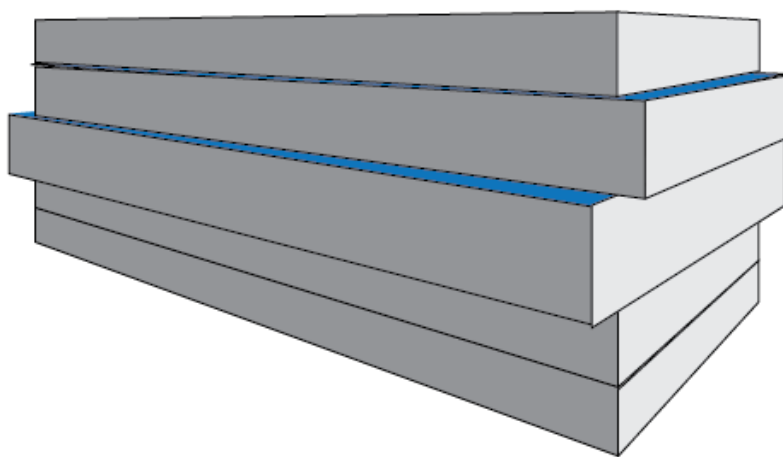


2018



TATA STEEL
UNIVERSITY
OF TWENTE.



Bachelor Thesis

Procesoptimalisatie door IT-artefacten



Procesoptimalisatie door IT-artefacten

*Het verhogen van de bezettingsgraad van de warmhoudkamers bij Tata Steel
IJmuiden.*

Velsen-Noord, Noord Holland
2018

Auteur

Gearte Nynke Noteboom
Bachelor Technische Bedrijfskunde

Tata Steel in Europe

Buizenweg 1
1951 JZ, Velsen-Noord
Nederland
+31 (0)251 499 111

Begeleider Tata Steel in Europe

Productiemanager CGM/AOV

University Of Twente

Drienerlolaan 5
7522 NB, Enschede
Nederland
+31 (0)53 489 9111

Begeleiding University Of Twente

Dr. M.E. Iacob
A.I. (Adina) Aldea
Behavioural Management

Voorwoord

Voor u gepresenteerd is het rapport ter afronding van mijn Bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. In de periode van 23 april tot 6 juli heb ik onderzoek gedaan bij Tata Steel in Europe in IJmuiden.

In deze periode heb ik veel contact gehad met verschillende afdelingen binnen het bedrijf. Daarom wil ik graag de afdelingen Afwerken, Opslaan en Verzenden, Automatisering en Supply Chain Management bedanken. Daarnaast gaat mijn speciale dank uit naar Marina Goense. Marina heeft mij begeleid en gecoached vanuit Tata Steel gedurende het onderzoek. Ik wil Tata Steel bedanken voor de kansen die en het vertrouwen dat ik heb gekregen. Dankzij de medewerking van verschillende stakeholders bij Tata Steel heb ik mijn onderzoek met plezier kunnen uitvoeren.

Uiteraard wil ik ook mijn begeleidsters van de Universiteit Twente, Adina Aldea en Maria Iacob, bedanken voor de begeleiding gedurende het onderzoek.

Gearte Nynke Noteboom

2018

**Voor het doorlezen van de thesis raadt ik u aan om de begrippenlijst in bijlage A eerst door te lezen.*

Managementsamenvatting

Dit onderzoek heeft plaatsgevonden bij Tata Steel in IJmuiden. Tata Steel produceert, bewerkt en distribueert hoogwaardig staal voor veel verschillende producten. Het onderzoek speelt zich af op de afdeling Afwerken, Opslaan en Verzenden (AOV) bij Tata Steel. In het productieproces van staal worden staalplakken gegoten die vervolgens verwalst worden in de warmband walserij. De afdeling AOV ontvangt de plakken uit de gietmachine, bewerkt ze waar nodig, slaat ze op en verzendt ze naar de warmband walserij.

Inleiding

Een speciale staalkwaliteit in deze situatie is “de breukgevoelige plak”, welke breuk geeft bij onder andere ongecontroleerde afkoeling. Om het risico op breuk te verminderen moeten de plakken warm gehouden worden in de daarvoor bestemde warmhoudkamer. Het productievolume van de B-plakken is op dit moment beperkt op de capaciteit van de warmhoudkamers (Van Daalen, 2017). Met het oog op warme doorzet en energiebesparing bij de warmbandovens is eerder besloten om de warmhoudkamers aan te vullen met daarvoor bestemde vulplakken. Volgens onderzoek levert deze strategie het bedrijf een kostenbesparing van ruim 1 miljoen euro per boekjaar op. Hierbij wordt er uitgegaan van een bezettingsgraad van tenminste 50%.

In de praktijk worden de vulplakken vaak niet geplaatst en gebeurt het inplannen van breukgevoelig materiaal niet gestructureerd. Dit komt omdat de variabelen die invloed hebben op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers onduidelijk zijn en er bij elke situatie steeds ad hoc wordt gekeken of het plaatsen van vulplakken of inplannen van breukgevoelig materiaal een goede keuze is. De gemiddelde bezettingsgraad is op dit moment 12%.

Het onderzoek heeft als doel om de gemiddelde bezettingsgraad naar 33% te verhogen. Wanneer de bezettingsgraad gemiddeld 33% zou worden, zou het een kosten besparing van circa 750.000 euro per jaar opleveren. Deze kostenbesparing komt voort uit verminderd gasverbruik en kortere

productietijden in de warmband oven. De hoofdvraag luidt hierom als volgt:

“Hoe kan de gemiddelde bezettingsgraad van de warmhoudkamers verhoogd worden naar 33%?”

Methode

Om een onderbouwde keuze te maken voor het plaatsen van vulplakken in de warmhoudkamer of het plannen van breukgevoelig materiaal, is het beoogde resultaat voor het onderzoek een Decision Support Tools geweest. Stapsgewijs is er gebruik gemaakt van de Design Science Research Methodology (DSRM). DSRM richt zich op het creëren en evalueren van innovatieve IT artefacten om een probleem op te lossen.

De informatie die benodigd is voor het oplossen van de hoofdvraag is verkregen door interviews, observatieonderzoek, ruwe data onderzoek, en (systematisch) literatuuronderzoek. Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden is de huidige situatie rondom de warmhoudkamers in kaart gebracht in een bedrijfsproces model in BPMN. Met dit model is geïnventariseerd waar de knelpunten in het proces zitten. Vervolgens is het bedrijfsproces model geoptimaliseerd en worden er, met behulp van UML, twee Decision Support Tools ontworpen om de bezettingsgraad te verhogen.

Na het in kaart brengen van de huidige situatie werden de knelpunten in het proces duidelijk:

- Handmatig inplannen breukgevoelig materiaal bij de afdeling SCP leidt tot lagere productie breukgevoelige kwaliteiten.
- Handmatige aanwijzen van vulplakken bij de afdeling AOV leidt tot het minder plaatsen van vulplakken.
- De afdeling SCP geeft aan dat zij elke 24 uur breukgevoelig materiaal willen inplannen. In de praktijk gebeurt dit niet.
- Omdat er weinig inzicht is in aankomsttijden en vertrektijden van staal met bestemming warmhoudkamer, leidt dit tot onzekerheid over het inplannen van vulplakken.
- Prioriteit van de plakopslag coördinator ligt bij het aanvoeren van de warmband en het lossen van de treinen, niet bij het plaatsen van vulplakken.
- Verkeerde indicator voor het inplannen van breukgevoelig materiaal en het plaatsen van vulplakken.
- Beperkte Informatieoverdracht tussen de warmband walserij, de orderplanner en de plakopslag coördinator zorgt voor onzekere productieforecast van de warmband walserij.

Deze problemen kunnen opgelost worden met behulp van twee Decision Support Tools. Allereerst wordt er een Decision Support Tools bij de afdeling AOV ontworpen. Deze ondersteunt de plakopslag coördinator bij het plaatsen van vulplakken. Deze Decision Support Tools zal bij elke arriverende trein een melding geven. Hierin staat advies over het plaatsen van de vulplakken.

adrnaast is er gekozen om nog een Decision Support Tools te ontwikkelen voor de afdeling

SCP waar het breukgevoelig materiaal wordt ingepland. De Decision Support Tools zal elke 24 uur een melding geven met een overzicht waarin staat of het plaatsen een nieuwe bestelling breukgevoelig materiaal mogelijk is.

In deze twee Decision Support Tools zal de indicator 'tonnage' voor het plaatsen van vulplakken vervangen worden door het 'aantal vrije stouwposities'. Daarnaast is er met het bedrijf afgestemd dat er informatie uit de warmband walserij beschikbaar wordt om meer inzicht te geven in het vertrek van plakken uit de warmhoudkamers. Om de tools gebruiksvriendelijk te maken inzicht te geven in de vertrektijden en de aankomsttijden van staal, wordt er bij de Decision Support Tools een overzicht gegeven van de informatie die benodigd is voor het maken van de juiste beslissing: de hoeveelheid en de tijdstippen.

Conclusie

Uit het onderzoek is gebleken dat er meerdere factoren van invloed zijn op de bezettingsgraad van de warmhoudkamer. De belangrijkste verbeteringen in het proces zijn het hanteren van een systematische manier van werken bij het inplannen van breukgevoelig materiaal door de orderplanner of het aanwijzen van vulplakken door de plakopslag coördinator. Om dit te ondersteunen is het goed om beide afdelingen van een Decision Support Tools te voorzien, die een melding geeft met de benodigde informatie voor het maken van een juiste keuze over de invulling van de warmhoudkamers. Tevens zal deze tool zoals de naam zegt ook advies geven over de beslissing. Hiermee wordt verwacht dat het onderzoeksdoel 'Het verhogen van de gemiddelde bezettingsgraad van de warmhoudkamers van 12% naar 33%' is gehaald.

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting.....	1
1. Inleiding.....	7
1.1 Bedrijfsachtergrond	7
1.2 Aanleiding van het onderzoek	8
1.3 Kernprobleem en handelingsprobleem	8
1.4 Beoogde resultaat.....	9
1.5 Doelstelling en onderzoeksvraag	9
1.6 Onderzoeksvragen en kennisproblemen	9
1.7 Afbakening	10
1.8 Design Science Research Methodology (DSRM)	10
1.9 Onderzoeksonwerp	11
2. Theoretisch kader	13
2.1 Onderzoeksmethodologie.....	13
2.1.1 Design Science Research Methodology	13
2.1.2 Managerial Problem Solving Methodology	13
2.2 Theoretisch perspectief	14
2.2.1 Hoe kan de huidige situatie rondom de warmhoudkamers in kaart gebracht worden?	14
2.2.2 Welke modelleermethoden zijn er voor het in kaart brengen van een bedrijfsproces?.....	17
2.2.3 Hoe kan er systematisch onderzoek worden gedaan naar de verbeteringen in een procesmodel?.....	19
2.2.4 Welke artefact kan een oplossing vormen voor het hoofdprobleem?.....	19
2.3 Conclusie	23
3. Huidige Situatie	24
3.1 Huidige situatie warmhoudkamers.....	24
3.1.1. Inplannen Staal	24
3.1.2 De staalfabriek	25
3.1.3 Opslaan bij AOV	28
3.1.4 De Warmbandwalserij	31
3.2 Analyse van huidige situatie	31
3.2.1 Inplannen staal.....	32
3.2.2 De staalfabriek	32
3.2.3 Opslaan bij AOV	32
3.2.4 De warmbandwalserij	34

3.2.5 Interne communicatie tussen stakeholders	34
4. Verbeteringen	35
4.1 Mogelijkheden tot verbetering	35
4.2 Verbeteringen bedrijfsproces model	35
4.2.1 Reikwijdte.....	36
4.2.2 Essenties.....	36
4.2.3 Verbeterd ontwerp procesmodel	36
4.2.4 De warmbandwalserij	38
4.3 Conclusie: kiezen oplossing.....	38
5. Implementatie.....	41
5.1 Benodigdhedenanalyse.....	41
5.1.1 Informatielandschap	41
5.1.2 Decision Support Tool AOV	43
5.1.3 Decision Support Tool SCP	47
5.2 Conceptueel model	50
5.3 Presentation Model	52
6. Validatie	53
7. Conclusie & discussie	57
7.1 Conclusie	57
7.2 Aanbevelingen	59
7.3 Discussie en verder onderzoek	60
Bibliografie	62
8. Bijlagen	64
Bijlage A: Begrippenlijst	64
Bijlage B: Stakeholders.....	66
Bijlage C: Bedrijfsproces modellen	67
Huidig model (AS-IS)	67
Verbeterd model (TO-BE).....	69
Bijlage D: Managerial Problem Solving Method (MPSM)	72
Bijlage E: Keuze BPM methodologie	73
Bijlage F: Modelleermethodes	74
Bijlage G: UML-diagrammen	75
Bijlage H: Organisatiestructuur AOV	76
Bijlage I: Overzicht verschillende secties	77
Bijlage J: Opslagmethodiek	78
Bijlage K: Lay-out AOV en warmhoudkamer.....	81

Lay-out AOV	81
Lay-out Warmhoudkamer.....	82
Bijlage L: POL Blokkade	83
Bijlage M: IT-systemen overzicht	84
Bijlage N: BPMN en UML handleiding.....	86
BPMN diagrammen.....	86
UML diagrammen	88
Bijlage O: Interviews	94
Bijlage P: Validatie-interviews.....	100
Bijlage Q: Systematisch Literatuur Onderzoek	102
Bijlage R: Toelichting begrippen presentatiemodel.....	108

1. Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een inleiding op het onderzoek dat uitgevoerd is bij Tata Steel. Allereerst zal de probleemstelling aan bod komen, waarna ook de onderzoeksvragen en de kennisproblemen behandeld zullen worden.

1.1 Bedrijfsachtergrond

Tata Steel produceert, bewerkt en distribueert hoogwaardig staal voor veel verschillende producten. Het bedrijf is het op vijf na grootste staalconcern ter wereld. Tata Steel levert jaarlijks meer dan 7 miljoen ton staal in de vorm van rollen. Het staal wordt gebruikt voor met name de automobiellindustrie, de bouw en de verpakkingsindustrie.

Hieronder wordt een beknopte beschrijving gegeven van het productieproces van Tata Steel.

1. Van erts tot ruwijzer

De primaire grondstoffen van staal bestaan uit ijzererts en steenkool. Steenkool wordt doormiddel van vergassing bewerkt tot cokes. Het fijne ijzererts wordt eerst voorgebakken tot brokken en knikkers. Dit wordt ook wel sinter en pellets genoemd. De cokes, sinter en pellets worden samengebracht in de hoogoven en door verhitting ontstaat het vloeibare ruwijzer met een temperatuur van 1500 graden.

2. Van ruwijzer tot staal

Het vloeibare ruwijzer wordt vervolgens via een spoor in een sigaarvormige cilinder naar de staalfabriek gebracht. Hier wordt het koolstofgehalte van het ruwe ijzer verlaagd, waardoor ruw staal ontstaat. Dit wordt in grote pannen gegoten. Na deze bewerking wordt van een groot gedeelte van het vloeibare staal, doormiddel van continu gieten, staalplakken geproduceerd. Deze kunnen variëren in lengte, breedte en kwaliteit. Het andere deel van het vloeibare staal gaat naar de gietwalsinstallatie, ook wel Direct Sheet Plant (DSP) genoemd. In deze fabriek zijn de processen van gieten en walsen geïntegreerd tot een procesgang.

3. Van ruwstaal tot gewalst staal

De geproduceerde staalplakken in de staalfabriek worden vervolgens per trein vervoerd naar de sectie Afwerken, Opslaan en Verzenden (AOV). Een groot deel wordt direct opgeslagen, dit zijn de zogenaamde opslagplakken (O-plakken). De andere plakken zijn afwerkplakken (A-plakken) en worden eerst afgewerkt en vervolgens opgeslagen. Als een order compleet is, wordt deze ingepland om gewalst te worden. De plakken worden in deze fase klant specifiek gemaakt, waardoor ze een andere code krijgen. In de warmbandovens worden de plakken verhit tot een temperatuur van ongeveer 1200 graden. Vervolgens worden de staalplakken verwalst tot plakken met verschillende afmetingen.

4. Afwerking van staal

Afhankelijk van de uiteindelijke toepassing krijgt staal nog extra nabehandelingen. Zo krijgen veel staalproducten een bewerkingslijn waarin het wordt beschermt tegen roest. Sommige plakken worden nog dunner gemaakt in de koudbandwalserij. Uiteindelijk wordt het staal per trein, vrachtwagen of schip naar de klant gebracht. De klanten bevinden zich overal ter wereld.

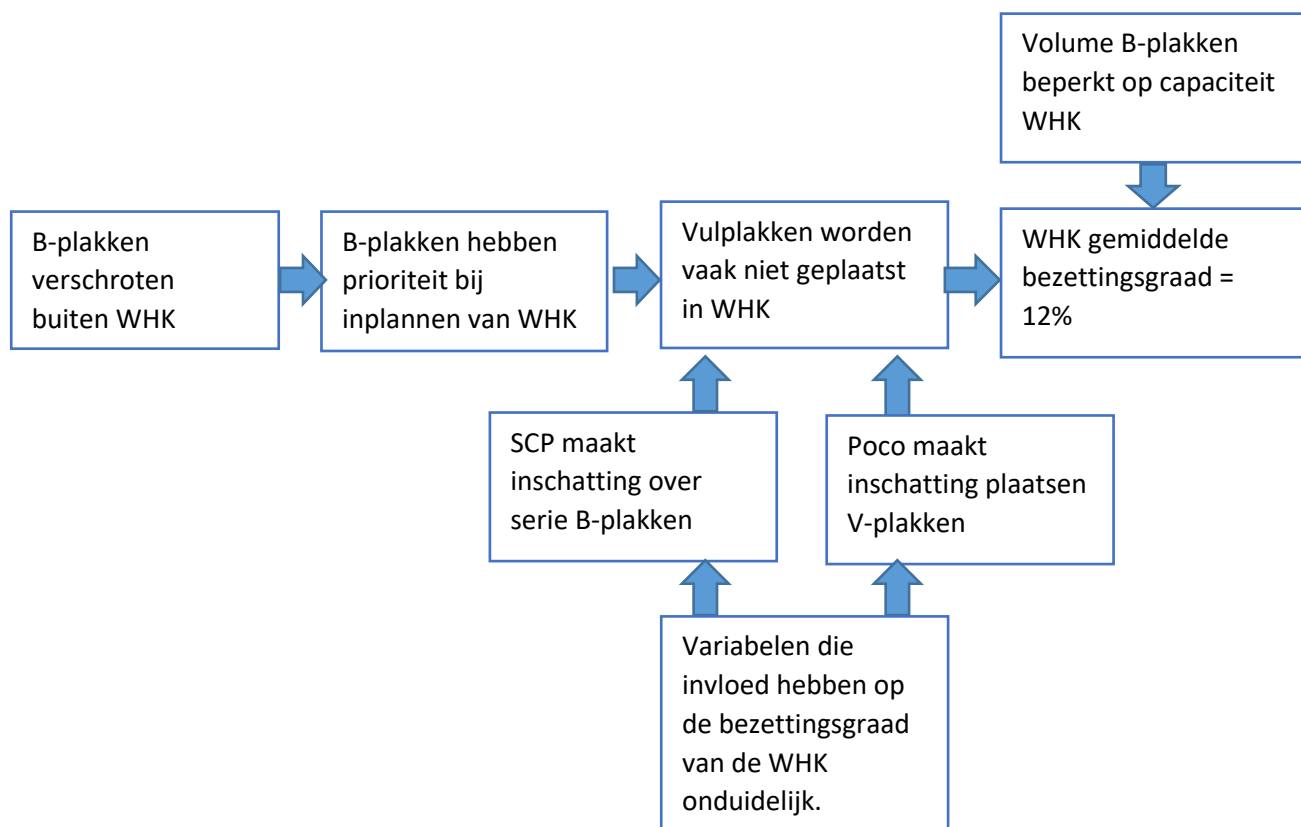
1.2 Aanleiding van het onderzoek

Dit onderzoek speelt zich af op de afdeling AOV. Bij Tata Steel worden staalplakken gegoten die vervolgens verwalst worden in de warmband walserij. De afdeling AOV ontvangt de plakken uit de gietmachine, bewerkt deze waar nodig, slaat ze op en verzendt ze naar de warmband walserij.

Een speciale staalkwaliteit is de breukgevoelige plak, ook wel B-plak genoemd. Breukgevoelige plakken geven breuk bij ongecontroleerde afkoeling, bij ongecontroleerde plakhandelingen en bij het verhogen of verlagen van temperatuur. Om het risico op breuk te verminderen moeten de plakken warm gehouden worden in de daarvoor bestemde warmhoudkamer. Een warmhoudkamer is een grote kist met isolerend materiaal aan de wanden, met een dak dat open en dicht kan. Het productievolume van de B-plakken is op dit moment beperkt op de capaciteit van de warmhoudkamers (Van Daalen, 2017). Met het oog op warme doorzet en energiebesparing bij de warmbandovens is er in 2017 besloten om de warmhoudkamers aan te vullen met daarvoor bestemde vulplakken. Volgens onderzoek levert deze strategie het bedrijf een kostenbesparing van ruim een miljoen euro per boekjaar op. Hierbij wordt er uitgegaan van een bezettingsgraad van 50%. (Vromen, 2016)

1.3 Kernprobleem en handelingsprobleem

Het kernprobleem is bepaald aan de hand van de probleemkluwen in *figuur 1*. In de probleemkluwen worden oorzaak-gevolg relaties tussen verschillende problemen weergegeven. Zoals te zien is is het kernprobleem in dit geval: “de bezettingsgraad van de warmhoudkamer is 12%. De oorzaken en uiteindelijk de hoofdoorzaken worden beschreven in de probleemkluwen. De hoofdoorzaken worden ook wel handelingsproblemen genoemd en staan aan de uiteinden van de probleemkluwen (Heerkens & van Winden, 2012).



Figuur 1: probleemkluwen

Uit de probleemkluwen wordt duidelijk welke handelingsproblemen er zijn. Allereerst verschromten breukgevoelige plakken wanneer ze buiten de warmhoudkamers worden geplaatst. De verschromting van het materiaal heeft te maken met de chemische samenstelling van het type staal. Dit is een handelingsprobleem dat binnen het tijdsbestek van dit onderzoek niet kon worden aangepakt. Om dezelfde reden is ook het handelingsprobleem: “Het volume van B-plakken is beperkt op de capaciteit van de WHK” niet aangepakt worden in het onderzoek.

Een handelingsprobleem dat wel aangepakt kan werd is: “De variabelen die invloed hebben op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers zijn onduidelijk”. Op dit moment is de gemiddelde bezettingsgraad van de warmhoudkamers 12%. Reden hiervoor is dat de plakopslagcoördinator, ook wel poco genoemd, op inschatting moet aangeven of het mogelijk is om vulplakken in de warmhoudkamers te plaatsen. Hij maakt hierbij slechts gebruik van de vulgraadmonitor, waarin de huidige en de voormalige bezetting van de warmhoudkamer wordt weergegeven. Supply Chain Management (SCP) aan de andere zijde, verantwoordelijk voor het inplannen van breukgevoelig materiaal, maakt op dezelfde manier een beslissing over een nieuwe lading B-plakken. Doordat zowel de aanvoer van breukgevoelig materiaal op inschatting gebeurt als het plaatsen van vulplakken, neemt de plakopslag coördinator weinig risico. Hij plaatst de vulplakken dan liever niet, waardoor de bezettingsgraad van de warmhoudkamers niet omhoog gaat. De achterliggende oorzaak van het bezettingsgraadprobleem is dus dat de variabelen die invloed hebben op de bezettinggraad van de warmhoudkamer niet in kaart zijn gebracht.

