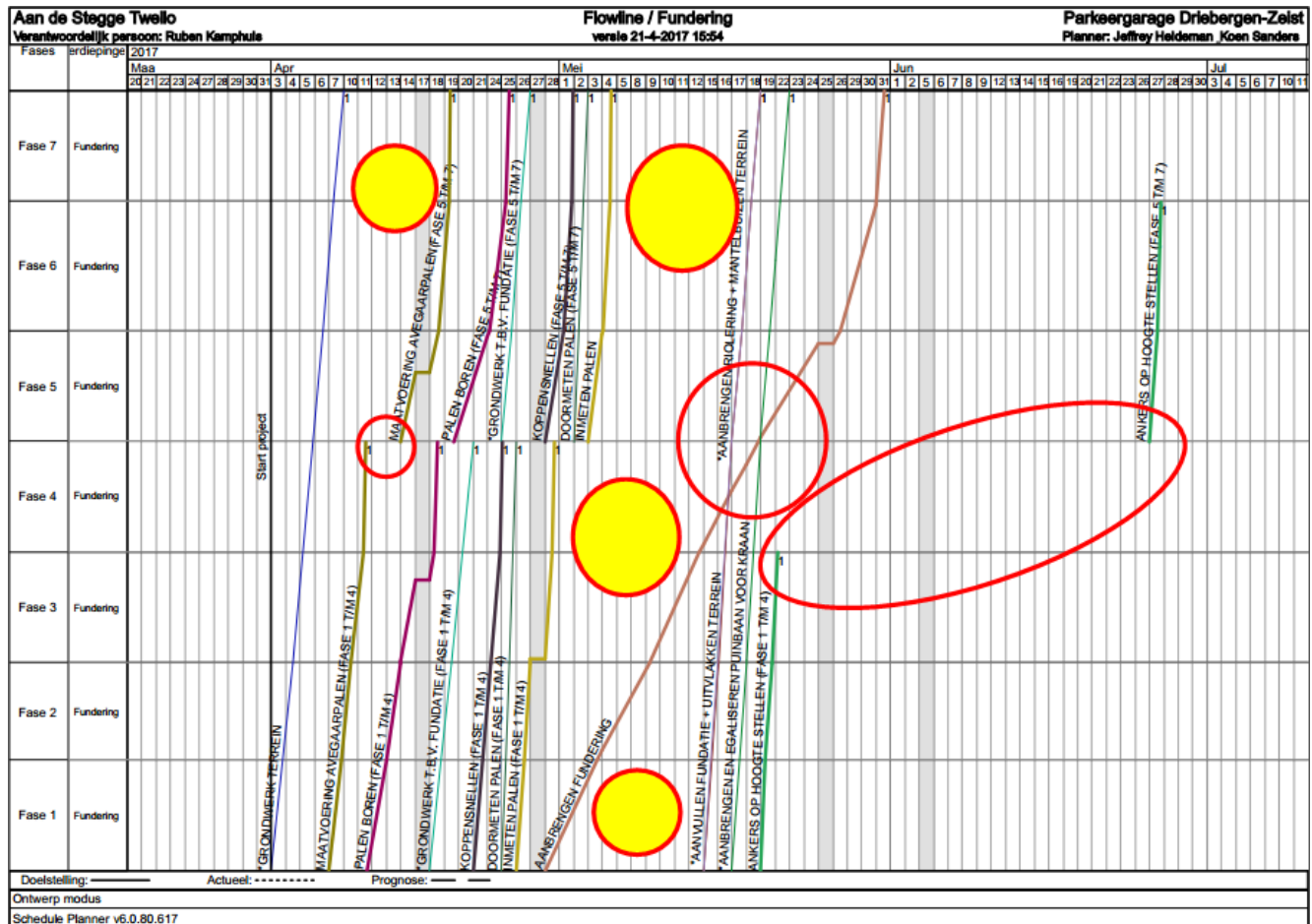
4.3.2 Deelplanning fundering

In figuur 21 is de flowline deelplanning fundering weergegeven met de gegevens exact hetzelfde als in de balkenplanning.



Figuur 21: Flowline deelplanning fundering

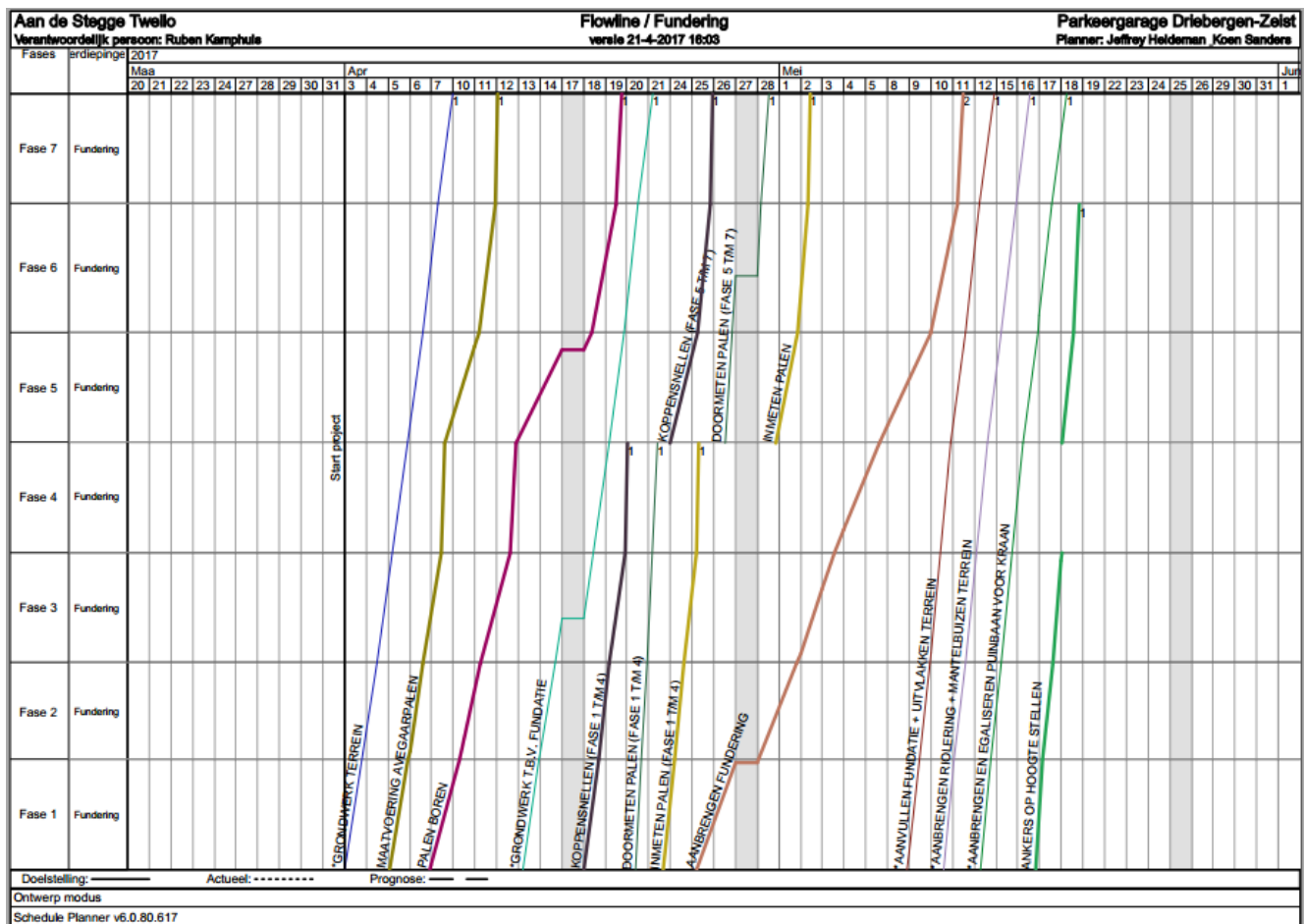
Tijdens het bestuderen van figuur 21 heeft de afstudeergroep mogelijkheden tot optimalisatie ontdekt. Deze zijn weergegeven in figuur 22, de bijbehorende legenda is te vinden op bladzijde 54 van de scriptie.