1.4 Beoogde resultaat

Het beoogde resultaat is een verslag waarin het probleem opgelost wordt, onderbouwt door literatuur en heldere analyse. Op basis van het onderzoek worden aanbevelingen gedaan aan het bedrijf. Daarnaast zal er een werkbeschrijving worden ontwikkeld van een ‘Decision Support Tools’ die zowel de orderplanner op de afdeling SCP als de plakopslagcoördinator op de afdeling AOV ondersteunt bij het maken van een beslissing over het plannen van nieuwe B-plakken of het plaatsen van vulplakken.

1.5 Doelstelling en onderzoeksvraag

Het onderzoek heeft als doel om de bezettingsgraad van 12% naar 33% te verhogen. Dit levert een verwachte kostenbesparing van circa €750.000,-. Deze kosten besparing komt voort uit verminderd gasverbruik en kortere productietijden in de warmband oven. Wanneer de doelstelling gehaald wordt zal er vermindering plaats vinden van CO2 uitstoot. De hoofdvraag luidt hierom als volgt: *“Hoe kan de gemiddelde bezettingsgraad van de warmhoudkamers verhoogd worden naar 33%?”*

1.6 Onderzoeksvragen en kennisproblemen

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden moet er voldoende kennis worden opgedaan. De hoofdvraag wordt beantwoord aan de hand van meerdere kennisvragen. De onderzoeksmethodes die worden gebruikt om deze deelvragen op te lossen worden toegelicht in *hoofdstuk 1.9*.

1. Hoe ziet de huidige situatie van de warmhoudkamers eruit?

Deze vraag wordt beantwoord door een bedrijfsproces model te ontwikkelen van de bestaande situatie rondom de warmhoudkamers. Er wordt onderzocht hoe de communicatie tussen de stakeholders, de bedrijfsprocessen en systemen met elkaar samenhangen.

2. Wat heeft invloed op de huidige situatie van de warmhoudkamers?

Op basis van het model dat gemaakt is aan de hand van deelvraag 1, wordt er een analyse gemaakt van de huidige situatie. Waar zitten de knelpunten in het proces? En wat zijn de oorzaken hiervan? Dit zijn vragen die beantwoord worden in hoofdstuk 3.2.

3. Hoe kan de bezettingsgraad van de warmhoudkamers verhoogd worden doormiddel van bedrijfsproces optimalisatie?

Aan de hand van de knelpunten die gevonden zijn aan de hand van deelvraag twee wordt er een nieuw proces ontworpen. In deze stap wordt rekening gehouden met de bedrijfswensen, de afbakening van het onderzoek en het voorafgaande onderzoek. Aan de hand van gestelde doelen en randvoorwaarden van de oplossing wordt er een oplossing gekozen en beschreven in hoofdstuk 4. Het ontwerp van de oplossing wordt in hoofdstuk 5 beschreven.

1.7 Afbakening

Het onderzoek duurde 10 weken en vond grotendeels plaats in IJmuiden. De studie die ten grondslag ligt aan dit onderzoek is Technische Bedrijfskunde. Ter afbakening van dit onderzoek een proces- en systeemoptimalisatie worden beschouwd. Het huidige productieproces bij Tata Steel wordt in kaart gebracht. Geïnterviewd werd welke informatie relevant is voor dit onderzoek en invloed heeft op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers. Nadat het productieproces in kaart is gebracht, wordt er een analyse gemaakt op de huidige situatie. Het proces en de systemen bij Tata Steel worden herontwikkeld en er wordt een systeem ontwikkeld om het herontworpen bedrijfsproces te ondersteunen. Er wordt in dit onderzoek niet gekeken naar de opslagmethodiek rondom de warmhoudkamers aangezien hier in 2017 uitgebreid onderzoek naar is gedaan bij AOV. Om deze reden wordt het onderzoek afgekaderd tot een bedrijfsprocesoptimalisatie met behulp van een Decision Support Tools.

1.8 Design Science Research Methodology (DSRM)

Om het onderzoek stapsgewijs uit te voeren, wordt er gebruik gemaakt van 'Design Science Research Methodology' (DSRM). DSRM is een onderzoeksmethodologie die zich richt op het creëren en evalueren van innovatieve IT artefacten. Deze artefacten passen verdere kennis toe op productie van informatiesystemen voor management- en organisatiedoelinden (Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger M.A., Chatterjee, S., 2007). De keuze voor het theoretisch kader Design Science Research Methodology wordt uitgelegd in *hoofdstuk 2.1*. Design Science Research Methodology (DSRM) leidt in dit onderzoekskader tot de volgende stappen:

1. Probleem identificatie en motivatie

In deze stap wordt het probleem geïdentificeerd en de relevantie van de oplossing vastgesteld. Deze stap wordt in zijn geheel beschreven in hoofdstuk 1. Hoofdstuk 1 begint met een inleiding van het probleem en stelt vervolgens het probleem dat aangepakt wordt vast. Ook wordt de relevantie van het probleem uitgedrukt in een geldbedrag per jaar. Het aantonen van de relevantie van het probleem, dient als motivatie voor het onderzoek. Daarnaast motiveert het de belangrijke stakeholders van het onderzoek om mee te werken.

2. Definieer de doelen van voor een oplossing

Het definiëren van het doel van de oplossing wordt vastgesteld in hoofdstuk 1. Tevens wordt het onderzoek afgebakend en wordt het beoogde resultaat beschreven. Daarnaast wordt er inzicht gegeven in hoe het doel behaald zal worden met behulp van een ontwikkeld onderzoeksontwerp in *hoofdstuk 1.9*.

3. Ontwerp en ontwikkel

Het ontwerpen en ontwikkelen van een artefact bevat de creatie van een nieuw artefact. Ook het voorafgaande onderzoek behoort tot deze stap. In hoofdstuk 2 zal een theoretisch onderzoek plaatsvinden waarin de benodigde kennis voor het onderzoek wordt verschaft. Dit gebeurt aan de hand van het beantwoorden van kennisvragen die worden beantwoord met behulp van een systematic literature review. In hoofdstuk 3, 4 en 5 zal het ontwerp en ontwikkelproces plaatsvinden. Eerst wordt de huidige situatie in kaart gebracht aan de hand van interviews, observatie, analyse van ruwe data en een literatuuronderzoek. Vervolgens worden er in hoofdstuk 4 verbeteringen in het proces aangebracht, welke in hoofdstuk 5 worden uitgewerkt in een werkinstructie voor de ondersteunende Decision Support Tools.

4. Demonstratie

In deze fase wordt het artefact gedemonstreerd. Dit wordt gedaan aan de hand van een presentatie van het resultaat aan de verschillende stakeholders.

5. Evaluatie

De demonstratie in stap 4 wordt in hoofdstuk 6 en 7, de evaluatie, weergegeven. De demonstratie en de evaluatie worden samengevoegd. Omdat de decision supporting tools nog niet werkend zijn, is het niet realistisch om het systeem zelf te evalueren. Daarom worden voor de evaluatie de belangrijkste stakeholders gevraagd om het ontwerp te valideren. In hoofdstuk 6 wordt bekeken of het onderzoeksdoel gehaald is.

6. Communicatie

In de laatste fase wordt het probleem, het belang ervan, de artefact, het nut en de nieuwheid, de nauwkeurigheid van het ontwerp en de effectiviteit ervan gecommuniceerd aan relevante doelgroepen. Dit gebeurt met behulp van het onderzoeksverslag (Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger M.A., Chatterjee, S., 2007).

1.9 Onderzoeksontwerp

Design Science is een probleemoplossend gerichte vorm van onderzoek. Waar het doel van onderzoek vaak verklarend of definiërend is, poogt Design Science te allen tijde het bestaande probleem op te lossen. Het probleem wordt opgelost aan de hand van kennisvragen. De theoretische kennisvragen worden in hoofdstuk 2 opgelost aan de hand van een systematisch literatuuronderzoek. De kennisvragen beschreven in sectie 1.6 kunnen niet beantwoord worden aan de hand van literatuur onderzoek. De benodigde informatie wordt verkregen door vier verschillende dataverzamelmethodes toe te passen.

1. Interviews met onderzoekspopulatie

Omdat er een gegeven tijdscope is van tien weken is de onderzoekspopulatie beperkt tot de stakeholders beschreven in **bijlage B**. Een interview geeft mogelijkheid tot het stellen van kwalitatieve vragen. Geïnterviewden kunnen nieuwe input leveren naast de vragen die gesteld worden. Ze kunnen onder andere meedenken over de oplossing of een andere invalshoek aan het onderzoek toevoegen. De stakeholders hebben een kennisvoorsprong en daarmee het beste beeld van de situatie. Hierbij worden feiten en meningen in dit onderzoek gescheiden en wordt er slechts gebruik gemaakt van feiten. De meningen worden slechts meegenomen als brainstormmethode over een mogelijke oplossing. Uiteindelijk wordt er aan de hand van de feiten een goede oplossing ontwikkeld. De interviews zijn voorbereid met een aantal vragen. Wel mag er afgeweken worden van de vragen, zolang het interview doel met elke stakeholder maar bereikt is aan het eind van het interview. De Interviews en de bijbehorende doelen staan gegeven in **bijlage O**.

2. Observatie van het productieproces

Een visuele inspectie van het bedrijfsproces geeft inzicht in de huidige situatie. Door te kijken hoe de plakopslagcoördinator de vulplakken inpland of hoe het productieproces verloopt op de verschillende afdelingen kan er inzicht worden verkregen in het bedrijfsproces. Ook vergroot deze vorm van onderzoek het inlevingsvermogen gedurende de interviews met de belanghebbenden (Van den Berg, 2008).

3. Analyse van ruwe data

Het bestuderen van ruwe data geeft veel feitelijke achtergrondinformatie. Nadeel van deze methode is dat niet alle informatie beschikbaar is. De volgende systemen worden geanalyseerd.

- Het Plakken Opslag Systeem (POSS).
- De vulgraadmonitor
- Elvis

Een overzicht van de verschillende IT-systemen bij Tata Steel is gegeven in **bijlage M**.

4. Literatuuronderzoek

Het bestuderen van documentatie geeft veel achtergrondinformatie. Deze documentatie is niet altijd meer actueel. Hierom is er kritisch gekeken naar de brongegevens van de documentatie. Er is een analyse gedaan op eerder onderzoek rondom de warmhoudkamers. Daarnaast is er een systematic literature review gedaan zoals eerder in deze sectie aangekondigd.

Om een zo compleet mogelijk beeld te hebben van de situatie wordt er met behulp van vier verschillende methodes onderzoek gedaan. Hoewel de voorkeur bij wetenschappelijk onderzoek vaak ligt bij kwantitatieve analyse, wordt er in dit onderzoek nadruk gelegd op kwalitatieve analyse. Er wordt bij de verschillende afdelingen onderzocht hoe de communicatie tussen de stakeholders en de bedrijfsprocessen en –systemen met elkaar samenhangen. (Heerkens H. , 2012)

2. Theoretisch kader

In dit hoofdstuk wordt het theoretisch kader van het onderzoek toegelicht. In hoofdstuk 2.1 wordt de keuze van de onderzoeksmethodologie toegelicht. In hoofdstuk 2.2 worden kennisvragen beantwoord met behulp van literatuuronderzoek. Het theoretisch kader dient als fundament voor het onderzoek.

2.1 Onderzoeksmethodologie

2.1.1 Design Science Research Methodology

Het theoretisch kader dat wordt gebruikt gedurende het onderzoek is Design Science Research Methodology. Design science is een set van synthetische en analytische technieken en perspectieven gespecificeerd voor informatiesystemen. Design science houdt twee primaire activiteiten in.

1. Het creëren van nieuwe kennis door het ontwerpen van nieuwe en innovatieve dingen en processen (artefacten).
2. De analyse van het gebruik en de prestatie van artefacten.

De definitie van een artefact wordt in dit verslag als volgt beschouwd: “iets dat door mensen is gemaakt, voor een praktisch doel”. March en Smith (1995) maken onderscheid tussen vier verschillende artefacten: concepten, modellen, methoden en instantiations. Een artefact moet een relevant en belangrijk probleem oplossen. Daarnaast wordt er tijdens design science research gepoogd om te allen tijde iets nieuws te ontwikkelen (Geerts, 2011).

Design Science creeërt en evalueert IT artefacten die ontwikkeld zijn om bedrijfsproblemen op te lossen. Design Science heeft een methodologie ontwikkeld voor het onderzoek doen naar informatiesystemen: Design Science Research Methodology (DSRM). Deze methodologie staat beschreven in *hoofdstuk 1.8* (Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger M.A., Chatterjee, S., 2007).

De geplande deliverable om het bezettingsgraad probleem van de warmhoudkamers op te lossen, is het ontwerpen van een ‘Decision Support Tool’. Veel onderzoeksmethodologiën zijn berust op verklarend of beschrijvend onderzoek. Design Science Research poogt om een probleem op te lossen door iets te ontwerpen. Het ontwikkelen van een IT-artefact is daarnaast nog een relatief nieuw onderwerp, waarop het merendeel van de onderzoeksmethodologiën nog niet zijn aangepast. Design Science Research wordt om deze redenen beschouwd als een uiterst geschikte methodologie voor dit onderzoek (Salvatore T. March and Veda C. Storey, 2008).

2.1.2 Managerial Problem Solving Methodology

Een andere onderzoeksmethodologie welke passend zou kunnen zijn voor het onderzoek is de ‘Managerial Problem Solving Methodology’ (MPSM). De MPSM staat beschreven in **Appendix K**. De MPSM is weinig gericht op het creëren en evalueren van een daadwerkelijk product. In tien weken blijft het onderzoek daarom ook vaak beperkt bij een plan. Het onderzoeksdoel is om de bezettingsgraad van de warmhoudkamers te verhogen met behulp van een Decision Support Tool. Het is van belang dat er in de methodologie ook rekening wordt gehouden met het ontwikkelen van de tool zelf. Hierom wordt er afgestapt van de MPSM in dit onderzoek. Wel is er gebruik gemaakt van fase 1 en fase 2 van de MPSM, namelijk de probleemidentificatie en de formulering van de probleemaanpak. Dit is een richtlijn voor het onderzoek en beschrijft onder andere de manier waarop Design Science een rol speelt in dit onderzoek (Heerkens H. , 2012).

2.2 Theoretisch perspectief

Het doel van dit onderzoek is het verhogen van de bezettingsgraad van de warmhoudkamers met behulp van een Decision Support Tool. Hiervoor moet er inzicht worden gekregen in het bedrijfsproces, systemen die het bedrijfsproces ondersteunen en de communicatie tussen de verschillende stakeholders. Aan de hand van de huidige situatie zal er een verbeterde situatie moeten worden ontworpen. Om dit structureel aan te pakken wordt er in deze sectie gekeken naar wat de literatuur ons vertelt over het in kaart brengen, analyseren, verbeteren en ontwerpen van een productieproces.

2.2.1 Hoe kan de huidige situatie rondom de warmhoudkamers in kaart gebracht worden?

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar verschillende datavisualisatiemethodes die kunnen helpen om de situatie rondom de warmhoudkamers in kaart te brengen. Eerst wordt de gekozen methode Bedrijfsproces modelleren toegelicht en vervolgens worden de alternatieve datavisualisatiemethodes aan bod gebracht.

Bedrijfsproces Modelleren

Om een bedrijfsproces goed weer te kunnen geven, wordt er in dit onderzoek gebruik gemaakt van een bedrijfsproces model, ook wel Business Process Model (BPM) genoemd. Bedrijfsproces modelleren is een volwassen discipline met een goed uitgewerkte set van disciplines, methodes en tools die kennis van informatietechnologie, management wetenschap en *industrial engineering* combineren met het doel om bedrijfsprocessen te verbeteren. Het geeft grafisch weer wat voor activiteiten in een proces zitten en is vergelijkbaar met een blauwdruk voor een set bedrijfsprocessen (Aalst, 2016).

Bij BPM is sprake van veel verschillende soorten methodologieën. In **Bijlage E** worden alle verschillende lifescycles volgens Morais (2014) weergegeven in een diagram die strategie vergelijkt met het doel van de deliverable. Het model van Van de Aalst is sterk gerelateerd aan proces automatisatie en het ontwikkelen van informatiesystemen. Ook scoort het, van de modellen die zich richten op het ontwikkelen van informatiesystemen, het hoogst op het strategiemodel. Hierom is er uit alle verschillende methodologiën gekozen voor de methodologie van van der Aalst (2016). De methodologie bestaat uit de volgende stappen:

1. *Process design*: Dit houdt het ontwikkelen van 'AS-IS' of 'TO-BE' models is. Bij 'AS-IS' ontwikkel je een model hoe het nu is en bij 'TO-BE' beschrijf je hoe het beter zou kunnen. Het helpt een onderzoeker om beter inzicht in het proces te krijgen. Het AS-IS model wordt ontwikkeld in hoofdstuk 3 van dit verslag. Het TO-BE model wordt vervolgens weergegeven in hoofdstuk 4 waarin de verbeteringen in het proces staan beschreven.
2. *System configuration*: Dit houdt een voorbereiding van de implementatie van de verbeteringen in. Dit gebeurt bij ontwerpen van het artefact in hoofdstuk 5.
3. *Process enactment*: Dit houdt de implementatie van de verbeteringen in. De implementatie is geen onderdeel van dit verslag en zal uitgevoerd worden door de afdeling Automatisering bij Tata Steel.
4. *Diagnosis*: Dit houdt het monitoren en analyseren van de processen in. Het monitoren en analyseren van de processen is iets aanbevolen wordt om te blijven doen na het onderzoek. Ook zal er een uitgebreide evaluatie worden gedaan met de stakeholders in hoofdstuk 5.

Ontwikkelen van AS-IS model

Het handboek 'Business Process Engineering' beschrijft een methode waar bedrijfsprocessen inzichtelijk kunnen worden gemaakt en dus hoe het AS-IS model kan worden gemaakt. De stappen van deze methodiek worden hieronder beschreven.

1. Afbakenen

Het doel van een analyse wordt hierin duidelijk opgesteld. Het is belangrijk om het probeem en de randvoorwaarden te begrijpen. Ook is het goed om te weten welke actoren, processen en informatie betrokken zijn bij de analyse. Op deze manier wordt voorkomen dat het onderzoek te breed wordt aangezet en worden slechts de relevante aspecten geanalyseerd. De afbakening vindt plaats in hoofdstuk 1 van dit rapport.

2. Bepalen van middelen

Er kunnen concrete analysemiddelen en –technieken worden gekozen. Doormiddel van literatuuronderzoek wordt er gekeken welke analysemiddelen geschikt zijn voor dit onderzoek. Het bepalen van de middelen wordt beschreven in **hoofdstuk 2.2.2**.

3. Modelleren

Na het kiezen van een juiste analysemiddel kunnen de afgebakende processen worden gemodelleerd. In een model worden gedrag, actoren en items van een proces vastgelegd. Het procesmodel wordt in hoofdstuk 3 getoond.

4. Analyseren

Op basis van het model kan er een analyse gemaakt worden van de huidige situatie. Waar zitten de knelpunten in het proces? En wat zijn de oorzaken hiervan? Dit zijn vragen die centraal staan in de analysefase. De analyse van het proces vindt plaats in hoofdstuk 3.2 en geeft antwoord op de onderzoeksvraag: 'Wat heeft invloed op de huidige situatie van de warmhoudkamers?'

5. Evalueren

Na de analyse kunnen de knelpunten afgezet worden tegen de doelstellingen. De knelpunten worden vervolgens gecommuniceerd aan het bedrijf zelf. Dit gebeurt in dit onderzoek nadat de huidige situatie is vastgelegd. Nadat de evaluatie in hoofdstuk 3 heeft plaatsgevonden wordt er in dit hoofdstuk gekeken naar de mogelijke verbeteringen in het procesmodel (Van den Berg, 2008) .

Dashboards

Een andere methode om data te visualiseren om een bedrijfsproces in kaart te brengen is door een "dashboard". Dashboards visualiseren data om deze vervolgens te kunnen analyseren. Voorbeelden van platforms die dit doen zijn "Clickview" en "Tableau". Clickview en Tableau hebben als groot voordeel dat ze interactieve dashboards bieden, welke altijd recente informatie weergeven. Om het bedrijfsproces rondom de warmhoudkamers in kaart te brengen is het niet nodig om alle data rondom het bedrijfsproces te analyseren. Hier gebruikt Tata Steel zelf het programma Elvis al voor. Dit rapporterende systeem kan van een bepaalde periode laten zien hoe de bedrijfsproces prestaties zijn. Een dashboard is te uitgebreid voor de toepassing de huidige situatie rondom de warmhoudkamers in kaart te brengen (Jou, 2006).

Kwantitatieve analyse

Om variabelen in kaart te brengen kan er gebruik worden gemaakt van een kwantitatieve analyse in BiZZ designer. Kwantitatieve analyse is een wiskundige analyse gebaseerd op een precies model van een bedrijfsproces, aangevuld met kwantitatieve invoergegevens. Kwantitatieve analyses staan hierin niet op zichzelf, maar ze vormen onderdeel van de totale analyseaanpak. De aanpak bestaat uit dezelfde stappen als bij bedrijfsproces modelleren beschreven in *hoofdstuk 2.2.1*. Kwantitatieve analyses kunnen verschillende gegevens onderzoeken, namelijk: de bezettingsgraad, de wachttijd en voorraad, het kritieke pad, de alternatieve paden, de doorlooptijd en de kosten. Bij de bezettingsgradenanalyse worden de aankomstfrequentie, de vereiste actorcapaciteit, de gemiddelde doorlooptijd en het gemiddelde aantal personen of producten in de wachtrij onderzocht. Deze vier gegevens zijn niet relevant voor het bezettingsgraad probleem op de afdeling AOV. Om het bedrijf van dienst te zijn is het van belang om op ieder moment te kunnen weten hoeveel vulplakken er bij de breukgevoelige plakken in de warmhoudkamers kan worden gevoegd. Hiervoor zijn live-gegevens in het productieproces van belang en niet gemiddelden. Om deze reden zal een kwantitatieve analyse niet van toepassing zijn op dit onderzoek (Van den Berg, 2008).

Forecasting

Inzicht in aanbod en vraag van staal kan worden verkregen aan de hand van Forecasting. Forecasting algorithmes zijn een toepassing van dynamisch programmeren, een wiskundige procedure voor het oplossen van opeenvolgende beslissingproblemen. De reden waarom er geen gebruik is gemaakt van een forecasting methode is omdat forecasting methodes berusten op wiskundige berekeningen. Het productieproces van staal heeft meerdere onzekerheden. Een forecasting algoritme kan daarom slechts een schatting maken. Het is van belang dat risico's zo veel mogelijk worden gereduceerd. Bovendien wordt het onderzoek gericht op het oplossen van een IT-probleem. Het gebruiken van forecasting methodes wijkt daarom af van het probleem dat gesteld wordt in de probleemstelling (Silver, 2004).

Channel alignment

Channel alignment betekent de aanpassing van planningen, materiaalbewegingen, prijsbepaling op voorraadniveau en andere verkoopstrategieën om alle bewerkingen in de keten op elkaar af te stemmen. Pull control is een systeem waarbij de vraag wordt veroorzaakt door verzoeken van de klant van een werkcentrum. Push-control is een systeem waar beslissingen worden gegeven aan werkcentra die vervolgens de taak moeten uitvoeren en het volgende werkstation moeten leveren. In de productie hebben pull-schema's over het algemeen veel lagere voorraadniveaus dan push-schedules. De kennis over welk systeem wordt gebruikt bij Tata Steel geeft inzicht over de manier van plannen van de bezetting van de warmhoudkamers. Het bedrijfsproces wordt geoptimaliseerd aan de hand van een artefact (Slack, Operations Management, 2013).

Verwerkingsdiscipline

De verwerkingsdiscipline heeft invloed op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers. In dit geval is er sprake van een *priority queuing model*. De wachtrij-methode geeft inzicht en maakt gebruik van de volgende variabelen:

- De aankomst intensiteit van units
- The lengte van de rij van units (eindig of oneindig)
- Dicipline van de rij (*priority queuing model*)
- De servers: De faciliteit die de units verwerkt
- Process rate: De verdeling waarmee de units worden verwerkt

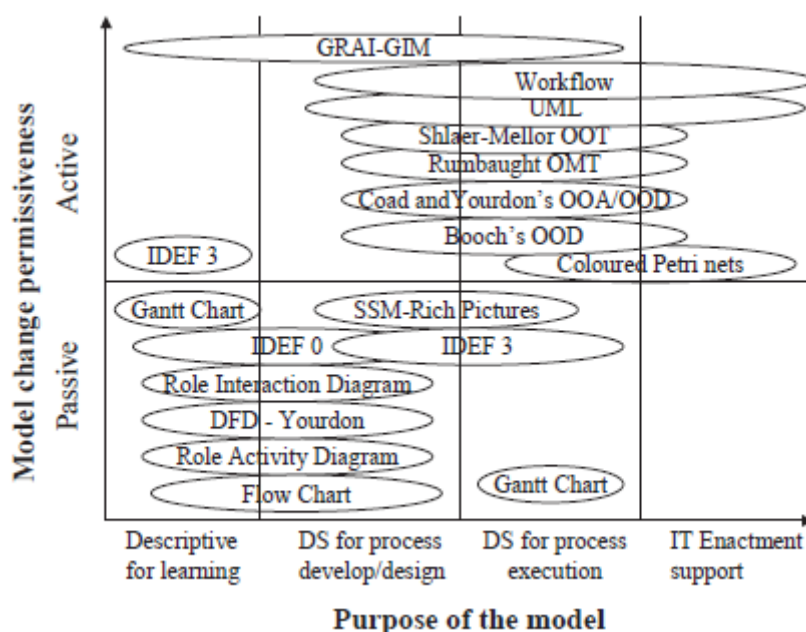
Deze discipline is onder te verdelen in een “*non preemptive priority queuing model*”, waarbij de unit niet verstoord kan worden wanneer het toegetreden is tot de server en in een “*preemptive priority queuing model*”, waarbij de unit wel verstoord kan worden. Hierbij kan een lagere prioriteit unit uit het systeem worden gezet wanneer er een hogere prioriteit unit wordt geleverd (Winston, Operations Research, 2004) . Aangezien er in 2017 een geheel onderzoek is gedaan naar de opslagmethodiek van de warmhoudkamers wordt er in dit onderzoek niet gepoogd om de bezettingsgraad verhogen. Daarom is het verwerkingsdiscipline in dit onderzoek nauwelijks van belang.

2.2.2 Welke modelleermethoden zijn er voor het in kaart brengen van een bedrijfsproces?

Om antwoord te krijgen op de vraag: ‘Welke modelleermethoden zijn er voor het in kaart brengen van een bedrijfsproces?’ wordt er in deze sectie gekeken naar een geschikte methode om bedrijfsprocessen in kaart te brengen.

Modelleermethoden

In de literatuur zijn er meerdere modelleermethoden te vinden. Aguilar-Savén (2003) beschrijft de volgende verschillende bedrijfsmodelleer methodes. Deze staan beschreven in **Bijlage F**.



Figuur 2: klassificatie raamwerk om een bedrijfsproces modelleertechniek te selecteren volgens Aguilar –Savén (2003)

Flow Chart

In *figuur 2* worden alle modelleertechnieken weergegeven in een diagram. Op de horizontale as staat het doel van het model weergegeven en op de verticale as staat de toegankelijkheid van het model.

Voor het in kaart brengen van de situatie rondom de warmhoudkamers is het van belang er een beschrijvend model is voor beslissing support bij het ontwikkelen of ontwerpen van een proces. De modelleer techniek valt in dit specifieke geval in de tweede kolom onder “DS for process develop/design”. Er is geen interactie vereist op het onderzoeksmodel. Daarom wordt de rij “*passive*” voor een geschikte modelleer techniek beschouwd. Het “Role Interaction Diagram”, het “Data Flow Diagram” en het “Role Activity Diagram” geven een zeer beperkt gedeelte van het

productieproces weer. De “Integrated Definition for Function Modelling 3” heeft erg complexe regels en is niet gemakkelijk aan te leren. Het is wenselijk dat de stakeholders de methode begrijpen en kunnen aanpassen waar nodig.

Ook is er eerder vastgesteld dat er gebruikt gemaakt wordt van bedrijfsproces modelleren (BPM) om het proces in kaart te brengen. Een veelgebruikte BPM methode is het maken van flow charts. Een flow chart is een sequentiële grafische weergave van processen. Het gebruikt symbolen om bepaalde processen of gebeurtenissen weer te geven. Flow charts zijn uniek in de mate waarin ze begrijpelijk zijn voor zowel de maker als de gebruiker van de flow chart. Voor het slagen van het onderzoek is het van belang dat de stakeholders het ontwerp begrijpen en ook nog kunnen aanpassen waar nodig. Daarnaast maken flowcharts een flexibele manier van werken mogelijk. Processen kunnen op veel verschillende manieren en niveaus weergegeven worden. Ook dit komt goed van pas gedurende het onderzoek. Er moet op verschillende niveaus bedrijfsprocessen worden geanalyseerd. Om de bovenstaande redenen wordt er gebruik gemaakt van flow charts en niet van een andere bedrijfsproces modelleertechniek (Aguilar-Savén, 2003).

Business Processs Modelling Notation

Het ontwikkelen van flow charts kan worden gedaan met Business Process Modelling Notation (BPMN). BPMN is een stroomdiagrammethode waarmee men alle stappen in een gepland bedrijfsproces van begin tot einde in kaart kan brengen. Het geeft een gedetailleerd visueel overzicht van de werkmethoden en informatiestromen die nodig zijn om een bepaald proces binnen een bedrijf te voltooien. BPMN biedt een gemeenschappelijke taal voor alle belanghebbenden en overbruggt de kloof tussen de kern van het proces en de implementatie ervan door de verschaffing van kwalitatieve informatie en duidelijkheid te geven over de volgorde van de bedrijfsactiviteiten.

De reden dat er wordt gekozen voor BPMN is dat het op dit moment de internationale standaard voor het in kaart brengen van bedrijfsprocessen is. De taal heeft als groot voordeel dat het alle detailniveaus van een bedrijf kan worden weergegeven. Ook kunnen functies die bij de modelleermethodes in *hoofdstuk 2.3.1* RID, DFD en RAD mee worden genomen in het ontwikkelen van een Business Process Model in BPMN. Een ander voordeel van BPMN is dat Tata Steel al bekend is met de taal omdat men gebruik maakt van BPMN in BiZZ Designer. Om deze reden zal BPMN in BiZZdesigner worden gebruikt om de situatie rondom de warmhoudkamers in kaart te brengen.

BPMN is een notatie die door de jaren uitgegroeid is tot de standaard voor het modelleren van bedrijfsprocessen. Bij het gebruik van BPMN krijgen bedrijven inzicht in hun interne bedrijfsprocessen. De grafische voorstellingen maken het gemakkelijk om inzicht te verkrijgen in samenwerkingsverbanden en transacties tussen verschillende processen. Business Process modeling is dus een visualisatiemethode waar processen en workflows inzichtelijk worden gemaakt.

Business Proces Modelling bestaat al sinds 1990. Sinds die tijd is er veel veranderd door de verandering van workflows en bedrijfsprocessen. Tegenwoordig wordt er veel gebruik gemaakt van BPMN 2.0. Ten opzichte van eerdere versies heeft BPMN 2.0 veel meer mogelijkheden om relaties tussen processen, informatiesystemen en processmodellen weer te geven. Ook neemt het onjuistheden in de eerdere systemen weg en legt het meer nadruk op datastromen. Om deze reden zullen we hier alleen BPMN 2.0 bespreken (Chinosi, 2012).

Met de publicatie van BPMN 2.0 in januari 2011 is de ‘native execution of BPMN process models’ toegevoegd. Het doel van deze toevoeging is het verkleinen van de kloof tussen het modelleren van processen aan de ene kant en hun uitvoering door software aan de andere kant. Hoewel BPMN 2.0 vaak alleen wordt gebruikt als datavisualisatietool wordt het in 3 op de 47 Business Process Models

gebruikt als een uitvoerformat. Reden van de het beperkte gebruik is dat dat deze 'native execution' vaak nog een scheve weergave geeft van de realiteit. (Geiger, 2017). Om deze reden wordt er in dit onderzoek slechts gebruik gemaakt van de BPMN datavisualisatie functie (Morais, 2014).

2.2.3 Hoe kan er systematisch onderzoek worden gedaan naar de verbeteringen in een procesmodel?

Nadat het bedrijfsproces in kaart is gebracht met behulp van BPMN wordt er in hoofdstuk 4 van dit rapport weergegeven welke verbeterstappen afgeleid kunnen worden uit het gecreëerde model. Het handboek 'Business Process Engineering' beschrijft naast een methodologie voor het in kaart brengen van een proces (*hoofdstuk 2.2.1*) ook een methodologie voor het verbeteren van een bedrijfsproces nadat deze is gemodelleerd (Van den Berg, 2008). Het TO-BE en dus verbeterde model kan worden gemaakt aan de hand van de volgende stappen:

1. Bepalen reikwijdte

De prioriteiten die gesteld zijn in de evaluatiefase van het ontwikkelen van het procesmodel bepalen de reikwijdte van het herontwerp en bakenen het vervolg van het project verder af. Dit wordt in gedaan in het begin van hoofdstuk 4.

2. Bepalen essenties

Op basis van randvoorwaarden, de procesafbakening en het inzicht in de huidige situatie kan de essentie voor het herontwerp bepaald worden. Deze essenties geven weer wat voor echt te ontwerpen proces moet gelden en vormen een uitgangspunt voor het herontwerp. Ook dit wordt gedaan in hoofdstuk 4 met behulp van een herziend BPMN model.

3. Ontwerpen

Met de ontwerpelementen worden ontwerpen gemaakt van alternatieve bedrijfsprocessen. Eerst worden er zonder beperkingen ontwerpen gemaakt. Dit wordt ook wel divergeren genoemd. Na het divergeren wordt het ontwerp geconvergeert en worden de ontwerpen teruggebracht naar realistische alternatieven. Het realistische ontwerp wordt weergegeven in het herontworpen model in hoofdstuk 4.

4. Vergelijken en kiezen

Afhankelijk van de afspraken die gemaakt zijn met Tata Steel wordt er een definitief ontwerp gekozen en uitgewerkt.

2.2.4 Welke artefact kan een oplossing vormen voor het hoofdprobleem?

Om het ontwerpen van het artefact systematisch uit te voeren is het van belang dat er wordt gekeken naar een artefact dat zowel bij de afbakening van het onderzoek past als bij Tata Steel. Vanuit Tata Steel is aangegeven dat de voorkeur van een Decision Support Tool uitgaat naar een artefact dat kan worden gemaakt in de huidige informatiesystemen. Deze voorkeur komt voort uit de mogelijkheid om het systeem later nog aan te kunnen passen. Ook zijn veel externe systemen zoals Mendix en Tableau niet toegestaan bij Tata Steel wegens privacy gevoelige informatie. Wegens de beperkte tijd en kennis van deze programmeertaal van de huidige gebruikte programma's, wordt het als onmogelijk beschouwd dat het artefact direct kan worden geïmplementeerd in het bedrijf. Daarbij worden er op dit moment verschillende IT-systemen vervangen, die in aanraking komen met dit onderzoek. Als de oplossing op korte termijn geïmplementeerd zou worden, zou dit over twee

maanden opnieuw moeten worden gedaan. Om deze redenen is er gekozen voor het ontwerpen van een Decision Support Tool in UML voor Tata Steel. UML in Enterprise Architecture wordt door de afdeling Automatisering gebruikt wanneer er sprake is van software-ontwerp. Deze afdeling is uiteindelijk verantwoordelijk voor de implementatie van de Decision Support Tools. In overleg met deze afdeling is besloten om UML te gebruiken voor het artefact.

Unified Modelling Language

Er wordt gebruik gemaakt van een work-flow methode Unified Modeling Language (UML) voor het ontwerpen van de Decision Support Tool. Waar BPMN de standaard is voor het modelleren van bedrijfsprocessen, is UML de standaard voor een software ontwerp. UML is een taal voor het specificeren, visualiseren, construeren en documenteren van artefacten van softwaresystemen voor bedrijfsmodellering en andere niet-software systemen. Omdat UML een standaard is, maar bovenal ook gebruikt wordt bij Tata Steel als software ontwerp systeem wordt het software ontwerp gemaakt in UML.

UML behandelt conceptuele aspecten zoals bedrijfsprocessen en systemen, maar ook concrete aspecten als databaseschema's, programmeertalen en herbruikbare software componenten. UML dient als basis voor de weergave van de meeste methoden met behulp van een gemeenschappelijke bouwconstructen en notatie (Aguilar-Savén, 2003).

UML diagrammen

UML bestaat uit negen verschillende diagrammen. Elk diagram toont een specifiek statisch of dynamisch aspect van een systeem. In **Bijlage G** volgt een overzicht van de verschillende mogelijke diagrammen (Aguilar-Savén, 2003).

UML-based Web Engineering Methodology

Voor het maken van een software ontwerp wordt er vaak gebruik gemaakt van de eerste twee stappen van de UML-based Web Engineering Methodology (UWE). De UWE methodologie bestaat uit richtlijnen voor het systematisch en stapsgewijs construeren van modellen. De methode bevat de volgende stappen:

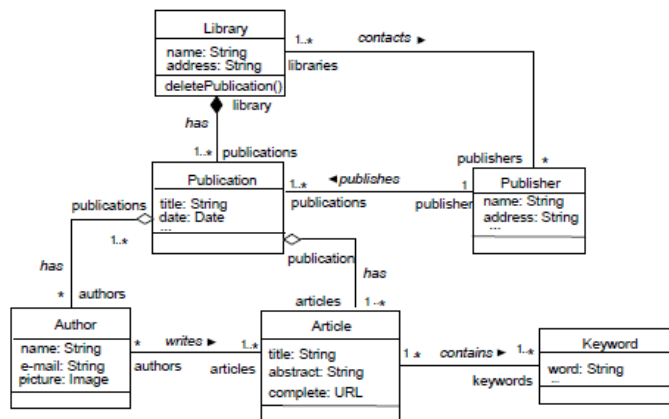
1. Benodigdheden analyse

In deze stap worden de benodigdheden van de software tool beschreven. Dit is in dit onderzoek in *Hoofdstuk 5* beschreven. Om de benodigdheden weer te geven, moet er inzicht zijn in de manier hoe de verschillende software en hardware systemen met elkaar communiceren. Om dit weer te geven, wordt er gebruik gemaakt van een "Deployment Diagram". Omdat er meerdere stakeholders betrokken zijn bij de oplossing van het probleem is het belangrijk om de functionaliteit van het systeem vanuit de verschillende gebruikers weer te geven. Dit gebeurt aan de hand van een Use Case-diagram. Uiteindelijk is het van belang om de operationele werkstroom en beslissingen die door het systeem worden gemaakt weer te geven. Dit wordt gedaan met behulp van een activity diagram. Om inzicht te geven in de benodigdheden van het systeem wordt er dus gebruik gemaakt van een Use-Case diagram, een Activity Diagram en een Deployment Diagram. De symbolen en relaties in dit diagram worden uitgelegd in **bijlage N**.

2. Het opstellen van een conceptueel model

Het opstellen van een conceptueel model kan worden gedaan in UML class diagram. In het conceptuele model worden alle benodigde elementen weergegeven. De meeste elementen in het

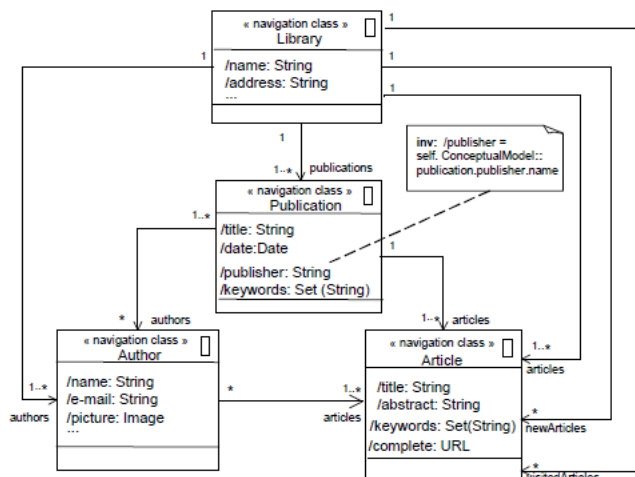
model zijn: *class* en *association*. Een voorbeeld van een conceptueel model staat in *figuur 3* weergegeven. Het conceptuele model is gebaseerd op de Use cases, Deployment Diagrams en Activity diagrams en de gedetailleerde beschrijving hiervan. Het conceptuele model omvat de objecten die betrokken zijn bij de typische activiteiten die gebruikers zullen uitvoeren met de toepassing. Dat wil zeggen de objecten die relevante invoer of resultaat zijn van de activiteit.



Figuur 3: Voorbeeld conceptueel model volgens Koch (2008)

3. Het maken van een navigatiemodel I

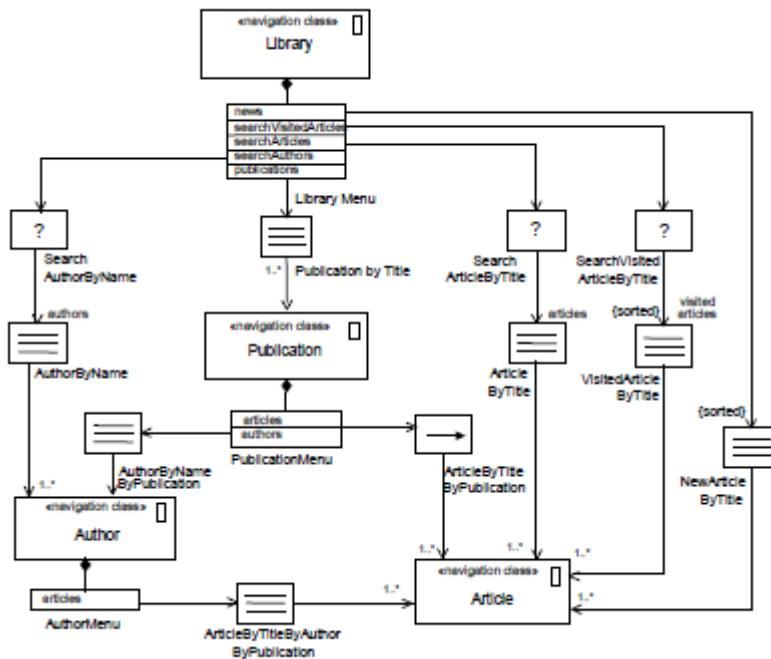
Het eerste navigatiemodel wordt ook wel de “Navigation space model” genoemd. Deze geeft aan welke objecten kunnen worden bezocht door navigatie door de toepassing. Het is een model welke is gebasserd op het analysemodel. In *figuur 4* staat een voorbeeld van een Navigation Space Model.



Figuur 4: Voorbeeld navigation model I volgens Koch (2008)

4. Het maken van navigatiemodel 2

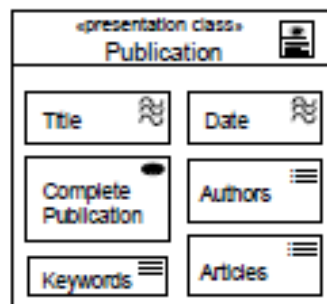
Het tweede navigatiemodel wordt ook wel de “Navigation structure model” genoemd. Deze wordt opgesteld nadat navigatiemodel 1 is afgerond. Deze definieert hoe objecten kunnen worden bereikt. Navigatiemodellen worden weergegeven met klassediagrammen.



Figuur 5: Voorbeeld Navigatiemodel II volgens Koch (2008)

5. Het opstellen van presentatiemodel II

Een bijzondere vorm van een class diagram wordt gebruikt voor het presentatiemodel. Het beschrijft waar en hoe navigatieobjecten en toegangsprimitieven worden gepresenteerd aan de gebruiker van het artefact. Een voorbeeld van zo'n model staat weergegeven in *figuur 6*.