Figuur 22: Flowline deelplanning met mogelijkheden tot optimalisatie

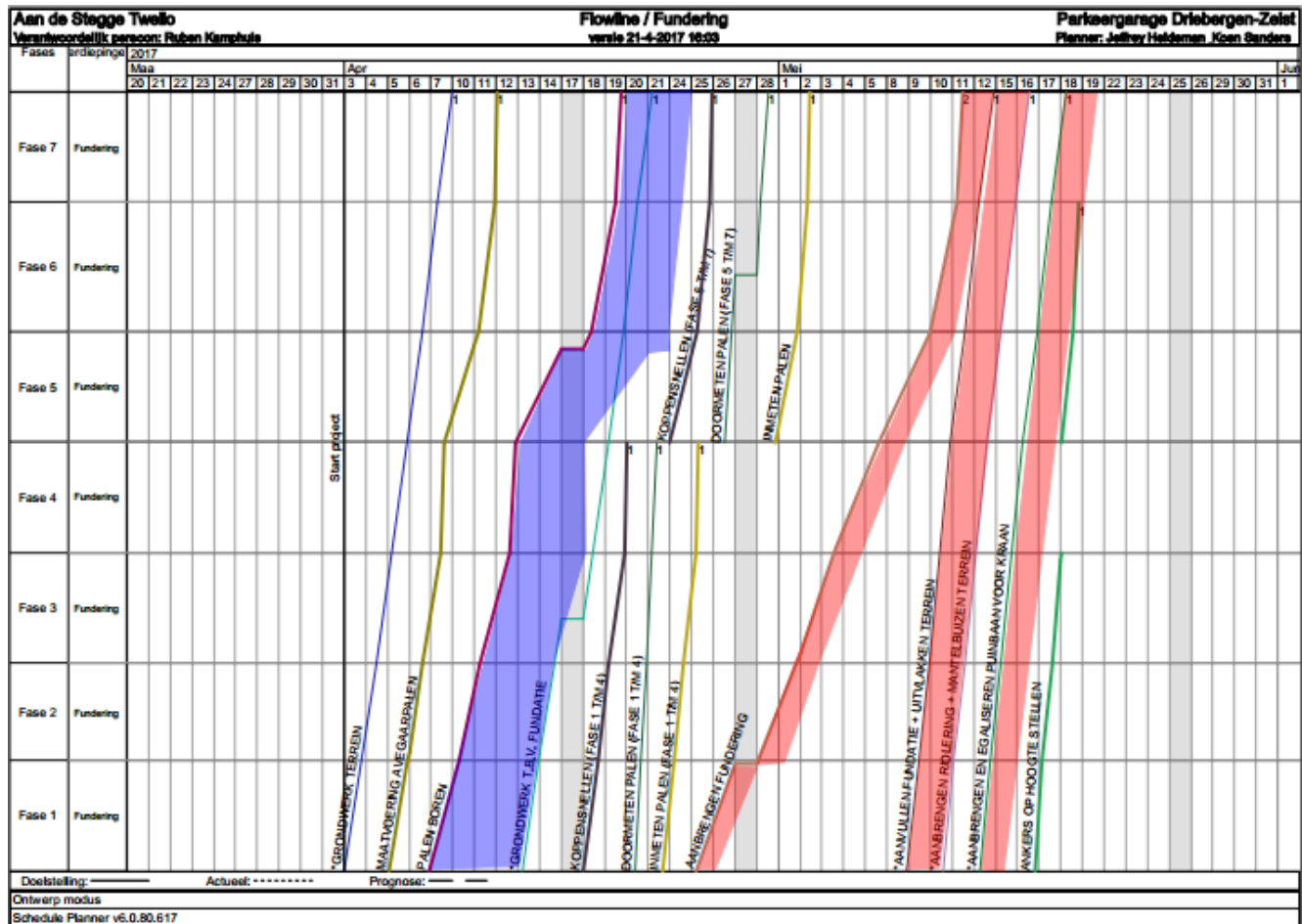
De volgende wijzigingen zijn aangebracht in de planning waardoor deze is geoptimaliseerd zoals in figuur 23 weergegeven:

- Continue door laten lopen van de volgende activiteiten: 'maatvoering avegaarpalen', 'palen boren', 'grondwerk ten behoeve van fundatie' en 'ankers op hoogte stellen';
- Er is één ploeg extra ingezet voor 'aanbrengen fundering';
- Vertraging ingepland van vijf dagen tussen 'palen boren' en 'koppensnellen' in verband met het uitharden van het beton;
- Buffers ingepland (ter bevinding van verschil in productiesnelheden).