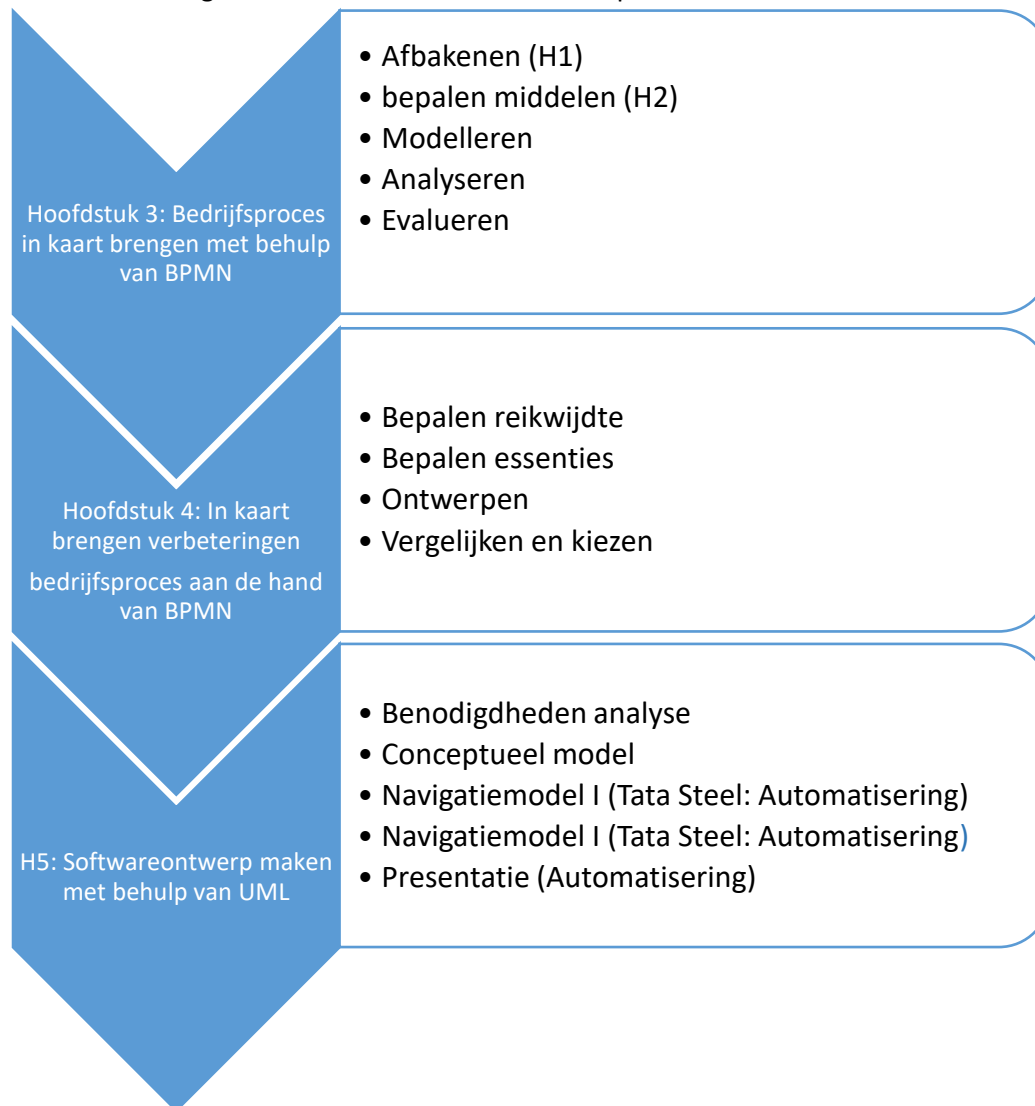
Figuur 6: Voorbeeld presentatiemodel volgens Koch (2008)

De reden dat er geen gebruik wordt gemaakt van de stappen 2 en 3 is dat hier onvoldoende informatie voor beschikbaar is. De afdeling Automatisering van Tata Steel heeft aangegeven dat het systeem erg complex is en dat het daarom niet realistisch is om de benodigde informatie te verkrijgen. Ook staan systemen op het punt om vervangen te worden. Het heeft daarom geen nut om deze navigation models op te stellen aangezien dit nog aangepast zal worden voor het echte ontwerp. Het presentatiemodel kan wel gemaakt worden. Dit zal worden getoond in hoofdstuk 5.3.

2.3 Conclusie

Het theoretisch kader wat de leidraad vormt voor het onderzoek is de Design Science Research Methodologie. Deze bestaat uit de stappen: probleemidentificatie en motivatie (1), het definiëren van de doelen (2), het ontwerpen en ontwikkelen (3), de demonstratie (4), de evaluatie (5) en tot slot: de communicatie (6).

De probleemidentificatie, motivatie en het definiëren van de doelen vindt plaats in hoofdstuk 1. Het ontwerpen en ontwikkelen van het artefact wordt gedaan in hoofdstuk 2 tot en met hoofdstuk 5. Dit proces wordt ondersteund door het literatuuronderzoek dat is gedaan in hoofdstuk 2.2. De stappen die benodigd zijn om het gewenste artefact te ontwikkelen staan samengevat weergegeven in *figuur 7*. Vervolgens zal de demonstratie en de evaluatie worden gedaan in hoofdstuk 6 en 7 en uiteindelijk vormt het verslag de communicatie van het ontwerp.



Figuur 7: Ontwerpen en ontwikkelen

3. Huidige Situatie

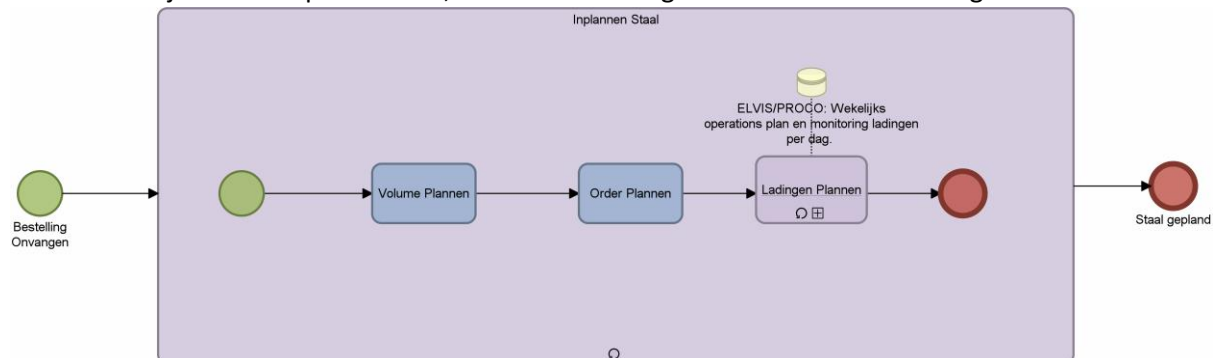
In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de bestaande situatie rondom de warmhoudkamers door twee onderzoeksvragen te beantwoorden. Hoe ziet de huidige situatie van de warmhoudkamers eruit? En wat heeft invloed op de huidige situatie van de warmhoudkamers? Uit de onderzoeksresultaten, uitgevoerd volgens de onderzoeksmethoden die beschreven staan in *hoofdstuk 1.9*, is in dit hoofdstuk een Business Process Model van de huidige situatie opgesteld. In **bijlage O** staat een overzicht weergegeven van de resultaten de interviews.

3.1 Huidige situatie warmhoudkamers

Het in kaart brengen van het proces is gedaan met behulp van het stappenplan uit het handboek Business Proces Engineering, zoals beschreven in *hoofdstuk 2.2.1*. Dit stappenplan bestaat uit het afbakenen, bepalen van middelen, modelleren, analyseren en evalueren van het bedrijfsproces. De afbakening staat beschreven in *hoofdstuk 1.8* en de middelen om het proces vast te stellen zijn bepaald aan de hand van het literatuuronderzoek in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk zijn we toegekomen aan het modelleren, analyseren en evalueren van het bedrijfsproces. Het gehele productieproces van de huidige situatie is gegeven in **bijlage C**.

3.1.1. Inplannen Staal

De afdeling Supply Chain Planning (SCP) is verantwoordelijk voor het inplannen van (breukgevoelig) materiaal. Omdat het stilzetten van het staalproces zeer kostbaar is, wordt er vanuit SCP gestreeft om te allen tijde staal te produceren, zelfs wanneer er geen of verminderde vraag naar staal is.



Figuur 8: Huidig procesmodel inplannen staal door Supply Chain Planning

De planning van staal is gebaseerd op het Sales Forecasting & Operation plan. Hierin wordt aangegeven welke soort staal benodigd is, voor welke klant en wanneer. Het staal kan afhankelijk van wat de klant wenst, variëren in kwaliteit, lengte, breedte en productievolume. Het inplannen van staalproductie begint bij een volumeplanning via *The Longest Path Algorithm (LPA)*. Dit houdt in dat staalplakken die de langste productietijd hebben en dus de langste weg moeten gaan als eerste in worden gepland. Hieruit volgt de route van het staal.

Nadat de route bepaald is, wordt de order ingepland bij orderplanning. Hier wordt een order ingepland aan de hand van de route, capaciteit, doorlooptijd en de prioriteiten in het productieproces.

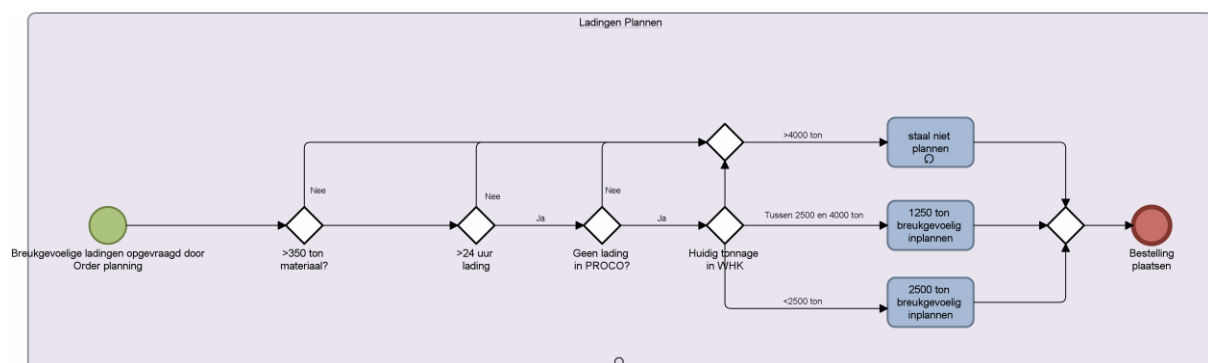
Zoals te zien in *figuur 8* wordt het staal ingepland in een wekelijks Sales & Operation plan. Hierin worden ladingen per dag beschreven. Voor de staalfabriek is dit verwerkt in het programma PROCO. PROCO is een systeem dat aangeeft welke lading staal zich waar in het productieproces bevindt.

ELVIS is een afgeleid programma van PROCO en geeft dezelfde informatie grafisch weer. Bij het plannen van de staalproductie wordt er rekening gehouden met de technische restricties van de staalfabriek. Technische restricties waarmee in de gegeven situatie rekening moet worden gehouden zijn de volgende:

- Er moet meer dan 350 ton materiaal in één lading worden gepland. Voordat vloeibaar staal de continue gietmachine in gaat komt het in een verdeelbak. Elke keer wanneer een nieuwe soort staal in de verdeelbak komt vindt er menging van twee kwaliteiten plaats. Deze menging leidt in veel gevallen tot deklassatie. Om meer deklassatie van staal te voorkomen moet er in één lading minstens 350 ton homogeen staal worden geproduceerd. Wanneer dit niet mogelijk is wordt het staal niet ingepland.
- Er mag per 24 uur niet meer dan 2500 ton breukgevoelig materiaal in de verdeelbak van de continue gietmachine. Door het hoge gehalte van calcium in breukgevoelig materiaal raakt de verdeelbak defect bij een hoger tonnage per 24 uur.
- Wanneer er meer dan 2500 ton staal in de warmhoudkamers ligt mag er geen breukgevoelig materiaal worden ingepland. (Marina Goense, 2017) Deze restrictie komt voort uit de overwegingen, dat het nieuwe breukgevoelige materiaal niet in de warmhoudkamers zou kunnen worden geplaatst. Wanneer dit buiten de warmhoudkamers komt, moet het materiaal schroot worden.
- Wanneer er een lading breukgevoelig materiaal in PROCO/Elvis staat mag er geen nieuwe lading breukgevoelig worden ingepland. Deze restrictie is net als de bovenstaand restrictie gesteld omdat er geen enkel risico mag worden gelopen op het verschromten van plakken.

Op basis van deze restricties moet een keuze worden gemaakt door de afdeling Supply Chain Planning. Het beslissingsproces waar de orderplanner op de afdeling Supply Chain Planning doorheen gaat wordt weergegeven in *figuur 9*.

Uiteindelijk wordt het staal ingepland en ontstaat het wekelijks Sales & Operation Plan waarin ladingen per dag zijn ingepland en gedetailleerd worden weergegeven.

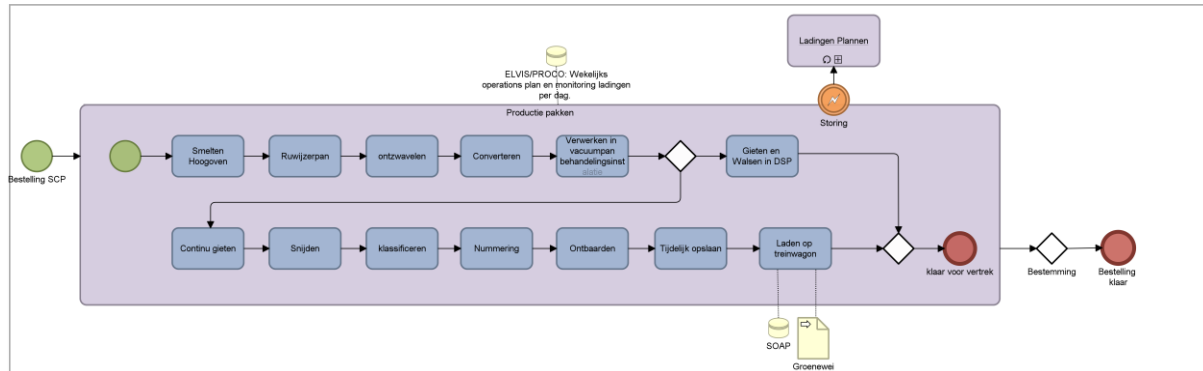


Figuur 9: Huidig procesmodel ladingen plannen

3.1.2 De staalfabriek

Het Sales & Operation plan van de afdeling SCP wordt gecommuniceerd via het programma PROCO. PROCO geeft orders aan alle secties van de staalfabriek. De planning wordt live weergegeven in Elvis.

Alle belanghebbende partijen in de staalfabriek hebben inzicht in ELVIS.



Figuur 10: Huidig procesmodel staalfabriek

Storingen

Omdat staal een erg robuust productieproces heeft treden er wekelijks storingen op in de staalfabriek. De productiecoördinator houdt storingen en discrepanties ten opzichte van PROCO in de gaten en treedt op, wanneer vereist. Wanneer er een storing plaats vindt in bijvoorbeeld de continuegietsmachine, wordt het staal dat daarvoor in het productieproces zit hergepland. Dit doet de productiecoördinator door handmatige invoering.

Productieproces

Het productieproces van staal wordt in hoofdstuk 1.1 uitgelegd en staat weergegeven in *figuur 10*. Ook wordt in hoofdstuk 1.1 ingegaan op de informatie die relevant is voor de situatie van de warmhoudkamers. Na de vacuümpan behandelingsinstallatie gaat een deel van het staal naar de *Direct Sheet Plant (DSP)* of naar de continuegietsmachines (CGM). De DSP giet en verwalst het staal in één keer, waarna het naar de klant kan worden gebracht. Bij CGM wordt het staal in continue staalplakken gegoten. Vanaf het moment dat het staal in de CGM is geweest is het zeker dat het staal in ongeveer drie uur bij de afdeling AOV zal aankomen. Er zijn in totaal twee CGMS die beide twee strengen staal kunnen gieten. Afhankelijk van de afmetingen en kwaliteitvereisten komt het staal bij CG21 of CG22. De verschillende secties in de staalfabriek worden toegelicht in **bijlage I**.

Kwalificeren

Nadat het staal gegoten is wordt het gesneden tot plakken van gemiddeld 12 meter lang. Daarna wordt het staal gekwalificeerd tot afwerkplak, opslagplak of deklassatieplak. Een afwerkplak wordt later op de afdeling AOV begewerkt tot de juiste afmetingen. Een O-plak is direct goed en kan worden opgeslagen of ingezet worden in de warmbandoven. Een deklassatieplak is een plak die daalt in kwaliteit wanneer het staal niet voldoet aan de van te voren ingeplande kwaliteit, lengte of breedte. Deklassatie treedt op bij kleine productiefouten die ontstaan bij een kleine afwijking in het productieproces. Een deklassatieplak wordt ook gewoon opgeslagen bij AOV en wordt later weer gekoppeld aan een order vanuit de warmband-installatie.

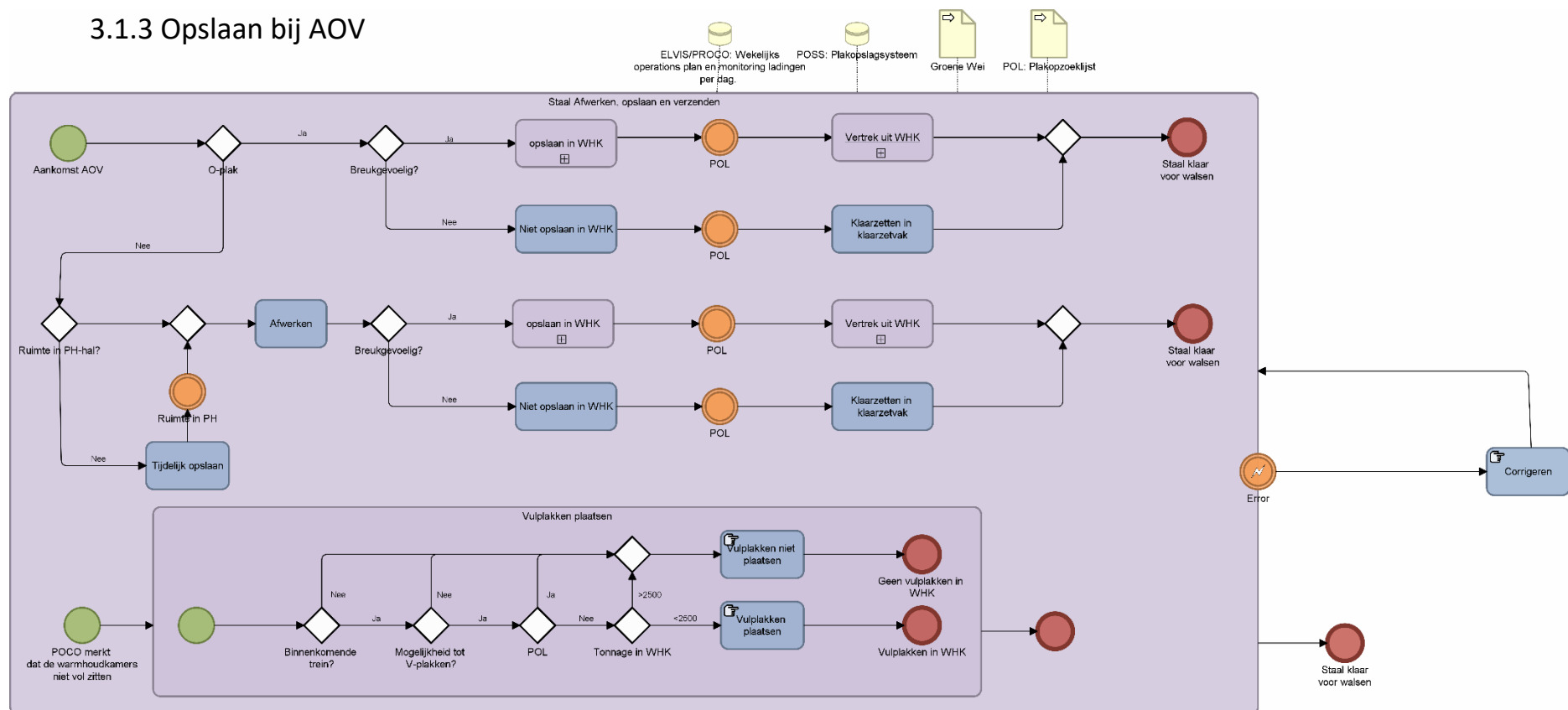
Nummeren, ontbaarden en laden

Na het kwalificeren krijgen de staalplakken een nummering, waarmee ze kunnen worden gevolgd in het systeem; ook zegt deze nummering iets over de verwachte verblijftijd bij de afdeling AOV. Vervolgens worden ze ontbaard en worden de staalplakken tijdelijk opgeslagen voordat ze worden geladen op een treinwagon. Op de treinwagon worden ze via het groenewei principe gestapeld. Dit

principe stapelt homogene plakken met dezelfde kwaliteit, lengte en breedte bij elkaar op een wagon. In de praktijk lukt dit niet altijd, wegens ruimte en tijdgebrek bij de sectie CGM.

SOAP is het ondersteunende programma voor het laden van de trein. Wanneer het staal vertrekt wordt dit via een bericht gecommuniceerd naar de plakopslag coördinator op de afdeling AOV. Deze houdt zich bezig met de opslag en het efficiënt indelen van de afdeling AOV. Met deze melding weet hij dat er binnen 15 minuten een nieuwe trein aankomt bij AOV. Niet alle plakken zijn bestemd voor de afdeling AOV. Er zijn ook plakken die aan derden worden afgeleverd.

3.1.3 Opslaan bij AOV



Figuur 11: Huidig procesmodel afdeling Afwerken, opslaan en verzenden

In deze sectie wordt het opslaan, afwerken en verzendproces op de afdeling AOV beschreven. Het procesmodel dat hierbij hoort staat weergegeven in *figuur 11*.

Het plakopslagsysteem

Het efficiënt opslaan op de afdeling AOV wordt gedaan door het Plak Opslag Systeem (POSS). In POSS de opslagmethodiek van de warmhoudkamers. De kraanmachinisten voeren de orders uit en plaatsen de staalplakken in de juiste hal op de juiste stouw. Aangezien POSS een verouderd systeem is, houdt de plakopslag coördinator zowel POSS als de kraanmachinisten in de gaten (zie **Bijlage H** de organisatiestructuur op de afdeling AOV). De plakopslagcoördinator stuurt het systeem bij waar nodig of waar hij kansen ziet om het proces efficiënter te laten verlopen. Ook communiceert hij met de kraanmachinisten.

Afwerken of opslaan

Zoals eerder beschreven wordt een kwartier van te voren doorgegeven dat er een trein met plakken aankomt vanaf de sectie CGM. Bij aankomst wordt er door POSS per plak bekeken of er sprake is van O-plak of een A-plak. Wanneer er sprake is van een O-plak wordt de plak opgeslagen. Om de locatie van de plak vast te stellen wordt er gekeken naar een aantal eigenschappen van de plak. In deze situatie wordt er gekeken of de plak breukgevoelig is. Wanneer dit het geval is, dan wordt een breukgevoelige plak zo snel mogelijk in de warmhoudkamer geplaatst. De opslagmethodiek van de warmhoudkamers berust voor een groot deel op het eerder beschreven “groenewei” principe. De opslagmethodiek van de warmhoudkamers wordt beschreven in **bijlage J**.

Wanneer er sprake is van een O-plak en een niet-breukgevoelige plak wordt de plak niet opgeslagen in een warmhoudkamer maar in een andere hal. Aan de hand van een observatieonderzoek is er een plattegrond gemaakt van de afdeling AOV (**bijlage K**). Wanneer er sprake is van een A-plak wordt deze afgewerkt in de PH-hal. De plakken worden daar zo snel mogelijk afgewerkt en vervolgens worden ze behandeld als een O-plak en worden ze opgeslagen aan de hand van de opslagmethodiek in POSS.

Vulplakken plaatsen

Een speciale taak van de plakopslag coördinator is zoals eerder vermeld het plaatsen van vulplakken in de warmhoudkamers. Op het moment is er een aantal voorwaarden waaraan de situatie moet voldoen, voordat er vulplakken in de warmhoudkamers kunnen worden geplaatst.