Figuur 23: Flowline deelplanning fundering geoptimaliseerd

In bovenstaande deelplanning zijn buffers ingepland om verschil in productiesnelheid op te vangen en voor de uithardingstijd van beton. In figuur 24 zijn de buffers gevisualiseerd door middel van een rode arcering voor verschil in productiesnelheden en de vertraging voor de uithardingstijd van beton door middel van de blauwe arcering.



Figuur 24: Buffers in flowline deelplanning fundering

De overige deelplanningen zijn ook geoptimaliseerd volgens bovengenoemde stappen. Hieruit komt een geoptimaliseerde flowline planning voort welke ook omgezet kan worden naar een balkenplanning, zie hiervoor bladzijde 102 van bijlage F.

4.3.3 Doorlooptijd

In onderstaande tabel is het vergelijk te vinden tussen de geoptimaliseerde flowline planning en de balkenplanning aan de hand van de balkenplanning manurenboek. Het gaat hierbij om de totale doorlooptijd vanaf start bouw tot einddatum laatste activiteit.

	Doorlooptijd manurenboek	Doorlooptijd geoptimaliseerde flowline planning	Doorlooptijd-verkorting in dagen	Doorlooptijdver-korting in %
Balkenplanning manurenboek	145 dagen	120 dagen	25 dagen	17,2%

Bovenstaande doorlooptijdverkortings is behaald door een aantal wijzigingen in de planning, namelijk;

- Extra ploeg ingezet voor 'aanbrengen fundering', 'aanbrengen wanden hoofdtrappenhuis' en 'glas plaatsen';
- Optimalisatie van de processen.

Ook voor deze planning zijn de deelplanningen vergeleken.

	Doorlooptijd manurenboek	Doorlooptijd geoptimaliseerde flowline planning	Doorlooptijd-verkorting in dagen	Doorlooptijdver-korting in %
Fundering	40 dagen	31 dagen	9 dagen	22,5%
Ruwbouw	75 dagen	60 dagen	15 dagen	20,0%
Hoofdtrappenhuis	72 dagen	67 dagen	5 dagen	6,9%
Gevel	67 dagen	66 dagen	1 dag	1,5%
Dak	73 dagen	60 dagen	13 dagen	17,8%

Overall gezien is er een doorlooptijdverkortings behaald van 17,2%. Dit komt voort uit het optimaliseren van de processen en het vergroten van het aantal ploegen voor drie activiteiten. Binnen de deelplanningen is te zien dat voornamelijk de fundering en ruwbouw een aanzienlijke doorlooptijdverkortings behaald hebben.

5 Huidige planningsprocessen

Er is een analyse uitgevoerd met betrekking tot de huidige planningsprocessen om aanbevelingen te kunnen leveren aan ADST. In dit hoofdstuk zijn de huidige planningsprocessen geanalyseerd middels een beschrijvend onderzoek waarna er verbeterpunten voor de huidige planningsprocessen worden aangedragen door het afnemen van interviews. De kennis uit het beschrijvend onderzoek wordt gebruikt als input voor de interviews.

5.1 Overzicht bestudeerde projecten

De planningsprocessen zijn in kaart gebracht door een drietal projecten te analyseren. De volgende projecten zijn geanalyseerd:

1. Parkeergarage P+R NS-station Elst

Plaats:	Elst
Uitvoerder:	Cees Franken
Projectleider:	Willibrord de Haan
Type:	Nieuwbouw
Soort bouw:	Utiliteitsbouw
Bouwjaar:	2014
Hoofdaannemer:	ADST



Figuur 25: Parkeergarage P+R NS-station Elst

2. Parkeergarage Amphia ziekenhuis te Breda

Plaats:	Breda
Uitvoerder:	Leon Kolkman
Projectleider:	Willibrord de Haan
Type:	Nieuwbouw
Soort bouw:	Utiliteitsbouw
Bouwjaar:	2016
Hoofdaannemer:	ADST



Figuur

26: Parkeergarage Amphia

3. Parkeergarage P+R NS-station Zutphen

Plaats:	Zutphen
Uitvoerder:	Ruben Kamphuis
Projectleider:	Tim Oosterlaar
Type:	Nieuwbouw
Soort bouw:	Utiliteitsbouw
Bouwjaar:	2016
Hoofdaannemer:	ADST