- Allereerst moet er sprake zijn van een binnenkomende trein. Het plaatsen van vulplakken kost minder tijd en kraanhandelingen als de plakken direct van de trein door worden vervoerd naar de warmhoudkamers. Om deze reden kunnen vulplakken slechts geselecteerd worden wanneer er sprake is van een binnenkomende trein. (Heijne, 2018)
- Daarnaast moeten er vulplakken aanwezig zijn in de aankomende trein. Wanneer er op een binnenkomende trein minstens vier homogene plakken liggen, zijn er genoeg vulplakken aanwezig. Dit is op dit moment de voorwaarde voor het vullen van de warmhoudkamers. Voordeel van vier homogene plakken is dat ze in één hijs kunnen worden geplaatst in de warmhoudkamers. (Heijne, 2018)
- Er mag op het moment van het besluit geen plakopzoeklijst (POL) zijn die plakken uit de warmhoudkamers opvraagt. Een plakopzoeklijst is een lijst vanuit de warmband walserij waarbij plakken worden opgevraagd bij AOV om verwalst te worden. Bij een POL worden de gevraagde plakken vanuit de warmbandwalserij klaargezet in een klaarzetvak op AOV. Wanneer er plakken uit de warmhoudkamers worden gevraagd, komt er een automatische

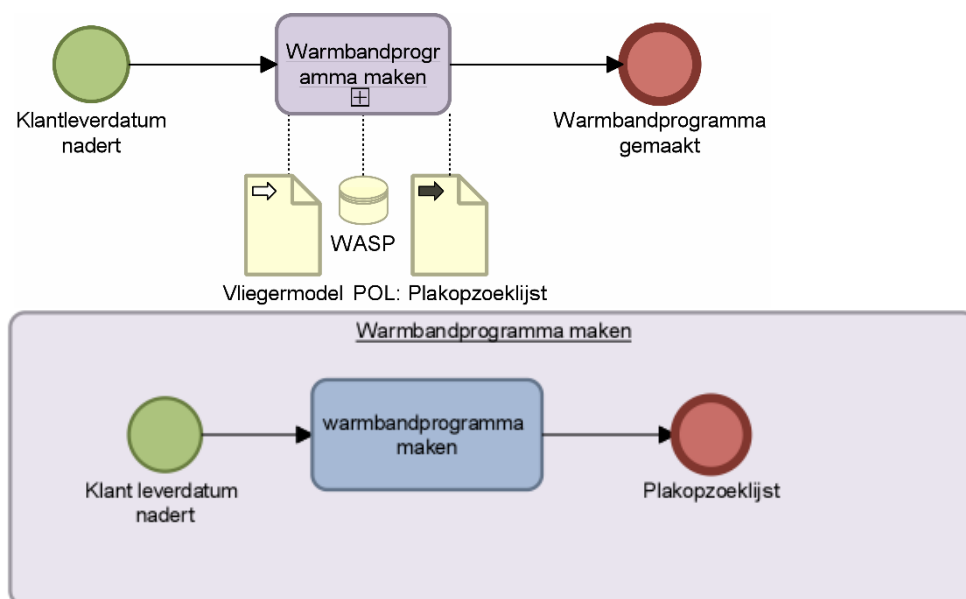
blokkade te staan op de stouwen waarin de gevraagde plak zich bevindt. Dit houdt in dat er op het moment van de blokkade geen plakken op deze stouwen mogen worden geplaatst. Ook is er een kans dat de plakken moeten worden vrijgespit. Uit onderzoek is gebleken dat het baat om geen plakken in de warmhoudkamers te plaatsen wanneer er een POL is. (Vromen, 2016). Vanaf het moment dat er een POL is aangevraagd vanuit SCP duurt het gemiddeld 7 uur voordat alle plakken in het klaarzetvak liggen. Gedurende deze 7 uur kunnen er dus geen vulplakken worden geplaatst. Om deze reden is er een regel gesteld dat bij meer dan 3000 ton in de warmhoudkamer geen plakken die in de warmhoudkamers mogen worden geprogrammeerd op het moment dat er binnen 4 uur ander breukgevoelig materiaal wordt gegoten en tijdens het gieten van ander breukgevoelig materiaal. In **bijlage L** wordt grafisch weergegeven waar deze getallen op gebaseerd zijn (Vromen, 2016).

- Wanneer er meer dan 2500 ton staal in alle warmhoudkamers ligt mogen er geen vulplakken worden geplaatst. Deze restrictie is gesteld, omdat men geen risico wil lopen op het verschroten van breukgevoelig materiaal wanneer deze buiten de warmhoudkamer moeten worden geplaatst (plakopslag coördinator, AOV).

De plakopslag coördinator plaatst de vulplakken op momenten dat hij zelf denkt dat dit een goed moment is. Vaak is daarvoor de aanleiding dat de warmhoudkamers leeg zijn en er aan de bovenstaande voorwaarden wordt voldaan. Toch gebeurt dit in deze situatie lang niet altijd. De plakopslag coördinator heeft er niet direct baat bij om de warmhoudkamers te vullen met vulplakken. Het kan meer spitwerk opleveren en het kan tot een beperkte kraanbeschikking leiden. De plakopslag coördinator heeft zijn prioriteiten liggen bij het aanleveren van POL-en en het legen van de treinen die van de CGM komen (plakopslag coördinator, AOV) .

Verzenden

Behalve dat er op de afdeling AOV plakken worden opgeslagen en afgewerkt, worden ze ook verzonden naar de warmbandwalserij. Dit gebeurt via een warmbandprogramma dat gemaakt is door de afdeling SCP. Het proces staat weergegeven in *figuur 12*.

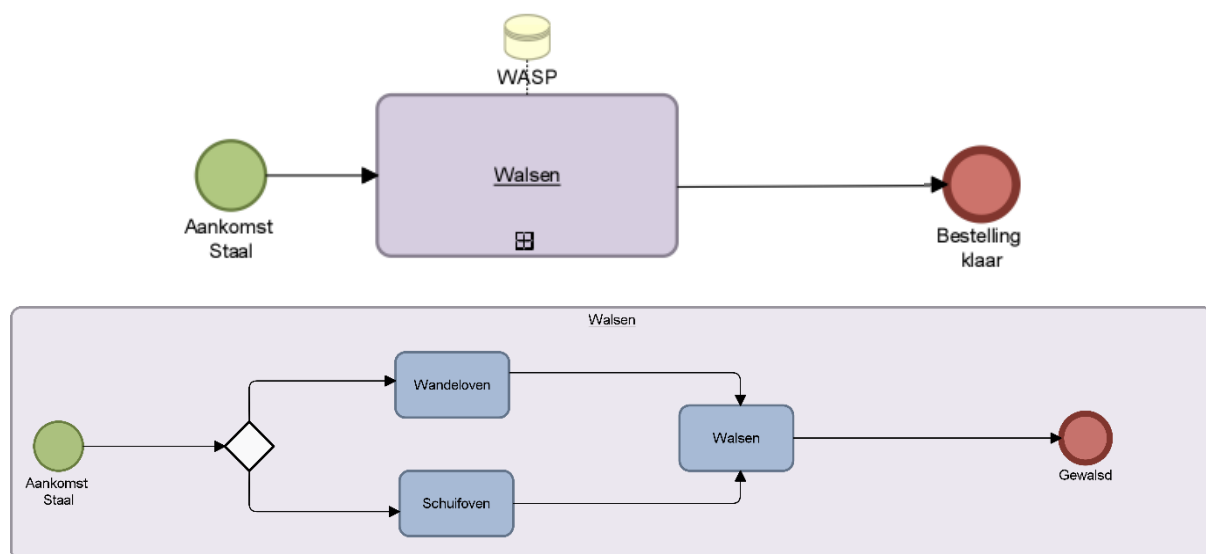


Figuur 12: Huidig procesmodel warmbandprogramma maken

De afdeling SCP is verantwoordelijk voor de planning en dus ook voor de tijdige aankomst bij de klant. Wanneer de klantleverdatum nadert, maakt SCP een warmbandprogramma voor de komende 24 uur. Dit programma wordt gecommuniceerd via het programma WASP. Hierin staan gemiddeld 8 uur van te voren de precieze tijden aangegeven van wanneer welke plak moet worden verwalst. Aan de hand van het warmbandprogramma wordt er een plakopzoeklijst (POL) opgesteld voor de afdeling AOV. Er wordt gekeken welke plakken er op AOV liggen en waar deze plakken liggen. Hierbij probeert de warmbandprogrammeur rekening te houden met de spitfactor op de afdeling AOV. De POL wordt gecommuniceerd aan het POSS. POSS zorgt ervoor dat de kraanmachinisten worden aangestuurd tot het aanvoeren van de juiste plakken in het klaarzetvak. Soms is het vanwege beperkte kraancapaciteit en een hoge spitfactor in een POL onmogelijk om een bepaalde plak ergens vandaan te halen bij AOV. In dit uitzonderlijke geval kan de plakopslag coördinator aangeven dat het niet gaat lukken om die plak in de POL te verwerken. Dit is geen gewenste situatie. Deze staalplak en het staalproduct dat gemaakt wordt, komt in dit geval niet optijd bij de klant. (Orderplanner, SCP)

3.1.4 De Warmbandwalserij

Als de POL compleet is worden de staalplakken ingezet in de warmbandoven. Hier worden de staalplakken op de juiste walstemperatuur gebracht (Productiemanager, AOV). Vervolgens worden de plakken verwalst tot de gewenste dikte en worden de nodige afwerkingen gedaan. Dit wordt



Figuur 13: Huidig procesmodel walsen in de warmbandwalserij

gedaan aan de hand van het vliegermodel. Het vliegermodel vraagt de minst brede plakken van een serie eerst gevolgd door steeds bredere plakken, daarna neemt de breedte weer af waardoor er een vliegervorm ontstaat. Dit heeft te maken met de instellingen van de wals in de Warmbandwalserij (Orderplanner, SCP). Het programma die het walsen ondersteunt is WASP. In **bijlage M** wordt het programma WASP toegelicht. Na het walsen kan het staal naar de klant vervoerd worden. In *figuur 13* staat dit proces beschreven.

3.2 Analyse van huidige situatie

Op basis van het procesmodel in hoofdstuk 3.1 kan er een analyse gemaakt worden van de huidige situatie. Waar zitten de knelpunten in het proces? En wat zijn de oorzaken hiervan? Dit zijn vragen die centraal staan in hoofdstuk 3.2. Er wordt antwoord gegeven op de vraag: 'Wat heeft invloed op de huidige situatie van de warmhoudkamers?'

3.2.1 Inplannen staal

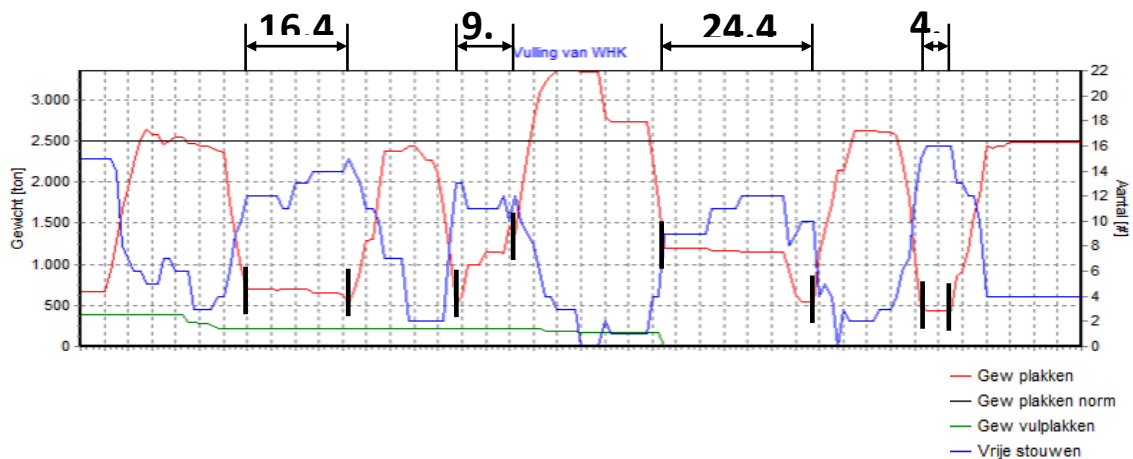
Het inplannen van staal heeft invloed op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers. Zoals in het overzicht in *figuur 9* te zien is, is de afdeling SCP verantwoordelijk voor het inplannen van breukgevoelige plakken. Opvallend in deze situatie is dat er voor het inplannen van de breukgevoelige plakken wordt gekeken naar het totale tonnage van staal in de warmhoudkamers. De warmhoudkamers hebben een capaciteit van 7500 ton. Doordat het tonnage als meetfactor wordt genomen, blijft de gemiddelde bezettingsgraad onder de 33%. Een interessante variabele die hier ook nog extra invloed heeft is dat het inplannen van breukgevoelig materiaal handmatig gebeurt. Wanneer het door de restricties niet mogelijk is om breukgevoelig materiaal te produceren wordt dit in de wacht gezet. Vervolgens moet iemand handmatig invoeren, wanneer het mogelijk is om breukgevoelig materiaal te gaan produceren. Een andere factor die bij het inplannen van staal invloed heeft op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers is dat er gebruik wordt gemaakt van de vulgraadmonitor in POSS. Deze vulgraadmonitor geeft slechts de huidige en voormalige situatie van de warmhoudkamers weer. Er is geen inzicht in wat er in de toekomst opgevraagd zal worden vanuit de warmbandwalserij, terwijl de warmbandprogramma acht uur voor het walsen bekend is. Tenslotte geeft de afdeling SCP aan dat zij elke 24 uur breukgevoelig materiaal willen inplannen. In de praktijk gebeurt dit niet.

3.2.2 De staalfabriek

Doordat staal een erg robuust productieproces heeft, komt het vaak voor dat er een storing is in de staalfabriek. Een andere onzekerheid in de planning van het staal is het behoud van kwaliteit van het staal. Doordat staal erg strenge productierestricties heeft, voldoet het productieproces hier niet altijd aan. Het staal deklasseert in deze situatie. Door deze twee factoren is het vanaf na de continuegiemachine (+/- 3 uur van te voren) pas duidelijk welke kwaliteit, lengte, breedte en hoeveelheid staalplakken er richting de afdeling AOV komt (Process en product technologist, KTO). Gemiddeld 85% van de plakken komt aan zoals ze door Supply Chain Planning bedoeld zijn. De andere plakken verschromen of krijgen een andere classificatie. Om deze reden is het belangrijk dat er een veiligheidsmarge is waarmee het staal arriveert zoals verwacht. Op dit moment zorgt deze onzekerheid voor het structureel *niet plaatsen* van vulplakken.

3.2.3 Opslaan bij AOV

De plakopslagcoördinator heeft weinig zekerheid bij het inplannen van eventuele vulplakken. Om deze reden worden deze vrijwel nooit geplaatst. Deze onzekerheid heeft dus invloed op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers. De onzekerheid komt onder andere voort uit de onduidelijkheid in productieplanning. Dit is goed te zien in *figuur 14*.



Figuur 14: Vulgraadmonitor tweede week november 2017

In deze grafiek wordt het gewicht van het totaal aantal plakken in de warmhoudkamer afgezet tegen de norm van het gewicht. Ook is een overzicht van het aantal vrije stouwen en het gewicht in vulplakken zichtbaar. Boven de grafiek staan de intervaltijden in uren tussen het vullen en legen van de warmhoudkamers. Zoals zichtbaar is er een groot verschil in de intervaltijden. De afdeling AOV heeft ongeveer 24 uur van te voren inzicht in welk staal aankomt. Ook krijgt zij pas bij het opvragen van een POL in POSS inzicht in welke plakken vertrekken. Hierdoor is het erg lastig voor een plakopslagcoördinator om in te schatten of het baat om vulplakken te plaatsen. Men weet immers niet hoe groot het interval is, waarin ze zitten en wanneer er weer een lading vertrekt of arriveert. Het is mogelijk dat de vulplakken de warmhoudkamer snel weer moeten verlaten, omdat er daar niet genoeg ruimte is. Dit zorgt voor een onwenselijke situatie waarin er onnodige kraanbenutting plaats vindt en de plakopslag coördinator ook nog vaak moet ingrijpen.

Een factor die het plannen voor de plakopslag coördinator moeilijker maakt, is dat er een blokkade op de warmhoudkamers wordt gezet wanneer er POL-plakken tussen zitten. Dit leidt ertoe dat plakken niet altijd kunnen worden geplaatst.

Een andere factor die invloed heeft op de bezettingsgraad van de warmhoudkamer op de afdeling AOV is dat het opvragen van vulplakken handmatig en op willekeurige momenten plaats vindt. De plakopslag coördinator heeft dus als taak om de warmhoudkamers aan te vullen met breukgevoelig materiaal. De prioriteit van de plakopslag coördinator ligt echter bij het aanvoeren van de warmbandwalserij. Dit is om te voorkomen dat de warmband moet worden stilgezet of dat een gietmachine moet worden afgeregeld doordat er geen wagons beschikbaar zijn op de afdeling CGM. Activiteiten die dienen tot de bovengenoemde doelen, hebben prioriteit. Wanneer alle kranen bezet zijn, zal het plaatsen van vulplakken in de warmhoudkamer vervallen. Samen met de onduidelijke planning zorgt dit ervoor dat het aantal vulplakken beperkt blijft en dat de gewenste bezettingsgraad gemiddeld lager dan 33% is.

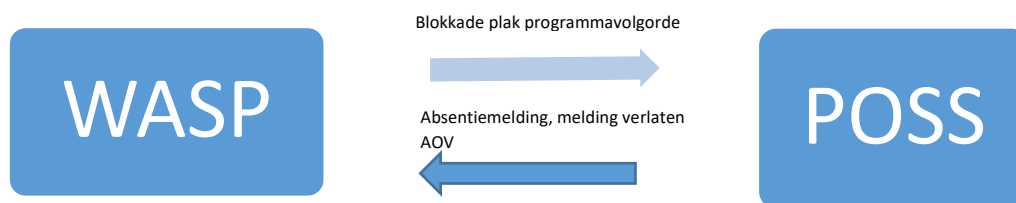
Daarnaast is er een technische factor die de bezettingsgraad van de warmhoudkamers beïnvloed. De warmhoudkamers zijn gemiddeld 345 dagen per jaar beschikbaar. De overige dagen is er sprake van een storing in de warmhoudkamers. Door deze storing gaat de gemiddelde bezettingsgraad per maand omlaag.

Ten slotte is het opmerkelijk dat een verkleinde SP-hal (gebouw bij CGM), zorgt voor een minder gunstige belading van treinen. Hierdoor kunnen er minder plakken tot V-pak worden gelabeld. Door een eerder ingevoerde regel dat vulplakken van de trein minimaal een stouw van 4 hoog moeten

vormen, komt het nu voor dat er treinen binnenkomen waarbij er slechts één of zelfs geen stouw V-plakken kan worden gemaakt.

3.2.4 De warmbandwalserij

De planning van de warmbandwalserij zorgt voor een onzekere forecast van het vertrekken van staal uit de warmhoudkamer. Hierom bestelt Supply Chain Planning pas weer breukgevoelig materiaal wanneer de warmhoudkamers leeg zijn. Reden van de onzekerheid is dat de samenwerking tussen de warmband en AOV relatief eenzijdig is. De warmband programmeur maakt een planning, en houdt daarbij weinig rekening met de situatie op de afdeling AOV. Er wordt alleen gekeken of de plakken die geprogrammeerd worden, aanwezig zijn op AOV. Daarnaast zoekt POSS een plak die zo min mogelijk spitwerk oplevert. Supply Chain weet dus niet bij het inplannen van breukgevoelig materiaal, wanneer het breukgevoelige materiaal de warmhoudkamers verlaat. Om geen risico te lopen wordt het breukgevoelige materiaal pas weer ingepland wanneer de warmhoudkamers leeg zijn. In *figuur 15* is te zien informatie wordt uitgewisseld met WASP van de warmband walserij en POSS van AOV.



Figuur 15: informatieuitwisseling POSS en WASP

3.2.5 Interne communicatie tussen stakeholders

Een belangrijk aspect, dat niet naar voren komt in het bedrijfsmodel is de interne communicatie tussen de verschillende afdelingen. Interne communicatie en afstemming tussen de afdeling AOV, Automatisering en Supply Chain Planning is erg belangrijk en heeft op dit moment een negatieve invloed op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers. Opvallend is dat veel informatie wel beschikbaar is, maar niet gedeeld wordt tussen de betrokken afdelingen. Een voorbeeld daarvan is de tijd dat bepaalde staalplakken verwalst zullen worden. Zowel SCP als AOV zouden deze informatie goed kunnen gebruiken. De informatieuitwisseling beperkt zich nu nog tot het melden van plakblokkades, absentiemeldingen en meldingen wanneer een plak de afdeling AOV verlaat (*figuur 15*). Wanneer er eerder zicht is in het warmbandprogramma, weet de afdeling SCP eerder wanneer er weer breukgevoelig materiaal kan worden geproduceerd. Ook weet de afdeling AOV door deze nieuwe informatie in hoeverre het mogelijk is om vulplakken te plaatsen.

4. Verbeteringen

Nu de huidige situatie in beeld is gebracht en er een uitgebreide analyse op het procesmodel is gedaan, kan er gekeken worden naar een gewenste situatie voor Tata Steel. Hierbij wordt er rekening gehouden met eisen vanuit de afdeling Automatisering en AOV. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag: “Hoe kan de bezettingsgraad van de warmhoudkamers verhoogd worden doormiddel van bedrijfsproces optimalisatie?”

4.1 Mogelijkheden tot verbetering

Concluderend uit hoofdstuk 3 is er een aantal factoren die een negatieve invloed hebben op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers. Deze factoren staan gegeven in *figuur 16*. Aan de hand van deze factoren wordt er in dit hoofdstuk een oplossing gegeven voor het probleem. Sommige problemen zijn niet oplosbaar gebleken binnen het onderzoekskader.

Factoren die een negatieve invloed hebben op de bezettingsgraad van de warmhoudkamer

Inplannen staal

Verantwoordelijk: Orderplanner

- Handmatig inplannen van breukgevoelig materiaal leidt tot lagere productie breukgevoelige kwaliteiten.
- Verkeerde indicator voor het inplannen van breukgevoelig materiaal en het plaatsen van vulplakken.
- De afdeling SCP geeft aan dat zij elke 24 uur breukgevoelig materiaal willen inplannen. In de praktijk gebeurt dit niet.

De staalfabriek

Verantwoordelijk: Productiecoördinator

- Deklassatie leidt tot onduidelijke productieforecast bij AOV.
- Storingen leiden tot onduidelijke productieforecast bij AOV.

Opslaan bij AOV

Verantwoordelijk: Plakopslag coördinator

- Weinig inzicht in aankomsttijden en vertrektijden van staal met bestemming warmhoudkamer leidt tot onzekerheid voor plakopslagcoördinator.
- Prioriteit voor de plakopslag coördinator ligt bij het aanvoeren van de warmbandwalserij en het lossen van de treinen, niet bij het plaatsen van vulplakken.
- Handmatig aanwijzen van vulplakken leidt tot het minder plaatsen van vulplakken.
- Mogelijkheid tot het plaatsen van de vulplakken wordt beperkt door te weinig tijd en ruimte bij het laden van de treinen.
- De warmhoudkamers zijn slechts 345 dagen per jaar in werking. De andere dagen is er sprake van een storing.

De warmbandwalserij

Verantwoordelijk: productieplanning

- De onvolledige informatieoverdracht tussen de warmbandwalserij, de orderplanner en de plakopslag coördinator zorgt voor onzekere productieforecast van de warmbandwalserij.

Figuur 16: factoren die invloed hebben op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers

4.2 Verbeteringen bedrijfsproces model

Zoals in hoofdstuk 2 is gesteld is het van belang om verbeteringen in het procesmodel systematisch door te voeren. Na het evalueren van het model in hoofdstuk 3.2 wordt er nu een ontwerp opgesteld via de stappen die in hoofdstuk 2.2.3 beschreven staan.

4.2.1 Reikwijdte

De volgende randvoorwaarden zijn opgesteld door Tata Steel.

1. Breukgevoelige plakken mogen maximaal 3 uur buiten de warmhoudkamer liggen (let op: Het plaatsen van de breukgevoelige plakken naast de warmhoudkamers mag alleen bij geval van uitzondering en is niet wenselijk)
2. Geprogrammeerde plakken moeten op tijd beschikbaar zijn voor de WB2
3. Leverbetrouwbaarheid van BG-kwaliteiten mag niet in gevaar komen
4. Een stouw moet 'veilig' gestapeld worden, waarbij kwaliteit van plak gewaarborgd is. Hierbij wordt bedoeld op de regels rondom lengte en breedte. Kromtrekken, beschadigingen en overige interne spanningen in de plakken dienen hiermee voorkomen te worden.

In *figuur 17* staan de doelen van de oplossing die samen met Tata Steel, na het onderzoek in hoofdstuk 3, zijn opgesteld.

Doelen van de oplossing

1. De oplossing moet inzicht geven in het tijdstip dat er nieuwe breukgevoelige plakken kunnen worden besteld van uit SCP.
2. De oplossing moet inzicht geven aan de plakopslag coördinator wanneer er vulplakken in de warmhoudkamers kunnen worden geplaatst.
3. De oplossing moet gebruiksvriendelijk en begrijpelijk zijn.
4. De oplossing moet later nog door Tata Steel aan te passen zijn.
5. De oplossing moet voldoen aan de eisen die Automatisering stelt.
6. De oplossing moet voldoen aan de eisen van mijn begeleidster.
7. De oplossing moet goed onderbouwd zijn.
8. De oplossing moet de vulgraad van de warmhoudkamers verhogen.

Figuur 17: Doelen van de oplossing opgesteld met Tata Steel

4.2.2 Essenties

Aan de hand van de randvoorwaarden in *hoofdstuk 4.2.1*, de procesafbakening in *hoofdstuk 1.1.8* en het inzicht in de huidige situatie in hoofdstuk drie kan de essentie van het ontwerp worden vastgesteld.

Het procesontwerp is gericht op het verbeteren van het besluitmodel rondom het plaatsen van vulplakken op de afdeling AOV en op het bestellen van staal bij order planning op de afdeling AOV. Ook zullen er nodige toevoegingen worden gedaan wat betreft de communicatie tussen verschillende informatiesystemen bij Tata Steel.

4.2.3 Verbeterd ontwerp procesmodel

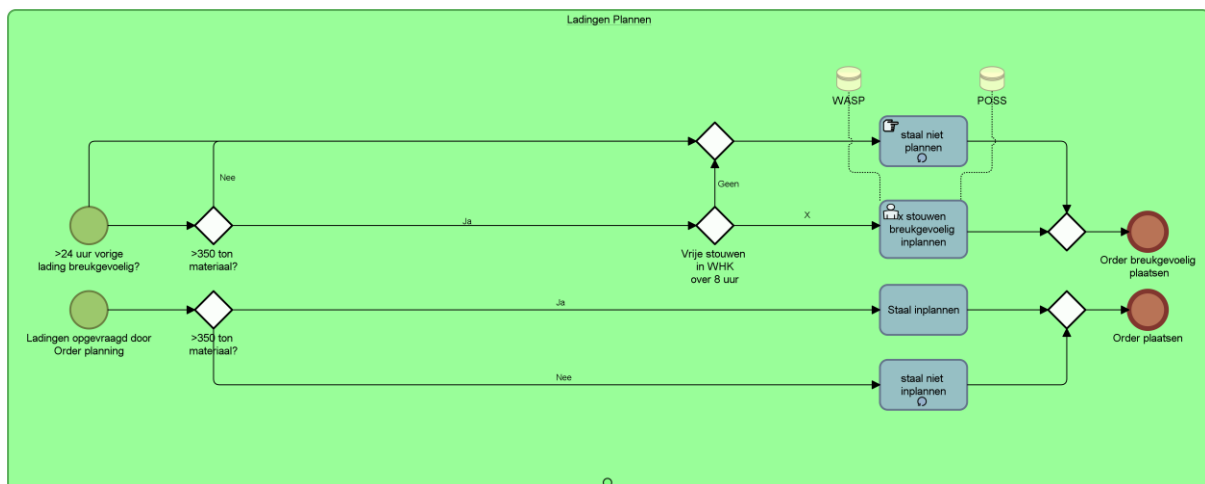
Er is na beschouwen van verschillende oplossingen gekozen voor het verhogen van de bezettingsgraad van de warmhoudkamers. In hoofdstuk 5 worden deze oplossingen uitgewerkt in een werkinstructie voor Tata Steel. Het in **bijlage C** beschreven procesmodel voldoet aan alle doelen en randvoorwaarden die hierboven zijn gesteld. Alle groen gearceerde gebieden zijn verbeteringen ten opzichte van het huidige procesmodel.

Inplannen staal

Er zijn meerdere verbeteringen mogelijk bij het inplannen van breukgevoelig materiaal. In *figuur 18* staat de verbeterde orderplanning beschreven. Omdat het gewenst is om elke 24 uur breukgevoelig staal op te vragen (orderplanner, SCP) is het goed om de activiteit 'inplannen van staal'

gestructureerd te starten op het moment dat het inplannen van breukgevoelig materiaal 24 uur later is dan de vorige lading die gepland was. Een andere verbetering is de indicator tonnage om te zetten in vrije stouwposities in de warmhoudkamer. Ook moet er in plaats van tonnages, stouwposities ingepland worden. Door het groenewei principe komen homogene plakken bij elkaar te liggen. Wanneer er nieuw staal wordt gepland dient er een inschatting gemaakt te worden waarin te zien is wat het verwachte aantal bezette stouwposities is wat de nieuwe lading gaat innemen. Wanneer dit aantal kleiner is dan het aantal vrije stouwposities is het zeker dat breukgevoelig ingepland kan worden.

De input die de afdeling SCP nodig heeft om dit te kunnen berekenen komt uit WASP en POSS. WASP geeft aan welke plakken over maximaal 8 uur uit de warmhoudkamer worden gehaald. Wanneer dit duidelijk is in combinatie met daarbij de informatie van POSS waar het materiaal uit de warmhoudkamers weg wordt gehaald is bekend hoeveel stouwposities er vrij komen bij de POL. Met deze informatie weet de afdeling SCP al 8 uur van te voren hoe de warmhoudkamers er uit zien. Een laatste verbetering die veel kan betekenen voor het inplannen van breukgevoelig materiaal is dat het inplannen niet meer geheel handmatig gaat. Het zou goed zijn wanneer er 24 uur nadat er een lading breukgevoelig materiaal in de verdeelbak is geweest een melding komt bij SCP. Deze melding blijft vervolgens elk uur terugkomen totdat er weer nieuw breukgevoelig materiaal is ingepland. Bij deze melding is het goed om de benodigde informatie die nodig is voor het inplannen van breukgevoelig materiaal in een overzicht te presenteren aan de gebruiker, zodat deze hier niet veel tijd aan kwijt is en toch een onderbouwde keuze kan maken voor het inplannen van de plakken.



Figuur 18: Vernieuwd procesmodel inplannen breukgevoelig staal

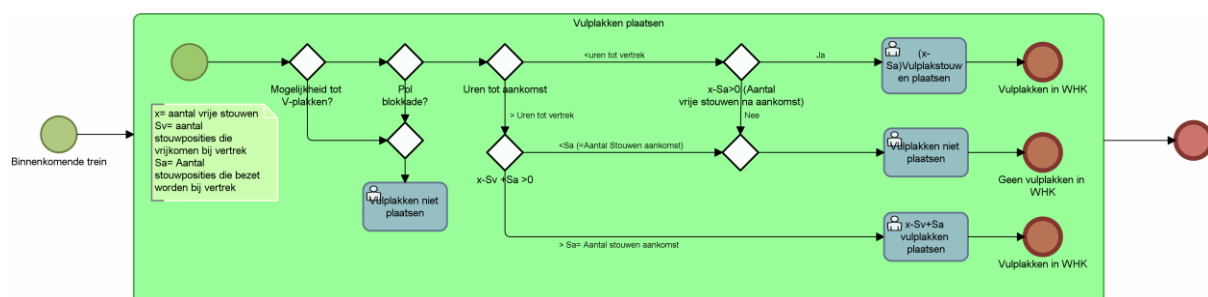
De staalfabriek

Uit de analyse in 3.2.2 kwam voornamelijk dat er onzekerheid ontstaat vanuit de staalfabriek met betrekking tot deklassatie en storings in het productieproces van staal. Aangezien het verbeteren van het productieproces inhoudelijk buiten de kaders van dit onderzoek valt, wordt deze onzekerheidsfactor meegenomen, maar wordt er geen poging gedaan om het te verbeteren. Dat neemt niet weg dat het in de toekomst erg veel toegevoegde waarde kan hebben als deze onzekerheid kan worden verkleind.

Opslaan bij AOV

Op de afdeling Afhalen, Opslaan en Verzenden zit de mogelijke verbetering voornamelijk in het systematisch plaatsen van vulplakken. Op dit moment gebeurt het plaatsen van vulplakken op

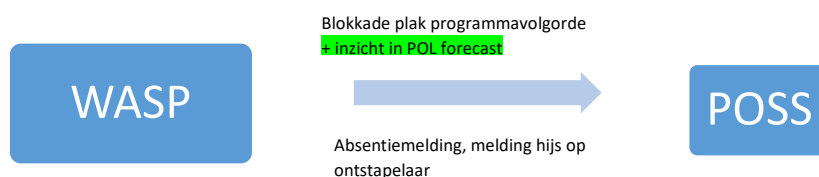
willekeurige momenten. Aangezien het plaatsen van vulplakken alleen mogelijk is wanneer er een nieuwe trein aankomt, waar mogelijk vulplakken op liggen, is het van belang dat de plakopslag coördinator elke keer wanneer er een nieuwe trein aankomt, nagaat of het plaatsen van vulplakken mogelijk is. Ook zou een overzicht van de aankomsttijd van breukgevoelig materiaal en de vertrektijd van plakken uit de warmhoudkamer de onzekerheid bij de plakopslag coördinator weghalen. Hiervoor is het net zoals op de afdeling SCP vereist om te weten welke stouwen vrij komen bij een toekomstige POL en is er informatie nodig uit het systeem WASP. Deze informatie gecombineerd met de kennis van hoeveel vrije stouwen bezet worden door de aankomende lading breukgevoelig kan ervoor zorgen dat er in bepaalde situaties eerder vulplakken kunnen worden geplaatst. Wanneer er breukgevoelig materiaal in aankomst is, is er een manier waarop vulplakken wel geplaatst kunnen worden. Wanneer het aantal uren tot vertrek korter is dan het aantal uren tot aankomst van breukgevoelig materiaal, kan er worden berekend hoeveel vrije stouwposities er over zijn om wel vulplakken te plaatsen.



Figuur 19: Vernieuwd procesmodel vulplakken plaatsen door plakopslag coördinator

4.2.4 De warmbandwalserij

De warmbandwalserij heeft te maken met veel restricties maar heeft tegelijkertijd de een hogere prioriteit dan de afdeling AOV in het productieproces. De afdeling AOV en de warmhoudkamers staan in dienst van de warmbandwalserij. Er zal dus niets veranderen aan het proces in de warmbandwalserij om de bezettingsgraad te verhogen, tenzij beide partijen er op vooruit gaan. Een verbetering die zowel de warmbandwalserij als de bezettingsgraad van de warmhoudkamers ten goede komt zit in de informatieoverdracht. Om de situatie te verbeteren is een communicatielijn tussen WASP en POSS wenselijk. Zoals eerder beschreven is het goed om actueel inzicht te hebben in wat er vertrekt uit de warmhoudkamers.



Figuur 20: Nieuwe communicatielijn tussen POSS en WASP

4.3 Conclusie: kiezen oplossing

Voor het kiezen van de oplossing is het van belang dat er een oplossing wordt gekozen die bij het onderzoeksdoel past. Het onderzoeksdoel gesteld in hoofdstuk 1.5 is de bezettingsgraad van de warmhoudkamer van 12% naar 33% te verhogen. Ook moet er gekeken worden naar het beoogde resultaat en de afbakening van het onderzoek. Zo is er voor gekozen om geen oplossing te zoeken voor de problemen die zich voordoen in de staalfabriek en op de afdeling AOV wegens kennis- en tijdsgebrek. Dit zijn:

- Deklassatie leidt tot onduidelijke productief forecast bij AOV.
- Storingen leiden tot onduidelijke productief forecast bij AOV.
- Mogelijkheid tot vulplakken wordt beperkt door te weinig tijd en ruimte bij het laden van de treinen.
- De warmhoudkamers zijn slechts 345 dagen per jaar in werking. De andere dagen is er sprake van een storing.

De andere problemen kunnen opgelost worden aan de hand van twee Decision Support Tools. Allereerst wordt er een Decision Support Tool bij de afdeling AOV ontworpen. Deze ondersteunt de plakopslag coördinator bij het plaatsen van vulplakken. De Decision Support Tool geeft elke keer wanneer er een trein binnenkomt een melding geven. Hierin staat advies over het plaatsen van de vulplakken.

Daarnaast is er gekozen om nog een Decision Support Tool te ontwikkelen voor de afdeling SCP. De Decision Support Tool zal elke 24 uur een melding geven met een overzicht waarin staat of het plaatsen een nieuwe bestelling breukgevoelig materiaal mogelijk is.

In deze twee Decision Support Tools zal de indicator 'tonnage' voor het plaatsen van vulplakken vervangen worden door het 'aantal vrije stouwposities'. Daarnaast is er met het bedrijf afgestemd dat er informatie uit de warmbandwalserij beschikbaar wordt om meer inzicht te geven in het vertrek van plakken uit de warmhoudkamers. Om de tools gebruiksvriendelijk te maken inzicht te geven in de vertrektijden en de aankomsttijden van staal te geven, wordt er bij de Decision Support Tools een overzicht gegeven van de informatie die benodigd is voor het maken van de juiste beslissing. De Decision Support Tools worden gedetailleerd toegelicht in *hoofdstuk 5*.

Problemen en verbeteringen

Probleem inplannen staal	Verbetering
<i>Verantwoordelijk: Orderplanner</i>	
• Handmatig inplannen breukgevoelig materiaal leidt tot lagere productie breukgevoelige kwaliteiten • Verkeerde indicator voor het inplannen van breukgevoelig materiaal en het plaatsen van vulplakken. • De afdeling SCP geeft aan dat zij elke 24 uur breukgevoelig materiaal in wil plannen. In de praktijk gebeurt dit niet.	○ POSS maakt na elke 24 uur melding aan. Wanneer mogelijk wordt staal ingepland, anders elk uur herhaling melding. ○ Het aantal vrije stouwen in de warmhoudkamers wordt de nieuwe indicator. ○ POSS maakt na elke 24 uur melding aan. Indien mogelijk wordt staal ingepland, anders elk uur herhaling melding.
De staalfabriek	
<i>Verantwoordelijk: Productiecoördinator</i>	
• Deklassatie leidt tot onduidelijke productief forecast bij AOV • Storingen leiden tot onduidelijke productief forecast bij AOV	○ Verbetering valt buiten kader onderzoek. ○ Verbetering valt buiten kader onderzoek.
Opslaan bij AOV	
<i>Verantwoordelijk: Plakopslag coördinator</i>	
• Weinig inzicht in aankomsttijden en vertrektijden van staal met bestemming warmhoudkamer leidt tot onzekerheid voor plakopslagcoördinator • Prioriteit plakopslag coördinator ligt bij het aanvoeren van de warmband en het lossen	○ De POL informatie in WASP en PROCO verwerken in de Decision Support Tool AOV. ○ POSS maakt een melding aan bij elke arriverende trein, met een overzicht van de

van de treinen, niet bij het plaatsen van vulplakken • Handmatige aanwijzen van vulplakken leidt tot het minder plaatsen van vulplakken • Mogelijkheid tot het plaatsen van vulplakken wordt beperkt door te weinig tijd en ruimte bij het laden van de treinen. • De warmhoudkamers zijn slechts 345 dagen per jaar in werking. De andere dagen is er sprake van een storing.	benodigde informatie voor het maken van een beslissing over het plaatsen van vulplakken. ○ "idem" ○ Verbetering valt buiten kader onderzoek ○ Verbetering valt buiten kader onderzoek
De warmbandwalserij	
<i>Verantwoordelijk: productieplanning</i>	
• Informatieoverdracht tussen de warmbandwalserij, de orderplanner en de plakopslag coördinator zorgt voor onzekere productief forecast van de warmbandwalserij.	○ Communicatielijijn tussen WASP en Decision Support Tool AOV en Decision Support Tool SCP.

Figuur 21: Overzicht problemen en verbeteringen rondom bezettingsgraad warmhoudkamer

5. Implementatie

Nadat in hoofdstuk 4 is gerapporteerd wat de gewenste situatie van het productieproces is, wordt er in dit hoofdstuk een concrete oplossing voor het probleem in UML beschreven. Er zijn twee Decision Support Tools beschreven die dienen voor het verhogen van de bezettingsgraad van de warmhoudkamers. Dit wordt gedaan aan de hand van UWE methodologie beschreven in *hoofdstuk 2.2.4*. De UWE methodologie bestaat achtereenvolgens uit een benodighedenanalyse, een conceptueel model, navigatiemodel 1 en 2 en een presentatie-model. In dit onderzoek worden alleen de benodighedenanalyse, het conceptueel model en het presentatiemodel gemaakt. De redenering achter is net als de keuze van de diagramtypes te vinden in het theoretisch kader in *hoofdstuk 2.2.4*. In bijlage N staan de definities van de verschillende objecten en relaties van de verschillende diagrammen weergegeven.

5.1 Benodighedenanalyse

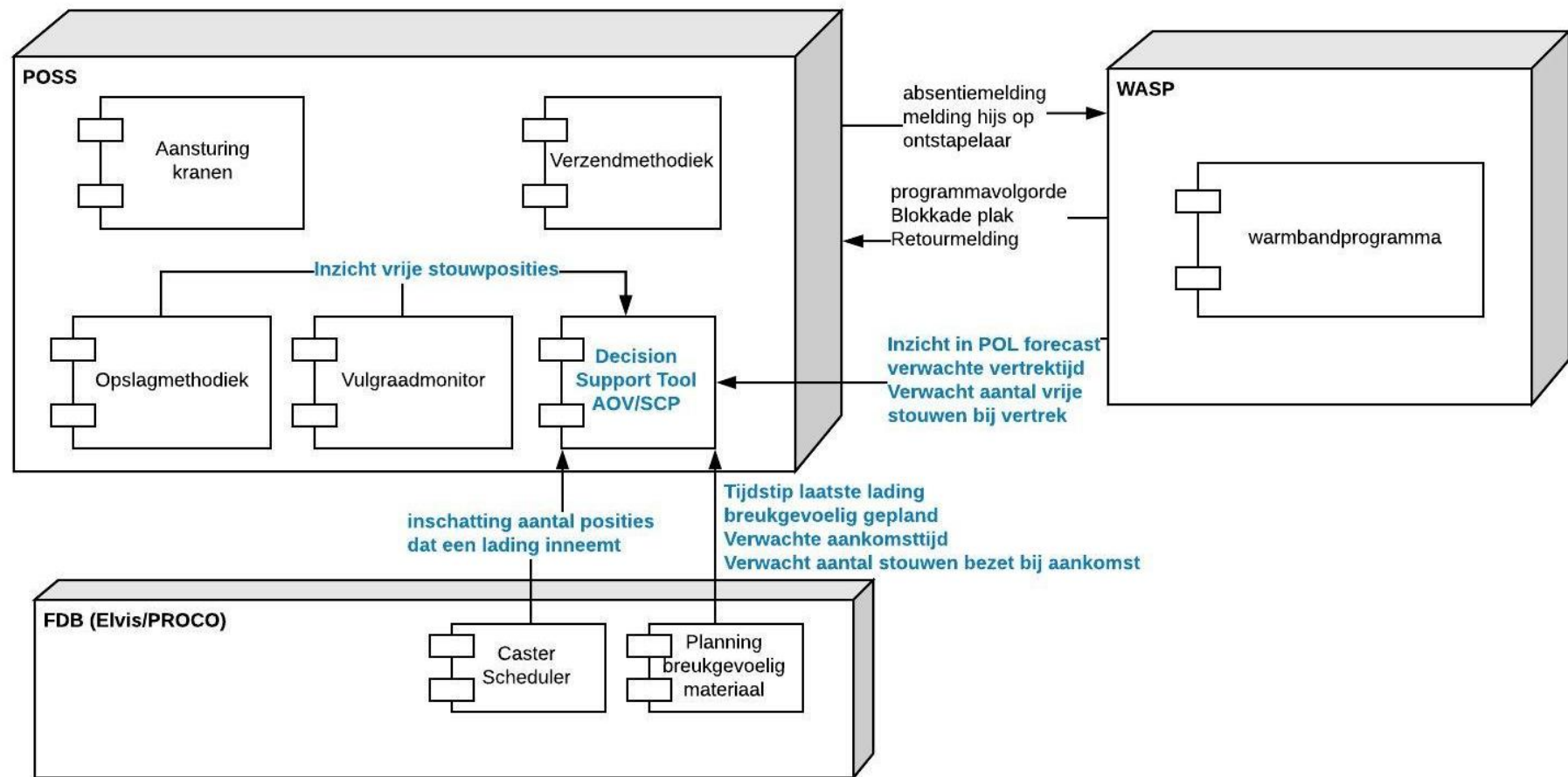
De benodighedenanalyse bestaat voor beide Decision Support Tools uit een deployment diagram, een use case-diagram en een activity diagram.

5.1.1 Informatielandschap

In de benodighedenanalyse worden de vereisten van het systeem vastgelegd. Eerst wordt in een deployment diagram weergegeven hoe de Decision Support Tools als component interacteren in combinatie met de andere software en hardware systemen.

In *figuur 22* is de diagram weergegeven waarin alle nieuw te ontwerpen relaties en componenten in het informatielandschap blauw zijn gekleurd. Zoals zichtbaar in de diagram, bevinden beide tools zich in POSS. Hiervoor is gekozen vanwege het feit dat plakopslagcoördinator en de orderplanner beide acties uitvoeren met behulp van POSS. Ook staat de vulgraadmonitor waarin het overzicht staat van de warmhoudkamers in POSS weergegeven. De Decision Support Tools maken bovendien gebruik van informatie uit POSS zelf. De vulgraadmonitor en de opslagmethodiek geven inzicht in het aantal vrije stouwposities. WASP geeft informatie over de POL forecast over acht uur en daarmee de verwachte vertrektijd uit de warmhoudkamer en het verwachte aantal vrije stouwen wat hierbij vrij komt. FDB geeft inzicht in de verwachte aankomsttijd van breukgevoelig materiaal. en het verwachte aantal stouwen wat hierbij bezet zal worden in de warmhoudkamer.

Voor de Decision Support Tool SCP is er inzicht nodig in het aantal vrije stouwposities over acht uur. Deze informatie komt uit WASP in combinatie met informatie uit de vulgraadmonitor. Ook kan er berekend worden hoeveel stouwposities er zullen worden ingenomen door een lading met behulp van caster scheduler. Het tijdstip van de laatste lading breukgevoelig is belangrijk informatie voor de Decision Support Tool. Deze informatie kan eenvoudig worden afgeleid uit de planning in WASP.