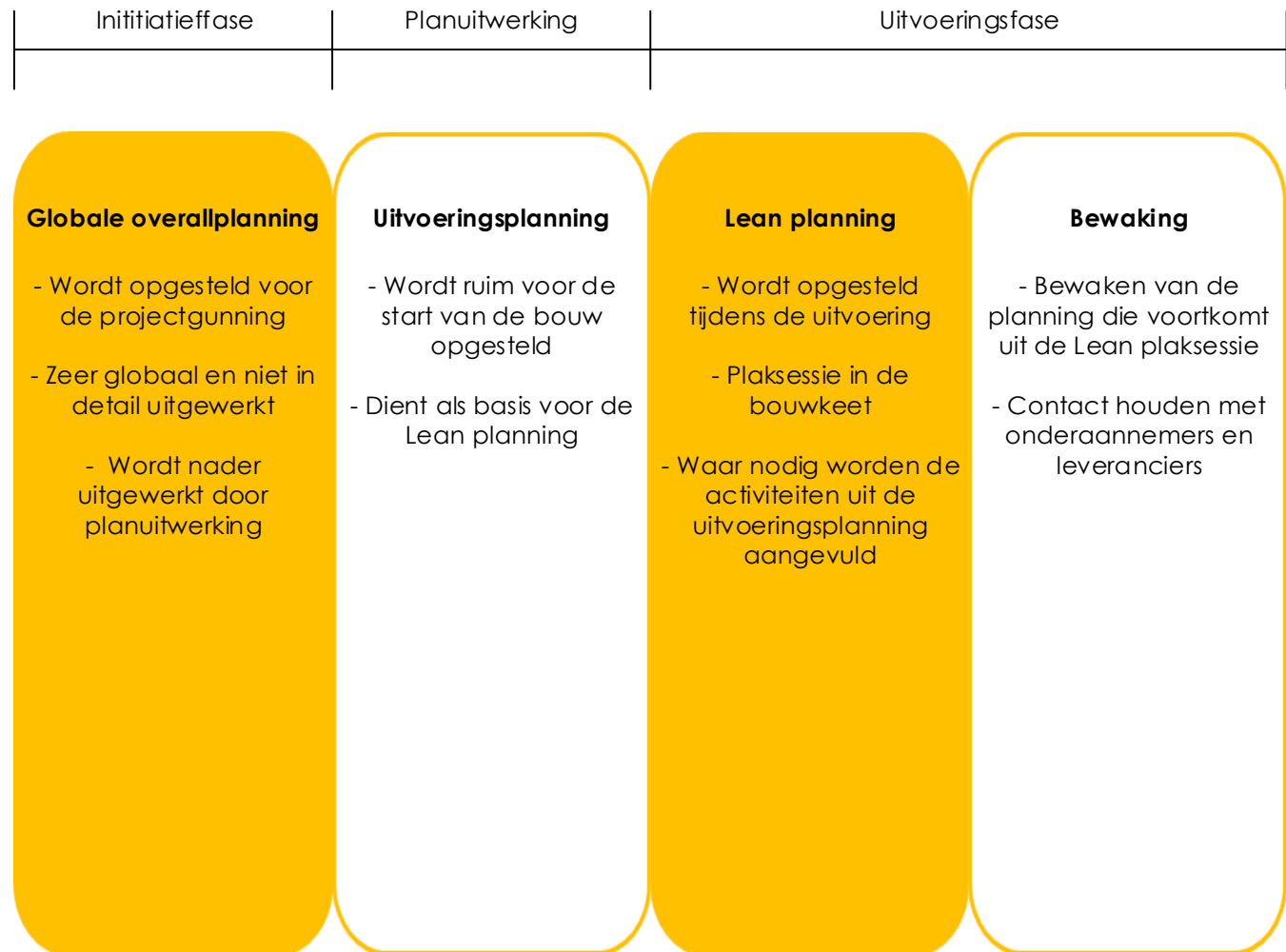


Figuur

27: Parkeergarage P+R NS-station Zutphen

5.2 Huidige planningsprocessen

Uit het beschrijvend onderzoek is het volgende planningsproces naar voren gekomen:



Figuur 28: Huidige planningsproces binnen ADST

Een uitgebreide toelichting op de huidige planningsprocessen is te vinden in bijlage A.

5.3 Aangedragen verbeterpunten

Om inzicht te krijgen in de (mogelijke) verbeterpunten in de huidige planningsprocessen van ADST zijn er interviews afgenomen met drie uitvoerders. Het gaat hierbij om de drie uitvoerders die de uitvoering van de projecten uit paragraaf 5.1 hebben gedaan. Er is voor deze drie uitvoerders gekozen omdat zij een verschillend aantal jaren ervaring hebben, namelijk;

- Ruben Kamphuis 1 jaar ervaring
- Leon Kolkman 5 jaar ervaring
- Cees Franken 40 jaar ervaring

Door het verschillende aantal jaren ervaring hebben de uitvoerders een diverse kijk op de huidige planningsprocessen.

De uitwerking van de interviews is te vinden bijlage C. Hieronder volgen de aangedragen verbeterpunten:

- Een dagelijks overlegmoment met de voorlieden van de onderaannemers houden voor een soepeler verloop van de uitvoering;
- Efficiënter en daarmee sneller bouwen;
- Meer aandacht voor de veiligheid tijdens de bouw;
- Prognoseschaal toevoegen aan de planning;
- Meer voorbereidingstijd voor een project nemen;
- Verschillende planningspakketten terugbrengen naar één pakket.

6 Toepasbaarheid flowline plannen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de toepasbaarheid van flowline plannen op de aangedragen verbeterpunten. In bijlage H is de uitgebreide toelichting hierop te vinden.

6.1 Resultaten flowline plannen op aangedragen verbeterpunten

Verbeterpunten		Flowline plannen is de oplossing
1.	Een dagelijks overlegmoment met de voorlieden van de onderaannemers houden voor een soepeler verloop van de uitvoering	Ja
2.	Efficiënter en daarmee sneller bouwen	Ja
3.	Meer aandacht voor de veiligheid tijdens de bouw	Ja
4.	Prognoseschaal toevoegen aan de planning	Ja
5.	Meer voorbereidingstijd voor een project nemen	Ja
6.	Verschillende planningspakketten terugbrengen naar één pakket	Ja

6.1.1 Flowline plannen oplossend

Hieronder volgt een toelichting op de verbeterpunten waar flowline plannen kan bijdragen aan een oplossing.

Oplossend	
Verbeterpunt	<i>Een dagelijks overlegmoment met de voorlieden van de onderaannemers houden voor een soepeler verloop van de uitvoering.</i>
Toepasbaarheid	Tijdens een Daily stand zou je met het flowline planningsprogramma kunnen laten zien hoe de prognose van de verschillende activiteiten is. Doordat de uitvoerder iedere dag de gemaakt productie invoert kan hij gevisualiseerd aantonen welke activiteiten op planning lopen en welke achter lopen. Door dit te laten zien aan de voorlieden krijgen ook zij een beter beeld van de planning en is het duidelijk waar bijgestuurd dient te worden.
Conclusie	Flowline plannen kan bijdragen aan het houden van Daily stands. Wel is het dan van belang dat de uitvoerder iedere dag de hoeveelheden invoert om zo ook een juiste prognose te kunnen visualiseren en daarop te sturen.
Verbeterpunt	<i>Efficiënter en daarmee sneller bouwen</i>
Toepasbaarheid	Door middel van flowline plannen kun je locatie-gebaseerd plannen. In de flowline planning kun je zien welke activiteiten er wanneer plaatsvinden op de verschillende fysieke locaties. Hiermee kan er voorkomen worden dat er geen of veel activiteiten plaatsvinden op één dezelfde fysieke locatie op dezelfde dag.
Conclusie	Door het locatie-gebaseerd plannen, ofwel flowline plannen kunnen de inefficiënties weggenomen worden en kan er daardoor sneller gebouwd worden.
Verbeterpunt	<i>Meer aandacht voor de veiligheid tijdens de bouw</i>
Oplossing	Doordat bij flowline plannen de activiteiten per fysieke locatie in beeld zijn is het eenvoudiger om sturing te geven aan de veiligheid op de bouwplaats. Dit komt omdat er duidelijk te zien is welke activiteiten er op de verschillende fysieke locaties uitgevoerd worden. In de planning kan bijvoorbeeld gezien worden dat er op de 2 ^e verdieping een last gedraaid wordt en dat er op de 1 ^e verdieping dus geen activiteiten plaats kunnen vinden.
Conclusie	Flowline plannen kan bijdragen aan het vergroten van de veiligheid op de bouwplaats omdat deze planning de activiteiten op de fysieke locaties inzichtelijk maakt.

Verbeterpunt	<i>Prognoseschaal toevoegen aan de planning</i>
Oplossing	Met het flowline planningsprogramma is het niet direct mogelijk een prognoseschaal aan de planning toe te voegen, wel is het mogelijk om buffers in te plannen. Deze buffers kunnen dienen om onwerkbaar weer op te vangen in de planning. De onwerkbare dagen zijn een gegeven. Stel er zitten in de maand februari 7 onwerkbare dagen (Bouwdata, z.d.), dan dienen er tenminste 7 dagen buffer ingepland te worden in de maand februari.
Conclusie	Flowline plannen kan geen prognoseschaal toevoegen aan een planning maar er kunnen wel buffers worden ingepland voor onwerkbaar weer.
Verbeterpunt	<i>Meer voorbereidingstijd voor een project nemen</i>
Oplossing	Door het toepassen van de flowline planningsmethodiek kan er sneller gebouwd worden. Stel er is een doorlooptijdverkortingsmogelijkheid van 15 werkdagen, dat betekent dat het project 15 dagen later zou kunnen starten, waardoor deze dagen gebruikt kunnen worden als extra voorbereidingstijd.
Conclusie	Momenteel is de voorbereidingstijd te kort. Doordat flowline plannen voor doorlooptijdverkortingsmogelijkheid zorgt, kunnen de dagen die aan de achterkant van de planning gewonnen worden, aan de voorkant tijdens de voorbereidingsfase gebruikt worden.
Verbeterpunt	<i>Verschillende planningspakketten terugbrengen naar één pakket</i>
Oplossing	De flowline planningssoftware, waar ook een balkenplanning in gemaakt kan worden, is een laagdrempelige software die voor iedereen toegankelijk is na één dag cursus. De globale overallplanning en detailplanning kunnen worden gemaakt als balkenplanning in de flowline planningssoftware. Vervolgens kan in de uitvoeringsfase de detailplanning worden omgezet naar een flowline planning en dient deze in overleg met de onderaannemers geoptimaliseerd te worden.
Conclusie	Door gebruik te maken van de flowline planningssoftware is het mogelijk om de verschillende programma's voor het maken van een planning terug te brengen naar één programma.

7 Eindconclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de hoofdvraag: 'Welke gevolgen heeft het toepassen van flowline plannen op de doorlooptijd van de realisatie van parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist?'. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van een kwalitatief onderzoek.

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er deelvragen opgesteld. In dit hoofdstuk worden allereerst de conclusies op de deelvragen gegeven waarna de hoofdvraag beantwoordt kan worden.

7.1 Deelvragen

Deelvraag 1: "Hoe zijn de huidige planningsprocessen bij ADST met betrekking tot de realisatie van parkeergarages?"

Uit het beschrijvend onderzoek is gebleken dat er een duidelijk planningsproces te herkennen is binnen ADST. De eerste uitvoeringsplanning wordt gemaakt in de initiatieffase in de vorm van een globale overallplanning. Vervolgens wordt er door de afdeling planuitwerking een uitvoeringsplanning gemaakt en wordt deze gebruikt als onderlegger voor de lean planksessie tijdens de uitvoeringsfase. Kort samengevat is het planningsproces in kaart gebracht met de volgende kenmerken:

Globale overallplanning (initiatieffase):

- Dient ter bepaling van de doorlooptijd voor de uitvoeringsfase;
- De globale overallplanning wordt opgesteld door de commercieel projectleider;
- Is slechts een hele globale planning.

Uitvoeringsplanning (voorbereidingsfase):

- Dient als basis voor de lean planning;
- De uitvoeringsplanning wordt opgesteld door de projectleider en/of uitvoerder;
- Is tot in detail uitgewerkt.

Lean planning (uitvoeringsfase):

- Dient als leidraad tijdens de uitvoeringsfase;
- De lean planning wordt opgesteld tijdens een lean planksessie met de onderaannemers;
- Is tot in detail uitgewerkt waarbij ook de locaties en fases zijn aangegeven.

Bewaking (uitvoeringsfase):

- De bewaking wordt gedaan door de uitvoerder;
- Het bewaken van de lean planning vindt plaats door activiteiten die gereed zijn af te vinken.

Deelvraag 2: "Wat zijn de kenmerken van flowline plannen?"

Het flowline planningsproces is als volgt opgebouwd:

1. Input
2. Planning
3. Monitoring

Op de volgende pagina is een uitgebreide toelichting te vinden op de processtappen.

Voor het opstellen van een gedegen planning is het belangrijk om de juiste input te verzamelen. Het eerste wat benodigd is voor het opstellen van een planning is de opleverdatum. Vervolgens dienen de fases en locaties bepaald te worden, dit wordt gedaan tijdens de voorbereidingsfase. Ook is het in deze fase van belang dat alle taken bepaald worden om tot de realisatie van het project te komen. Hierbij dienen ook de hoeveelheden en normen per taak ingevoerd te worden.

Nadat het inputproces is doorlopen ontstaat er een overzicht van de activiteiten. Hieruit wordt een balkenplanning opgesteld, waarna deze met één druk op de knop omgezet kan worden naar een flowline planning. Vervolgens wordt de flowline planning geoptimaliseerd door het wegnemen van de inefficiënties (indien mogelijk). Nadat de planning optimaal is wordt deze vastgesteld.

De opgestelde flowline planning dient in de uitvoeringsfase ook bewaakt te worden. Tijdens de uitvoeringsfase dient de gemaakte productie ingevoerd te worden en worden de prognoselijnen gevisualiseerd. Aan de hand van de prognoselijnen is eenvoudig af te lezen of er vertraging dreigt. Indien er vertraging dreigt dient de afweging gemaakt te worden of de volgende activiteit hierdoor in gevaar komt. Wanneer dit het geval is gaat er een alarm af en dient er bijgestuurd te worden. Als de volgende activiteit niet in gevaar is kunnen de werkzaamheden vervolgd worden.