Figuur 22: Deployment diagram Decision Support Tools informatielandschap

5.1.2 Decision Support Tool AOV

De diagram in *figuur 23* is de use case-diagram van de Decision Support Tool bij AOV. In het afgekaderde deel staan alle systeemeisen. Buiten het kader staan de actoren en de use cases die bij de actoren horen.

Elke keer wanneer er een trein binnenkomt maakt de Decision Support Tool AOV een berekening van hoeveel vulplakken er mogelijk kunnen worden geplaatst. Dit gebeurt met behulp van het inzicht in de bezetting van de warmhoudkamers en het inzicht van het aantal vrije stouwen over een x aantal uren.

Zoals zichtbaar in *figuur 23* maakt de plakopslagcoördinator de beslissing over het plaatsen van vulplakken. Dit gebeurt met behulp van de Decision Support Tool. Er wordt dus niet gekozen voor volledige automatisering. Dit komt voort uit de variabele kraanbeschikking, die niet mee is genomen in de Decision Support Tool. De plakopslagcoördinator kan het beste inschatten of het in de situatie van de kraanbemachinsten haalbaar is om vulplakstouwen in de warmhoudkamer te plaatsen. Ook zijn de storingen in het productieproces niet meegenomen in de tool. In een ideale situatie wordt het aantal storingen meegenomen in het overzicht van de warmhoudkamer bezetting, zodat de plakopslag coördinator hier ook direct over beschikt. Deze informatie is niet beschikbaar en kan dus niet gebruikt worden in de Decision Support Tool.

Met aankomende plakken wordt bedoeld dat de plakken in de planning in ELVIS/PROCO zichtbaar zijn. Het aantal uren tot aankomst en het aantal vrije stouwen zijn variabelen die meespelen bij het maken van de juiste beslissing tot het plaatsen van vulplakken. Deze informatie kan worden verkregen uit het programma WASP. De warmbandprogrammeur weet 8 uur van te voren wat het warmbandprogramma wordt en verwerkt dit in WASP. Deze informatie in combinatie met de POSS opslagmethodiek kunnen samen inzicht geven in de vrije stouwposities die vrij komen bij een volgende plakopzoeklijst.

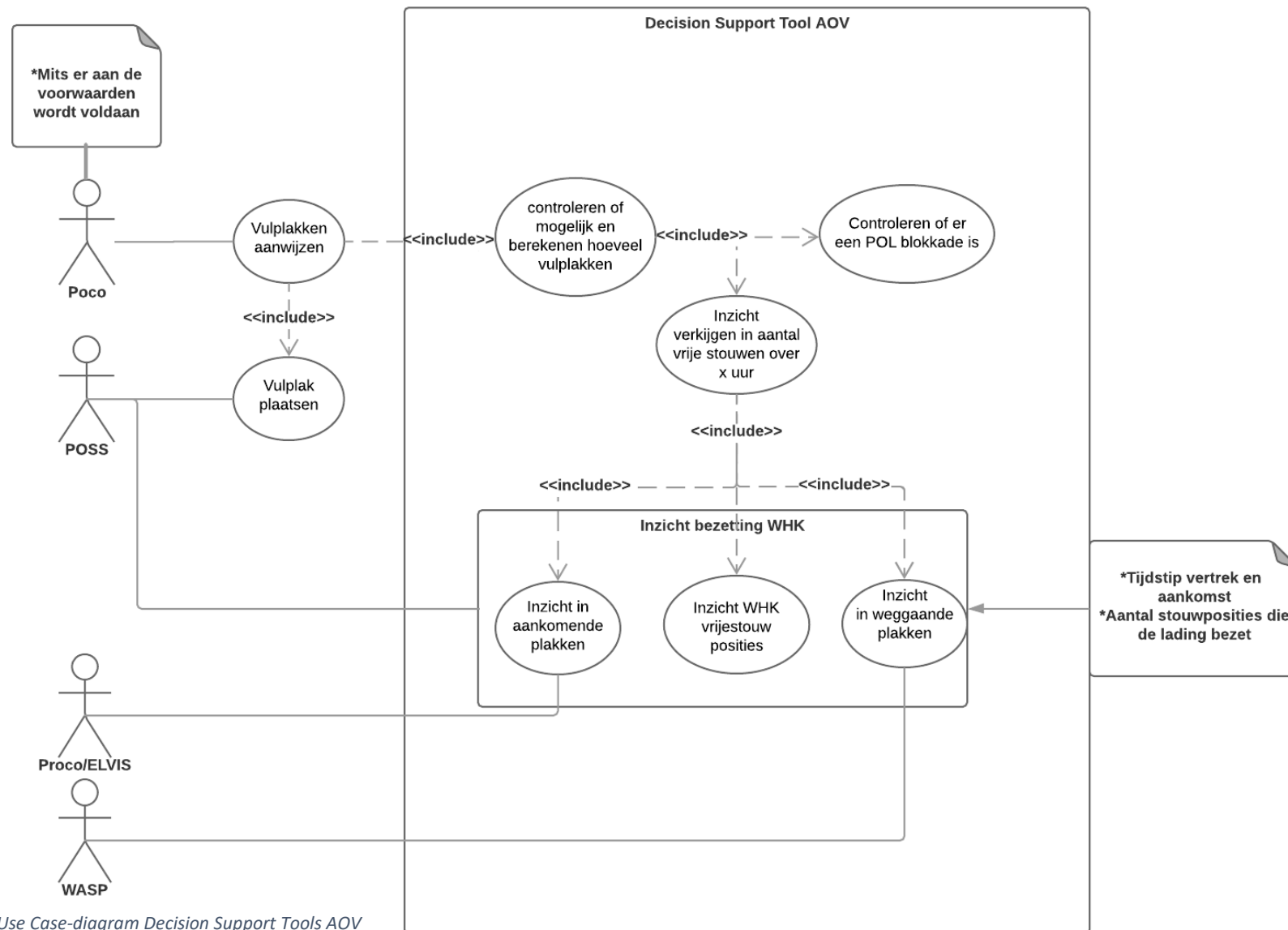
In *figuur 24* staat de activity diagram van de Decision Support Tool van AOV. Deze geeft aan welke activiteiten het systeem moet uitvoeren om het juiste advies te kunnen geven. Een binnenkomende trein is de trigger van de activiteit. Dit komt voort uit het feit dat vulplakken slechts van binnenkomende treinen worden geselecteerd. De reden hiervoor is dat de plakken anders te snel afkoelen en bovendien vereist het extra “plakhandelingen” als de vulplakken later geselecteerd zouden worden. Wanneer er een binnenkomende trein is, controleert de Decision Support Tool eerst of er vulplakken te selecteren zijn. Wanneer er meer dan vier plakken met hetzelfde ordernummer aankomen, betekent dit, dat er een mogelijkheid is tot het plaatsen van vulplakken en kan de activiteit worden doorgezet. Wanneer er geen vulplakken zijn, eindigt het proces en wordt aan de plakopslagcoördinator gecommuniceerd dat het niet mogelijk is om vulplakken te plaatsen.

Wanneer de activiteit wordt doorgezet wordt er gekeken of er een mogelijkheid is tot het plaatsen van vulplakken. Eerst wordt er gekeken of er een POL blokkade is. Als een POL plakken uit de warmhoudkamer opvraagt, betekent dat dat sommige stouwen zijn geblokkeerd. Uit onderzoek waarin het aantal kraanhandelingen tegen het voordeel van het plaatsen van vulplakken is opgewogen in beide situaties, blijkt dat het beter is om tijdens een POL-blokkade niet te vullen. (Vromen, 2016). Hierom worden er geen vulplakken geplaatst wanneer er een POL-blokkade op de warmhoudkamer is.

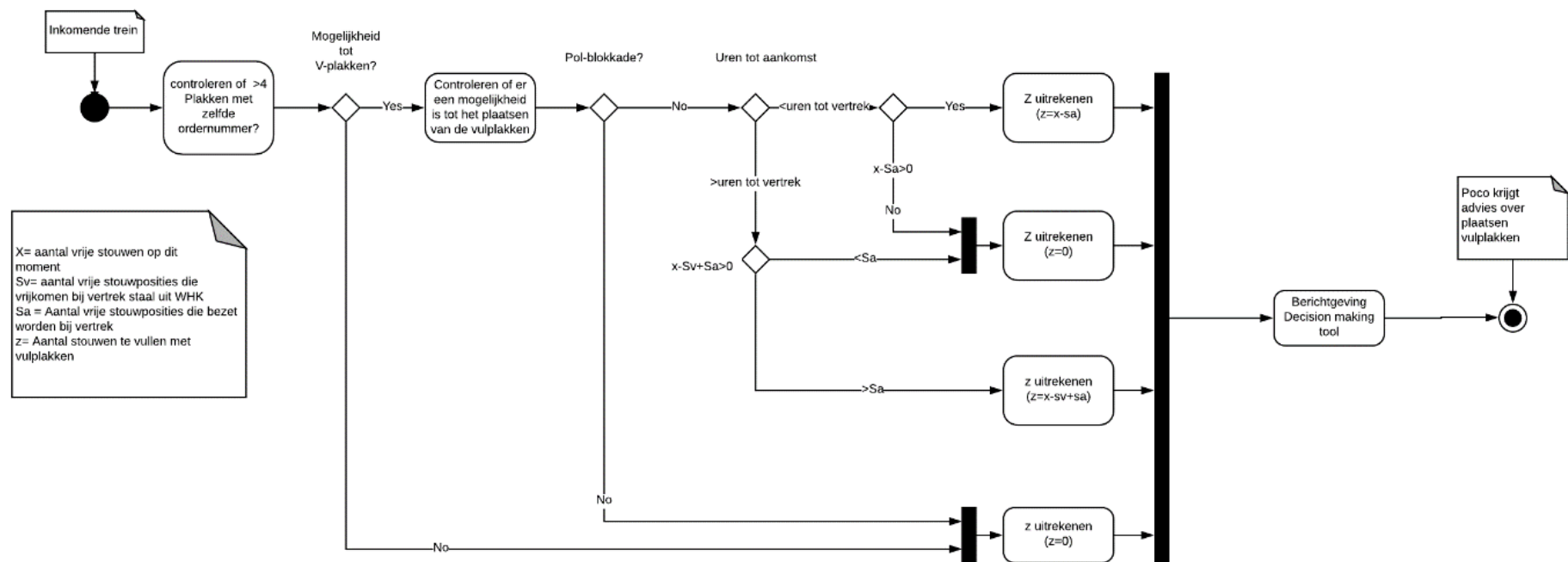
In de volgende stap wordt er gekeken of het aantal uren tot aankomst kleiner is dan het aantal uren tot vertrek uit de warmhoudkamer. In deze situatie is het van belang om te weten hoeveel stouwposities de aankomende lading in gaat nemen. Een denkbeeldige voorstapeling in POSS is

hierbij vereist. Aangezien de opslagmethodiek in elke situatie bekend is, is het ook mogelijk om van te voren een schatting te maken van het aantal stouwen dat een lading gaat innemen. Ditzelfde geldt voor het aantal stouwen dat verwacht wordt te vertrekken. Met het tijdstip van aankomst en vertrek kan er een berekening worden gemaakt van het aantal vulplakken dat geplaatst kan worden.

Uiteindelijk wordt aan het einde van de activiteit een melding gedaan vanuit de Decision Support Tool. Deze melding wordt beschreven en uitgelegd in hoofdstuk 5.3



Figuur 23: Use Case-diagram Decision Support Tools AOV



Figuur 24: Activity diagram afdeling AOV

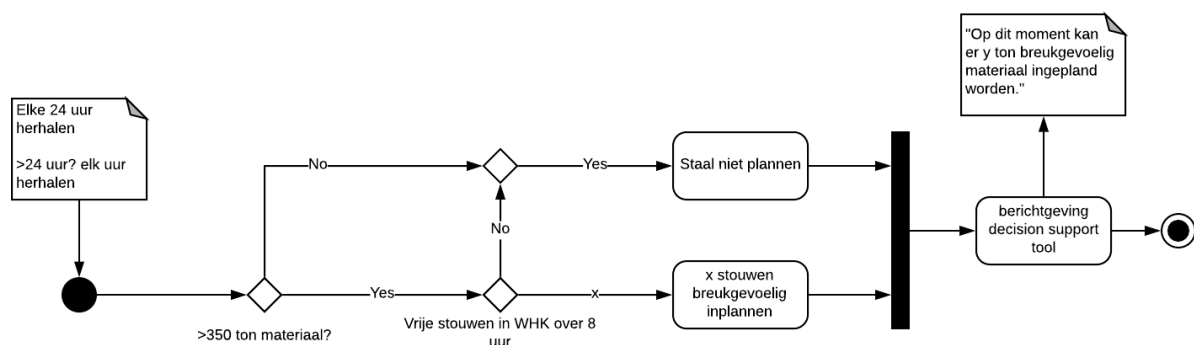
5.1.3 Decision Support Tool SCP

De diagram in *figuur 25* is een use case-diagram. Het geeft weer wat de vereisten van het gewenste systeem moeten zijn en welke actoren daarbij betrokken zijn.

De orderplanner is verantwoordelijk voor het inplannen van breukgevoelig materiaal. Zoals eerder benoemd is, gebeurt dit op inschatting. Verandering ten opzichte van de bestaande situatie is dat er nu een Decision Support Tool komt die de beslissing ondersteunt. Deze Decision Support Tool heeft verschillende eisen, welke staan weergegeven in de ronde use cases. Elke 24 uur zal de Decision Support Tool een melding maken, of het mogelijk is om weer breukgevoelig materiaal in te plannen. Wanneer het niet mogelijk is om breukgevoelig materiaal in te plannen zal deze melding zich elk uur blijven herhalen. Bij een melding springt er een pop-up schermpje naar voren op de computer van de order inplanner, dat aangeeft hoeveel ton breukgevoelig er kan worden ingepland. Daarbij staan de belangrijkste gegevens die deze beslissing onderbouwen.

Voordat breukgevoelig materiaal ingepland kan worden, moet het duidelijk zijn of het mogelijk is om breukgevoelig materiaal te produceren. Ook de maximale ordergrootte moet worden aangegeven. Om zowel de mogelijkheid tot het inplannen van breukgevoelig materiaal als de ordergrootte te kennen, moet er inzicht zijn in de bezetting van de warmhoudkamer. POSS heeft informatie over het huidige aantal vrije stouwen. WASP geeft inzicht in de plakopzoeklijsten van de komende 8 uur. Met dit inzicht kan worden uitgerekend hoeveel vrije stouwposities er over 8 uur zijn. Op deze manier kan er 8 uur eerder worden besloten of er een nieuwe breukgevoelige lading kan worden gepland. Wanneer deze informatie beschikbaar is, kan de breukgevoelige lading worden ingepland.

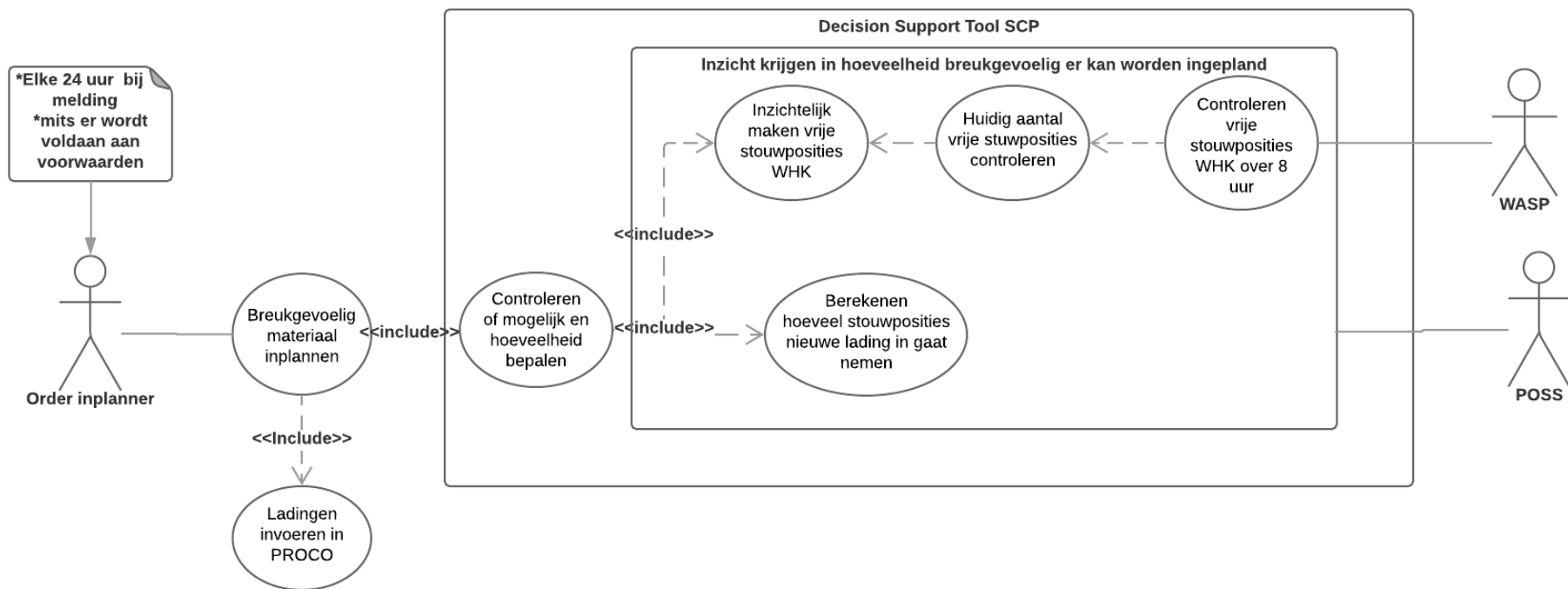
Met de input van de opslagmethodiek van POSS wordt duidelijk welke stouwposities de breukgevoelige lading inneemt. Op deze manier kan de ordergrootte van breukgevoelig materiaal worden berekend aan de hand van het aantal vrije stouwposities in de warmhoudkamer.



Figuur 25: Activity diagram Decision Support Tools afdeling SCP

In *figuur 26* volgt de activity diagram waarin de beslissingen door de Decision Support Tool worden weergegeven. Vanwege de restrictie die de staalfabriek SCP heeft opgelegd dient er meer dan 350 ton staal in een lading gepland te worden. Dit geldt dus ook voor de breukgevoelige plakken. Er moet dus altijd meer dan 350 ton aan materiaal beschikbaar zijn om breukgevoelig materiaal in te plannen. Vervolgens wordt er door de Decision Support Tool gekeken hoeveel vrije stouwposities er over 8 uur zijn. Wanneer dit er bijvoorbeeld drie zijn, wordt er voor drie stouwen breukgevoelig materiaal aanbevolen door de Decision Support Tool. Nadat de Decision Support Tool heeft uitgerekend hoeveel en of er breukgevoelig materiaal ingepland kan worden, wordt er een melding

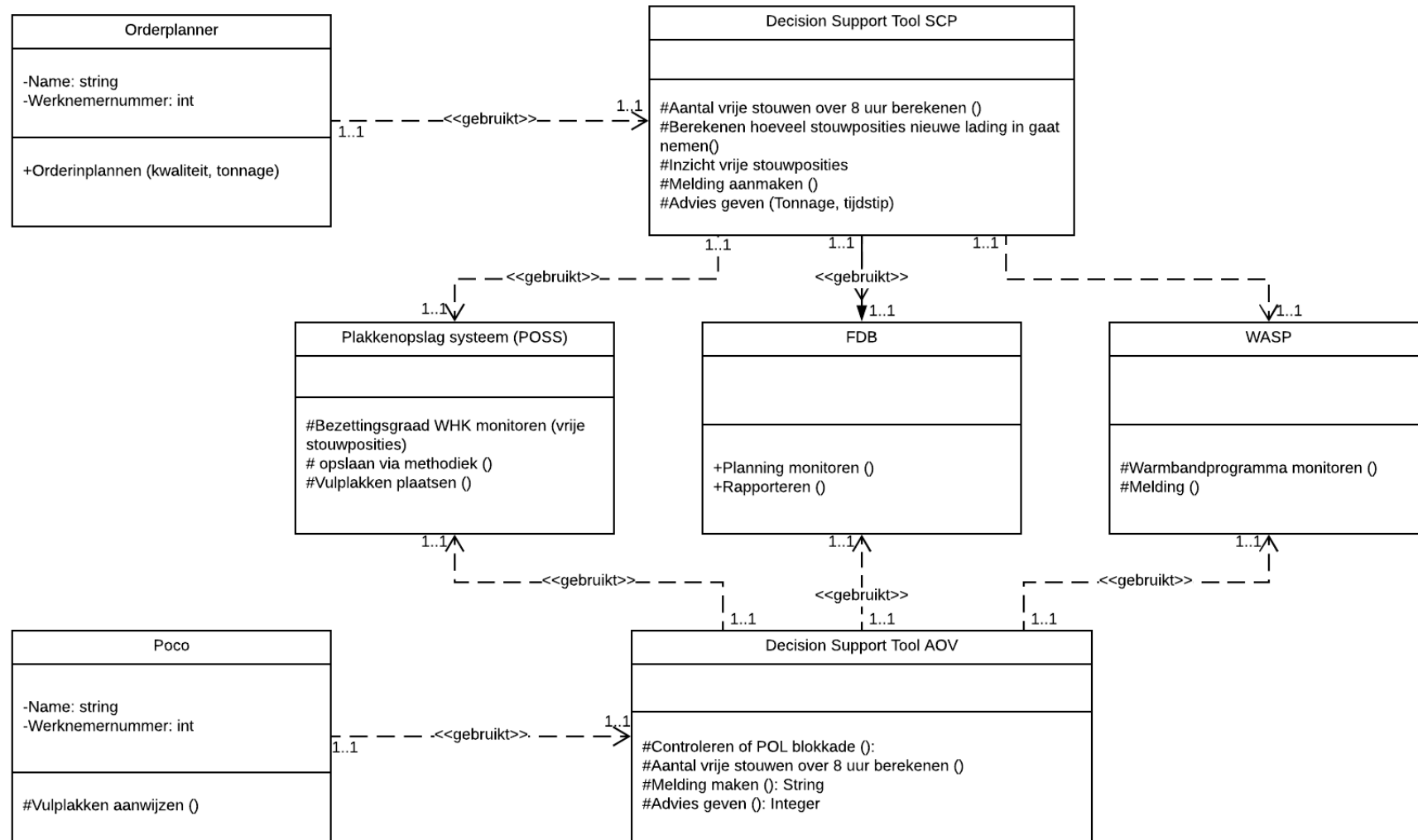
gedaan op de computer van de order inplanner. Hij krijgt het advies in het de vorm van de melding die in *hoofdstuk 5.4* wordt toegelicht.



Figuur 26: Use Case-diagram Decision Support Tools SCP

5.2 Conceptueel model

Het maken van een conceptueel model is gedaan in een UML–class model. In het conceptuele model worden alle benodigde elementen van het artefact weergegeven. Zoals te zien is in *figuur 27* zijn er veel afhankelijkrelaties te zien. Beide Decision Support Tools hebben input van zowel het plakkenopslagsysteem, FDB en WASP nodig om te kunnen functioneren. Ook zijn de Orderplanner bij SCP en de plakopslag coördinator afhankelijk van de Decision Support Tools op hun afdeling. In dit conceptueel model staan de Decision Support Tools weergegeven als aparte klassen. Beide Decision Support Tools maken onderdeel uit van POSS.