Kortom, flowline plannen is geschikt voor het opstellen en bewaken van de planning. Een flowline planning is locatie gebaseerd, waardoor er efficiënt gewerkt zou kunnen worden.

Deelvraag 3: “Waar zijn verbeteringen mogelijk in het huidige planningsproces van ADST?”

Aan de hand van het uitgevoerde kwalitatieve onderzoek zijn de volgende verbeterpunten aangedragen:

- Een dagelijks overlegmoment met de voorlieden van de onderaannemers houden voor een soepeler verloop van de uitvoering;
- Efficiënter en daarmee sneller bouwen;
- Meer aandacht voor de veiligheid tijdens de bouw;
- Prognoseschaal toevoegen aan de planning;
- Meer voorbereidingstijd voor een project nemen;
- Verschillende planningspakketten terugbrengen naar één pakket.

Deelvraag 4: “Hoe werkt het flowline planningsprogramma?”

Onderdeel van het kwalitatieve onderzoek is het toepassen van het flowline planningsprogramma. Hierom heeft de afstudeergroep een ééndaagse cursus gevolgd. Hieruit is naar voren gekomen dat het flowline planningsprogramma een relatief laagdrempelig programma is, na een ééndaagse cursus is het mogelijk om zelfstandig met het programma te werken.

Voor een verdere toelichting op de gevolgde cursus wordt verwezen naar bijlage D.

Deelvraag 5: "Hoelang is de doorlooptijd van de parkeergarage Driebergen-Zeist als er gepland wordt met de huidige planningsmethodiek van ADST?"

Er is voor gekozen om meerdere planningen te bestuderen en te onderzoeken, met betrekking tot de doorlooptijd, om zo tot een kwalitatief onderzoek te komen. Het doel hiervan is dat er geen uitspraak gedaan wordt op basis van één planning maar op basis van meerdere planningen. De doorlooptijd van de onderzochte planningen is als volgt:

Balkenplanning Ruben Kamphuis

- Startdatum: 03-04-2017
- Einddatum: 18-09-2017
- Doorlooptijd in werkbare werkdagen: 117 dagen

Lean planning

- Startdatum: 03-04-2017
- Einddatum: 18-09-2017
- Doorlooptijd in werkbare werkdagen: 117 dagen

Balkenplanning manurenboek

- Startdatum: 03-04-2017
- Einddatum: 26-10-2017
- Doorlooptijd in werkbare werkdagen: 145 dagen

Deelvraag 6: "Hoelang is de doorlooptijd van de parkeergarage Driebergen-Zeist als er gepland wordt met de flowline planningsmethodiek?"

Na optimalisatie van bovengenoemde planningen door middel van de flowline planningsmethodiek is de doorlooptijd als volgt:

Balkenplanning Ruben Kamphuis

- Startdatum: 03-04-2017
- Einddatum: 05-09-2017
- Doorlooptijd in werkbare werkdagen: 108 dagen

Lean planning

- Startdatum: 03-04-2017
- Einddatum: 09-08-2017
- Doorlooptijd in werkbare werkdagen: 89 dagen

Balkenplanning manurenboek

- Startdatum: 03-04-2017
- Einddatum: 21-09-2017
- Doorlooptijd in werkbare werkdagen: 120 dagen

Deelvraag 7: “Welke conclusies kunnen er getrokken worden met betrekking op de doorlooptijd van parkeergarage Driebergen-Zeist?”

De volgende conclusies kunnen getrokken worden met betrekking op de doorlooptijd van parkeergarage Driebergen-Zeist aan de hand van deelvraag 5 en 6:

Balkenplanning Ruben Kamphuis

- | | |
|--|-----------|
| • Oorspronkelijke doorlooptijd in werkbare werkdagen: | 117 dagen |
| • Doorlooptijd na optimalisatie in werkbare werkdagen: | 108 dagen |
| • Doorlooptijdverkortung in werkbare werkdagen: | 9 dagen |
| • Doorlooptijdverkortung in percentage: | 7,7% |

Deze doorlooptijdverkortung is verkregen door het optimaliseren van de processen en het inzetten van een extra ploeg voor een aantal activiteiten. Het optimaliseren van de processen vindt plaats door het in een juiste volgorde zetten van de activiteiten en door te zorgen voor een continue workflow. Het inzetten van een extra ploeg heeft plaats gevonden voor de volgende activiteiten:

- Aanbrengen fundering;
- Aanbrengen van de binnenwanden;
- Houten gevelelementen + U-profiel;
- PV Panelen.

De uitwerking van de plannungen, inclusief optimalisaties, is te vinden op bladzijde 26 van bijlage F.

Lean planning

- | | |
|--|-----------|
| • Oorspronkelijke doorlooptijd in werkbare werkdagen: | 117 dagen |
| • Doorlooptijd na optimalisatie in werkbare werkdagen: | 89 dagen |
| • Doorlooptijdverkortung in werkbare werkdagen: | 28 dagen |
| • Doorlooptijdverkortung in percentage: | 23,9% |

Ook hier is de doorlooptijdverkortung verkregen door het optimaliseren van de processen, het op 1.00 zetten van de productiefactoren en het inzetten van een extra ploeg voor een aantal activiteiten. Het inzetten van een extra ploeg heeft plaats gevonden voor de volgende activiteiten:

- Aanbrengen fundering;
- Vliesgevels monteren;
- Monteren schanskorven.

Tevens is door optimalisatie van de planning de activiteit ‘aanbrengen dakbedekking’ dusdanig vervroegd waardoor deze al voor de, door de dakdekker ingeplande, bouwvakantie gereed is. De uitwerking van de planning, inclusief optimalisaties, is te vinden op bladzijde 55 van bijlage F.

Balkenplanning manurenboek

- | | |
|--|-----------|
| • Oorspronkelijke doorlooptijd in werkbare werkdagen: | 145 dagen |
| • Doorlooptijd na optimalisatie in werkbare werkdagen: | 120 dagen |
| • Doorlooptijdverkortung in werkbare werkdagen: | 25 dagen |
| • Doorlooptijdverkortung in percentage: | 17,2% |

De doorlooptijdverkortung komt voort uit het optimaliseren van de processen het inzetten van een extra ploeg voor de volgende activiteiten:

- Aanbrengen fundering;
- Aanbrengen wanden hoofdtrappenhuis;
- Glas plaatsen.

De uitwerking van de plannungen, inclusief optimalisaties, is te vinden op bladzijde 82 van bijlage F.

Deelvraag 8: "Hoe kan flowline plannen bijdragen aan de verbeterpunten uit de huidige planningsprocessen?"

Flowline plannen kan bijdragen aan de volgende verbeterungen:

- Visualiseren van de voortgang van het project tijdens de Daily stands;
- Efficiënter bouwen door locatie-gebaseerd plannen;
- Het vergroten van de veiligheid op de bouw doordat inzichtelijker is wie wanneer waar aan het werk is;
- Onwerkbaar weer opvangen door gebruik te maken van buffers;
- Extra voorbereidingstijd nemen doordat er tijdens de bouw tijd wordt bespaard;
- Meerdere planningsprogramma's terugbrengen naar één programma.

De uitgebreide toelichting op de oplossungen van de aangedragen verbeterpunten is te vinden in bijlage H.

7.2 Hoofdvraag

Aan de hand van de uitkomsten van de deelvragen en het verrichte onderzoek kan de volgende hoofdvraag beantwoord worden:

"Welke gevolgen heeft het toepassen van flowline plannen op de doorlooptijd van de realisatie van parkeergarage NS-station Driebergen-Zeist?"

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat flowline plannen bijdraagt aan doorlooptijdverkortung voor de bouw van parkeergarage NS-station Driebergen Zeist. Aan de hand van de drie onderzochte plannungen is doorlooptijdverkortung bewezen.

Ook kan je met de flowline planningsmethodiek de planning bewaken gedurende de uitvoeringsfase. Hiermee bewaak je de voortgang van het project en voorkom je uitloop van de werkzaamheden.

Kortom, flowline plannen zorgt voor doorlooptijdverkortung tijdens het opstellen van de planning en het voorkomt uitloop van de werkzaamheden tijdens de uitvoeringsfase.

8 Aanbevelingen

Aan de hand van de beantwoording van de deelvragen en hoofdvraag is in het vorige hoofdstuk de eindconclusie geschreven. In dit hoofdstuk worden aanbevelingen geleverd ten aanzien van de huidige planningsprocessen van ADST die voortkomen uit de eindconclusie. ADST kan zelf bepalen in hoeverre zij iets met de flowline planningsmethodiek willen doen, op basis van het uitgevoerde onderzoek.

Er worden aanbevelingen gedaan op basis van de aangedragen verbeterpunten die voortkomen uit het kwalitatieve onderzoek en aanbevelingen voor toekomstig onderzoek. In bijlage H worden de aangedragen verbeterpunten uitgebreid toegelicht.

8.1 Flowline plannen oplossend

1. Visualiseer de voortgang van het project tijdens de Daily stands.

Momenteel worden er geen Daily stands gehouden binnen ADST. De uitvoerders zouden graag zien dat er Daily stands gehouden worden zodat zij meer overzicht kunnen houden op de planning en de voorlieden zich meer betrokken voelen bij het project.

Aanbevolen wordt om Daily stands te houden met daarbij een gevisualiseerde planning met prognoselijnen. Door dit te laten zien aan de voorlieden krijgen ook zij een beter beeld van de planning en is het duidelijk waar bijgestuurd dient te worden.

Wel is het van belang dat de uitvoerder iedere dag de gemaakte productie invoert om zo ook een juiste prognose te kunnen visualiseren.

2. Ga flowline plannen om efficiënter te bouwen.

Op dit moment zijn er tijdens de uitvoeringsfase regelmatig fysieke locaties op de bouwplaats waar geen activiteiten plaatsvinden waar dit wel mogelijk is. Ook komt het voor dat er veel activiteiten plaatsvinden op één dezelfde fysieke locatie.

Door middel van flowline plannen kun je locatie-gebaseerd plannen. In de flowline planning kun je zien welke activiteiten er wanneer plaatsvinden op de verschillende fysieke locaties. Hiermee kan er voorkomen worden dat er geen of veel activiteiten plaatsvinden op één dezelfde fysieke locatie op dezelfde dag.

3. Verbeter de veiligheid op de bouw door flowline plannen.

ADST wil steeds sneller bouwen, hierdoor komt de veiligheid in het geding. Het steeds sneller bouwen zorgt ervoor dat er minder tijd besteedt kan worden aan de veiligheidsvoorzieningen. Dit terwijl veiligheid op één staat.

Doordat bij flowline plannen de activiteiten per fysieke locatie in beeld zijn is het eenvoudiger om sturing te geven aan de veiligheid op de bouwplaats. Dit komt omdat er duidelijk gezien kan worden welke activiteiten er op de verschillende fysieke locaties uitgevoerd worden. Kortom, met flowline plannen kan al in een vroeg stadium aan de veiligheid op de bouwplaats gewerkt worden.

4. Plan buffers in voor onwerkbaar weer.

ADST werkt op dit moment niet met de prognoseschaal. Doordat er niet meer met een prognoseschaal gewerkt wordt is de kans op uitloop in de planning door onwerkbaar weer groot.

Met de flowline planningsmethodiek is het niet direct mogelijk een prognoseschaal aan de planning toe te voegen, wel is het mogelijk om buffers in te plannen. Deze buffers kunnen dienen om onwerkbaar weer op te vangen.

5. Neem extra voorbereidingstijd.

Momenteel is er te weinig voorbereidingstijd voor de projecten. Hierdoor dienen er tijdens de uitvoeringsfase nog diverse onderaannemers ingekocht te worden.

Doordat flowline plannen voor doorlooptijdverkortings zorgt, kunnen de dagen die aan de achterkant van de planning gewonnen worden, aan de voorkant tijdens de voorbereidingsfase gebruikt worden.

6. Breng de verschillende planningsprogramma's terug naar één programma.

Op dit moment wordt er gewerkt in meerdere programma's om planningen te maken. Er wordt een globale overallplanning opgesteld in Excel, een detailplanning in Asta PowerProject en de lean planning wordt uitgewerkt in Excel. Hierdoor worden er verschillende planningen gemaakt en ontbreekt er structuur in het planningsproces.

De flowline planningssoftware, waar ook een balkenplanning in gemaakt kan worden, is een laagdrempelige software die voor iedereen toegankelijk is na één dag cursus. De globale overallplanning en detailplanning kunnen worden gemaakt als balkenplanning in de flowline planningssoftware. Vervolgens kan in de uitvoeringsfase de detailplanning worden omgezet naar een flowline planning en dient deze in overleg met de onderaannemers geoptimaliseerd te worden. Kortom, de verschillende planningsprogramma's kunnen teruggebracht worden naar één laagdrempelig planningsprogramma.

8.2 Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

1. Het wordt aanbevolen om een kosten/baten onderzoek te doen aan de hand van dit onderzoek.

Door de projectkaders is in dit onderzoek alleen gekeken naar de mogelijke doorlooptijdverkortings en verbeterpunten waar flowline al dan niet aan bij zou kunnen dragen. Omdat hierbij de kosten en baten helemaal buiten beschouwing zijn gelaten is het raadzaam om hier onderzoek naar te doen.

2. Het wordt aanbevolen om onderzoek te doen naar de mogelijkheden van de flowline planningssoftware.

In dit onderzoek is alleen gekeken naar het planningsdeel en niet de rest van de mogelijkheden van de software. Om de software volledig te implementeren, is het raadzaam onderzoek te doen naar de overige mogelijkheden van de flowline planningssoftware.

3. Een testcase uitvoeren met de flowline planningsmethodiek.

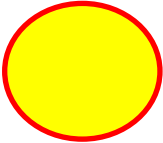
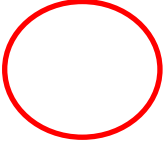
Door gebrek aan tijd is de opgestelde planning voor de case niet bewaakt met de flowline planningsmethodiek. Om de theorie volledig te vertalen naar de praktijk dient er een testcase uitgevoerd te worden binnen ADST.

Bibliografie

- Aan de Stegge Twello. (2016, september 20). *Continental Car Parks bouwt parkeergarage NS Driebergen-Zeist*. Opgeroepen op mei 9, 2017, van Aan de Stegge Twello: <http://www.adst.nl/nieuws/continental-car-parks-bouwt-parkeergarage-ns-driebergen-zeist/>
- Architects, M. (2017, Januari 10). *Zutphense parkeergarage wel officieel open maar nog niet in gebruik*. Opgeroepen op Maart 14, 2017, van De Stentor : <http://www.destentor.nl/zutphen/zutphense-parkeergarage-wel-officieel-open-maar-nog-niet-in-gebruik~a0bc9898/>
- Baarda, Goede, D., & Teunissen. (2005). Woord vooraf. In Baarda, D. Goede, & Teunissen, *Basisboek kwalitatief onderzoek* (pp. 88 - 107). Houten: Wolters-Noordhoff bv.
- Bouwdata, V. (z.d.). *MBK-Prognosetabel binnenland, maandperioden, 2017*. Opgeroepen op mei 4, 2017, van GWW kosten: http://www.gwwkosten.nl/Prognoses/Prognose_werkbare_dagen/MBK-prognosetabel_kustgebied_maandperioden_2017/kostengegevens-Indexen_Prognoses_en_Registraties/3387149.htm
- Continental carparks . (z.d.). *Parkeergarage Amphia ziekenhuis*. Opgeroepen op Maart 14, 2017, van Continental carparks : <http://www.carparks.nl/referenties/parkeergarage-amphia-ziekenhuis-breda/>
- Continental carparks. (z.d.). *Parkeergarage P&R NS Station Elst*. Opgeroepen op Maart 14, 2017, van Continental carparks: <http://www.carparks.nl/referenties/parkeergarage-pr-ns-station-elst/>
- Kenley, R., & Seppänen, O. (2010). *Location-Based Management for Construction*. Oxon: Spon Press .
- Lowe, R. H., D'Onofrio, M. F., Fisk, D. M., & Seppänen, O. (2012). A Comparison of Location-Based Scheduling with the Tradional Critical Path Method. (p. 27). Washington: American College of Construction Lawyers.
- Seppänen, O. (2016, maart 9). *Introduction to Location Based Management System: CPM on Steroids Combined with Flowline Visualization*. Opgeroepen op februari 27, 2017, van LeanConstructionBlog : <http://leanconstructionblog.com/Location-Based-Management-System-CPM-on-steroids-combined-with-flowline-visualization.html>
- Twello, Aan de Stegge. (2016). *Over ons*. Opgeroepen op mei 9, 2017, van Aan de Stegge: <http://www.adst.nl/overons/over-ons/>

9 Begrippenlijst

Begrip	Toelichting
Arbeidsproductiviteit	De hoeveelheid productie die per tijdseenheid wordt geproduceerd door één ploeg.
Bouwsnelheden	De snelheid waarmee een activiteit wordt uitgevoerd.
Buffer	Een tijdspad tussen twee taken waarin niets is ingepland. Stel dat taak 1 uitloopt kan dit opgevangen worden en heeft dit geen invloed op taak 2.
Continue workflow	Het continue door laten lopen van een activiteit zonder dat de ploeg een aantal dagen naar en ander project moet.
CPM	Een traditionele planningsmethode waarbij de verschillende deelactiviteiten van een project worden bepaald en daarmee de totale projectduur wordt bepaald. CPM staat ook wel bekend als balkenplanning.
CPM-algoritme	Een traditionele planningsmethode met een vaste volgorde van de taken.
Daily stand	Daily Stand is een dagelijkse gebeurtenis waarbij het team het dagelijkse proces met elkaar bespreekt en waar nodig bijstuurt. Deze stand duurt 15 minuten.
Doelstelling	Het gewenste eindresultaat.
Doorlooptijd	De duur van een activiteit of project.
Flowline plannen	Locatie gebaseerd plannen.
Fysieke locatie	Een plek binnen het te realiseren bouwwerk.
Kwalitatief onderzoek	Een onderzoek naar meningen, opvattingen en gedragingen van mensen over een vooraf bepaald onderwerp.
Lean plaksessie	Een sessie waarbij de planning wordt ontwikkeld met behulp van de onderaannemers. De planning wordt ingedeeld door het invullen van plakkertjes.
Location-based plannen	Door middel van locaties een zo efficiënt mogelijke planning opstellen.
Monitoring	Het bewaken van de planning.
Probleemstelling	Een beschrijving van het probleem.
Prognose	Een verwachting over het verdere verloop van de activiteit.
Prognoseschaal	Kalenderschaal met alleen de werkbare werkdagen.
Turnkey	Het realisatieproces van planontwikkeling tot en met de uitvoering.

LEGENDA	
	Inefficiëntie
	Mogelijkheid tot optimalisatie
	Vertraging
	Buffers