Figuur 27: klassediagram Decision Support Tools

5.3 Presentation Model

Het advies van de Decision Support Tool op de afdeling AOV wordt gegeven in de vorm van een melding nadat de trein met eventuele vulplakken is gearriveerd. Aangezien de plakopslag coördinator zijn prioriteiten niet heeft liggen op het plaatsen van vulplakken, moet de melding overzichtelijk en gemakkelijk te begrijpen zijn. Om deze reden wordt er bovenin de melding de hoofdboodschap weergegeven met een groene kleur wanneer er vulplakken kunnen worden geplaatst en met een rode kleur wanneer er geen vulplakken kunnen worden geplaatst.

In beide gevallen is het van belang dat er een overzicht wordt gegeven van de variabelen die invloed hebben op de bezettingsgraad van de warmhoudkamer. Het dient ter onderbouwing van het advies. Ook kan het bij de situatie dat het niet mogelijk is om vulplakken te plaatsen inzicht geven in wanneer het eventueel wel weer gaat lukken om vulplaatsen te plakken. Alleen de belangrijkste gegevens worden in dit overzicht weergegeven.

Onderin het presentatiemodel staat een onderbouwing van het feit dat er slechts sprake is van een Decision Support Tools en niet van een 'Decision Tool'. Er wordt aangegeven welke onzekerheden niet meegenomen zijn en waar de plakopslagcoördinator nog rekening moet houden bij het plaatsen van vulplakken. In **bijlage R** worden een aantal begrippen in de tool toegelicht.

<<presentation class>> Decision Support Tool	
Breukgevoel materiaal inplannen? "Op dit moment kan er y ton breukgevoelig materiaal ingepland worden."	
Aantal stouwposities vrij Tijd tot vertrek Aantal stouwposities dat vrijkomt bij vertrek Tijd van inplannen vorige lading breukgevoelig>24 uur?	[getal] [minuten] [minuten] [Ja/Nee]
Let op: De volgende onzekerheden zijn niet meegenomen in dit advies: *storingen in het productieproces	

<<presentation class>> Decision Support Tool	
Breukgevoel materiaal inplannen? "Op dit moment kan er geen breukgevoelig materiaal ingepland worden."	
Aantal stouwposities vrij Tijd tot vertrek Aantal stouwposities dat vrijkomt bij vertrek Tijd van inplannen vorige lading breukgevoelig>24 uur?	[getal] [minuten] [minuten] [Ja/Nee]
Let op: De volgende onzekerheden zijn niet meegenomen in dit advies: *storingen in het productieproces	

Figuur 28: Presentatiemodel Decision Support Tool AOV

<<presentation class>> Decision Support Tool	
Vulpakken plaatsen? "Er is zojuist een trein binnengekomen. U kunt op dit moment z stouwen in de warmhoudkamer vullen met vulplakken"	
Aantal stouwposities vrij Tijd tot vertrek Tijd tot aankomst Aantal stouwposities dat vrij komt bij vertrek Aantal stouwposities dat bezet wordt bij aankomst Sprake van een POL? Sprake van vulplakken? Aantal vulplakstouwen te maken	[getal] [minuten] [minuten] [getal] [getal] [ja/nee] [Ja/nee] [getal]
Let op: De volgende onzekerheden zijn niet meegenomen in dit advies: *storingen in het productieproces *kraanbeschikking	

<<presentation class>> Decision Support Tool	
Vulpakken plaatsen? "Er is zojuist een trein binnengekomen. U kunt op dit moment geen vulplakken plaatsen."	
Aantal stouwposities vrij Tijd tot vertrek Tijd tot aankomst Aantal stouwposities dat vrij komt bij vertrek Aantal stouwposities dat bezet wordt bij aankomst Sprake van een POL? Sprake van vulplakken? Aantal vulplakstouwen te maken	[getal] [minuten] [minuten] [getal] [getal] [ja/nee] [Ja/nee] [getal]
Let op: De volgende onzekerheden zijn niet meegenomen in dit advies: *storingen in het productieproces *kraanbeschikking	

Figuur 29: Presentatiemodel Decision Support Tool SCP

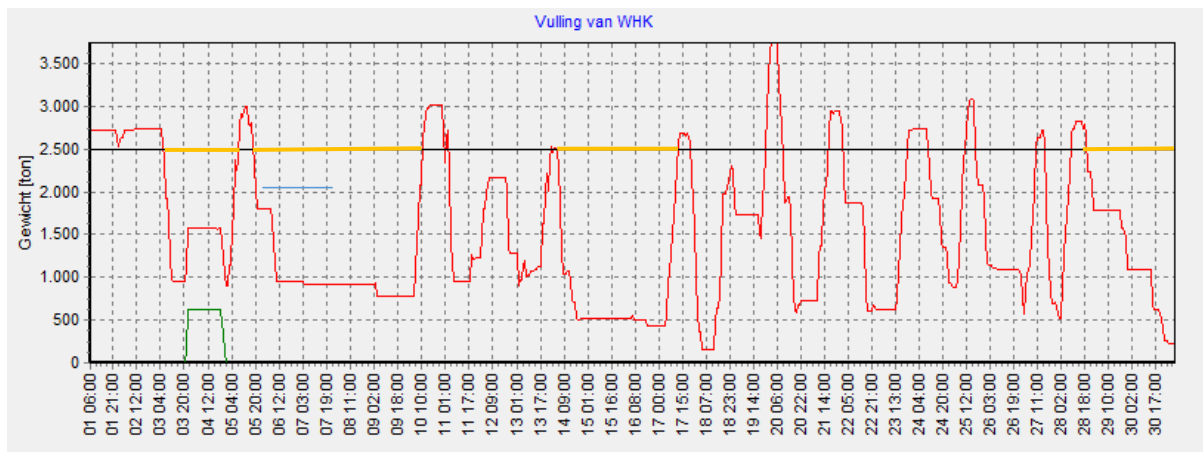
6. Validatie

Volgens de *Design Science Research Methodology* is het belangrijk om te observeren en te meten, hoe goed het ontwerp is dat de oplossing voor het probleem biedt (Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger M.A., Chatterjee, S., 2007). Daarom wordt er in dit hoofdstuk antwoord gegeven op de vraag: “In hoeverre is het onderzoeksdoel behaald?”.

Om het ontwerp te valideren is er voor de drie verschillende afdelingen Automatisering, Supply Chain Management (SCP) en Afwerken, Opslaan en Verzenden (AOV) een presentatie gegeven. Hierin werden de twee verschillende artefacten en het ontwerp ervan gedemonstreerd. Vervolgens is er gesproken over de verwachting van de artefacten. Er zijn drie verschillende scenario's opgezet welke zich voor kunnen doen. De scenario's worden gebaseerd op de cijfers op de meest recentelijke situatie van de warmhoudkamers voordat het onderzoek is gestart. Na de presentatie is er aan alle afdelingen gevraagd antwoord te geven op de vraag in hoeverre is het onderzoeksdoel behaald? De uitwerking van dit interview is te vinden in **bijlage P**.

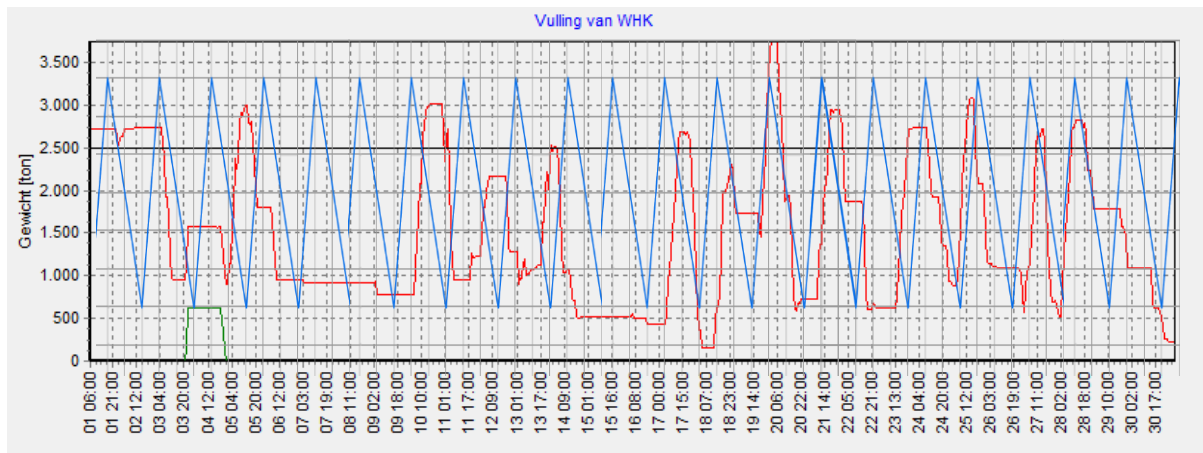
Verwachting Decision Support Tool AOV

De verwachting van de Decision Support Tools bij AOV is dat er gemiddeld meer vulplakken geplaatst worden in de warmhoudkamer. In *figuur 30* is de verwachte vulgraad van de warmhoudkamers weergegeven wanneer de Decision Support Tools AOV zorgt voor het systematisch aanwijzen van vulplakken. Vooral in de grote periodes dat er minder in de warmhoudkamers ligt zal het plaatsen van vulplakken vaker voorkomen. Verwacht wordt dat de bezettingsgraad, gegeven het feit dat er gemiddeld meer vulplakken worden geplaatst, omhoog zal gaan.



Figuur 30: verwachting bezettingsgraad warmhoudkamers

De verwachting van de Decision Support Tool SCP is dat er meer breukgevoelig materiaal zal worden geproduceerd door het systematisch inplannen van breukgevoelig materiaal. Ook zal het systematische inplannen een positief effect hebben op de onzekere productief forecast bij AOV. In *figuur 30* is de bezettingsgraad van de de warmhoudkamers van de maand maart zichtbaar. De rode lijn weergeeft het tonnage aan plakken dat in de warmhoudkamer ligt. De blauwe lijn geeft de verwachte situatie weer, waarin breukgevoelig materiaal elke 24 uur in dezelfde ordergrootte wordt besteld. Hierbij is niet meegenomen dat breukgevoelig materiaal vaak langer in de warmhoudkamers ligt dan 24 uur. Toch zal de in wiskundige termen genoemde ‘periode’ kleiner worden, waardoor de bezettingsgraad in de warmhoudkamers stijgt.



Figuur 31: Verwachting Decision Support Tools SCP

Scenarios

Het doel van de Decision Support Tools is om een bezettingsgraad van 33% te bereiken. Dit houdt in dat de warmhoudkamers gemiddeld 2500 ton aan materiaal moeten bevatten om het doel te behalen. Elke plak weegt gemiddeld 22 ton en er zijn gemiddeld 8 posities per warmhoudkamer die gevuld kunnen worden. Er zijn dus gemiddeld 24 posities beschikbaar, aangezien er drie warmhoudkamers in totaal zijn. Plakken kunnen 16 hoog gestapeld worden. In de maand maart bedroeg het gemiddelde tonnage in de warmhoudkamer 1650. Dit is een bezettingsgraad van 22%. Om de doelstelling te behalen moet er gemiddeld minstens 850 ton materiaal in de kamers worden gelegd. Het gemiddelde aantal vrije stouwposities in de maand maart 2018 was 8 (Elvis).

Scenario 1

In een scenario 1 gaan we uit van de volgende punten:

- Er werd in maart 2018 gebruik gemaakt van de Decision Support Tools AOV
- Er is altijd mogelijkheid tot het plaatsen van vulplakken.

De mogelijkheid tot het plaatsen van vulplakken gedefinieerd als volgt: *“Er is mogelijkheid tot vulplakken wanneer er voldoende vulplakken zijn, de juiste kranen beschikbaar zijn en wanneer er geen POL-blokkade op de warmhoudkamer zit.”*

Wanneer er drie stouwposities vrij worden gehouden voor deklassatieplakken, waren er in maart gemiddeld 5 vrije stouwposities waar vulplakken zouden kunnen worden geplaatst. Uitgaande van scenario 1 zou dit betekenen dat er gemiddeld 1760 ton extra in de warmhoudkamers had kunnen liggen. Wanneer er in het best-case scenario in maart gebruik was gemaakt van de Decision Support Tools van AOV was de gemiddelde bezettingsgraad bij benadering 3410 ton zou zijn. De bezettingsgraad van de warmhoudkamer is in dit scenario 45%.

Scenario 2

In de scenario 2 wordt er uitgegaan van de volgende punten:

- Er werd in maart 2018 gebruik gemaakt van de Decision Support Tools AOV
- Helft van de tijd is er mogelijkheid tot plaatsen vulplakken

In dit scenario wordt de helft van de vulplakken genomen voor het opvullen van de plakken. Er kunnen nu dus vijf stouwen met 8 plakken worden gevuld, waardoor er 880 ton aan vulplakken

kan worden geplaatst in de warmhoudkamer. De gemiddelde bezetting van de warmhoudkamer zou in dit geval 2530 ton zijn, waarmee de doelstelling van 33% is gehaald. Er kan dus worden gesteld dat wanneer er de helft van de tijd mogelijkheid is tot het plaatsen van vulplakken de doelstelling met behulp van de Decision Support Tools AOV wordt behaald.

Scenario 3

In scenario 3 wordt er uitgegaan van de volgende punten:

- Er werd in maart 2018 gebruik gemaakt van de Decision Support Tools SCP.

Het gemiddelde aantal bezette stouwposities was in de maand maart 16 van de 24 stouwposities in totaal met een gewicht van 1650 ton gemiddeld. Na een korte berekening, wordt duidelijk dat dit een gemiddelde van 103 ton per stouw in neemt. Aangezien het gemiddelde tonnage van een plak 22 ton is kan er gesteld worden dat in de maand maart de stouwen 5 hoog werden gestapeld. Er vanuitgaande dat de nieuwe ladingen ook maximaal vijf hoog zijn en er door de order planner, ingepland wordt op vrije stouwen wordt in de berekening aangenomen dat er met een nieuwe lading 8 stouwen worden gevuld met gemiddeld vijf plakken. Dit komt neer op een 825 ton extra ton dat in de warmhoudkamer kan worden geplaatst door gebruik te maken van de Decision Support Tools van SCP.

Scenario 4

In scenario 4 wordt er uitgegaan van de volgende punten:

- Er werd in maart 2018 gebruik gemaakt van de Decision Support Tools SCP en de Decision Support Tools AOV.

Wanneer beide Decision Support Tools geïmplementeerd worden, betekent dit allereerst dat scenario 3 in werking gaat. De intervallen tussen de nieuwe ladingen breukgevoelig zullen kleiner worden wat leidt tot dat het plaatsen van vulplakken minder vaak mogelijk zal zijn. Het voordelige effect van de Decision Support Tools AOV zal afnemen als gevolg van het gebruik van de decision Support Tool SCP. Doordat het systematisch inplannen van breukgevoelig materiaal leidt tot het verkleinen van de intervallen waarin vulplakken kunnen worden geplaatst Er moet rekening worden gehouden, met kortere intervallen, maar ook met minder beschikbare vrije stouwposities, omdat de afdeling Supply Chain Management specifiek kan plannen met de nieuwe indicator "vrije stouw posities". Wel wordt het inzicht in de planning een stuk duidelijker. Dit heeft voordeel met betrekking tot het plaatsen van vulplakken. Wanneer de forecast duidelijk is zal de plakopslagcoördinator eerder geneigd zijn om vulplakken te plaatsen.

Al met al wordt verwacht dat scenario 4 het doel behaald en hoger dan 33% uit komt. Scenario 1 wordt niet als een realistisch scenario gezien, aangezien het niet altijd mogelijk is om vulplakken te plaatsen. Scenario 2 is daarentegen realistischer. Deze gaat uit van een vulplak beschikbaarheid van 50% van de tijd. Toch wordt verwacht dat scenario 4, waarin beide Decision Support Tools geïmplementeerd de grootste kans heeft tot het behalen van een gemiddelde bezettingsgraad van 33%.

<i>Scenario's</i>	<i>Geschatte bezettingsgraad</i>
1	45%
2	33%
3	33%
4	>33%

Figuur 32: overzicht scenario's met bezettingsgraad

Aan de hand van drie verschillende interviews is door de drie verschillende stakeholders antwoord gegeven op de vraag: "Is het onderzoeksdoel behaald?". Eerst zijn de verschillende discussiepunten besproken en vervolgens is er een conclusie getrokken.

Decision Support Tool AOV en SCP

Bij de twee Decision Support Tools staan de volgende punten ter discussie met oog op het te behalen onderzoeksdoel.

- De veiligheidsmarche voor deklasseerplakken is niet meegenomen in het ontwerp. Het is mogelijk dat er een grotere veiligheidsmarche moet komen, waardoor de gemiddelde bezettingsgraad van de warmhoudkamers daalt.
- Het nieuwe systeem WASP is nog niet in werking. Dit kan betekenen dat de informatie die hieruit gehaald wordt niet is zoals verwacht. Dit speelt een onzekere factor in het onderzoeksresultaat.

Decision Support Tool AOV

Bij de Decision Support Tool AOV staan de volgende punten ter discussie met oog op het te behalen onderzoeksdoel.

- Gaat de plakopslag coördinator het doen? Er is vraag of de plakopslag coördinator het gaat gebruiken. Uit de praktijk blijkt dat de plakopslag coördinator de gestelde regels niet altijd opvolgt. Verwacht wordt dat wanneer de productiemanager hier strenger op toekijkt, het probleem verholpen is.
- De kraanbeschikking is niet meegenomen in de tool. Het onderzoeksdoel was om alle variabelen in kaart te brengen. Dit kan ervoor zorgen dat de plakopslag coördinator alsnog geen vulplakken plaatst vanwege te weinig overzicht.
- De onzekerheid in de planning veroorzaakt door storingen is niet meegenomen. De storingen in het productieproces en van de warmhoudkamers zijn niet meegenomen. Ten eerste zorgen de storingen van de warmhoudkamer ervoor dat de gemiddelde bezettingsgraad omlaag gaat. Dit kan het onderzoeksresultaat in de weg staan. Ten tweede zorgen de storingen voor extra onzekerheid bij de plakopslag coördinator. Dit kan er voor zorgen dat de plakopslag coördinator geen vulplakken plaatst wegens te weinig overzicht.

Decision Support Tool SCP

Bij de Decision Support Tool SCP, stonden de volgende punten als mogelijke valkuilen bij het behalen van het doel:

- Voorspelling van het aantal in te nemen stuwposities is onzeker. Bij de afdeling SCP worden ladingen ingepland. Op dat moment is onzeker welke stuwposities de ladingen precies in gaan nemen. Met de opkomst van het nieuwe systeem Caster Scheduler wordt het inschatten van het aantal te bezetten stuwposities van een lading betrouwbaarder. Het blijft wel slechts een schatting wat een negatieve invloed kan hebben op het onderzoeksresultaat.

Al met al verwacht men dat de gemiddelde bezettingsgraad van de warmhoudkamer omhoog gaat door de Decision Support Tool AOV en SCP. Ook wordt het realistisch geacht dat het doel van 33% wordt behaald bij het inzetten van beide tools. Hierbij is de precieze gemiddelde bezettingsgraad sterk afhankelijk van de situatie op de afdeling AOV en de veranderingen die hier worden doorgevoerd.

7. Conclusie & discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten benoemd, waarna de conclusie op de onderzoeksvraag volgt. Verder zullen er aanbevelingen worden gedaan aan het bedrijf en ten slotte zal er een kritische discussie worden geschreven.

7.1 Conclusie

Door het uitgevoerde onderzoek kan er antwoord worden gegeven op de hoofdvraag: *“Hoe kan de gemiddelde bezettingsgraad van de warmhoudkamers verhoogd worden naar 33%?”*. Om antwoord te kunnen geven op deze vraag is allereerst onderzoek gedaan naar drie deelvragen. Deze deelvragen zullen in dit hoofdstuk eerst kort samengevat worden, vervolgd door het antwoord op de hoofdvraag.

1. Hoe ziet de huidige situatie van de warmhoudkamers eruit?

De orderplanner op de afdeling Supply Chain Planning (SCP) is verantwoordelijk voor het inplannen van (breukgevoelig) materiaal. Dit doet hij handmatig en op willekeurige tijdstippen. Hij maakt zijn beslissing op een aantal restricties die vanuit de staalfabriek zijn gegeven en op basis van de vulgraadmonitor.

Na 24 uur komt het breukgevoelige materiaal aan op de afdeling Afwerken, Opslaan en Verzenden. Het breukgevoelige materiaal wordt hier tijdelijk opgeslagen in de warmhoudkamers via de opslagmethodiek groenewei.

De plakopslagcoördinator op deze afdeling, maakt een beslissing over het aantal vulplakken dat geplaatst kan worden. Vulplakken worden alleen op nieuwe stouwposities geplaatst en in groepen van minimaal vier plakken. Het plaatsen van vulplakken vindt handmatig plaats op basis van de vulgraadmonitor.

Het staal blijft opgeslagen totdat er een plakopzoeklijst uit de warmbandwalserij komt. Deze vraagt plakken op die verwalst moeten worden en bestemd zijn voor de klant. De volgorde hiervan wordt bepaald door technische restricties van de warmbandwalserij.

2. Wat heeft invloed op de huidige situatie rondom de warmhoudkamers?

Het inplannen van staal gebeurt handmatig en op willekeurige momenten. Dit leidt tot een lagere productie van breukgevoelige kwaliteiten maar ook tot een onzekere forecast van breukgevoelig materiaal voor de plakopslag coördinator. De afdeling SCP geeft aan dat zij het liefst elke 24 uur breukgevoelig materiaal willen plannen. In de praktijk gebeurt dit niet. Ook wordt het totale tonnage in de warmhoudkamers als indicator gebruikt bij het inplannen van breukgevoelig materiaal. Dit zorgt ervoor dat er bij 2500 ton in de warmhoudkamers nooit breukgevoelig materiaal wordt ingepland. De warmhoudkamers hebben een technische capaciteit van 7500 ton, waardoor de indicator ‘totale tonnage’ niet juist gesteld is.

85% van het staal dat geproduceerd wordt, deklasseert en krijgt een andere kwaliteit dan van tevoren de bedoeling was. Hierdoor weet de afdeling AOV pas na de continuïetmachine zeker welke plakken er aan komen en wat hun bestemming wordt. Een deklassatie van een plak betekent vaak ook dat de plak een andere bestemming krijgt. Een andere factor die invloed heeft op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers zijn het optreden van vele storingen in het productieproces. Dit leidt tevens tot onzekerheid van de productieforecast bij AOV.

Op de afdeling AOV zijn de aankomsttijden en de vertrektijden van breukgevoelige plakken en eventuele vulplakken onduidelijk. Deze onzekerheid zorgt er voor dat de plakopslag coördinator geen risico loopt en de vulplakken vaak niet plaatst wanneer dit wel zou kunnen. Bovendien ligt de prioriteit van de plakopslag coördinator niet op het plaatsen van de vulplakken, maar op het aanvoeren van de warmband en het lossen van de treinen. Deze andere prioriteiten in combinatie met het handmatig aanwijzen van vulplakken leidt ook tot het minder plaatsen van vulplakken. Vulplakken zijn ook niet altijd aanwijsbaar. Wegens ruimte- en tijdgebrek bij het laden van treinen worden homogene plakken vaak niet bij elkaar gestapeld en zijn er minder vulplakken aan te wijzen. Tenslotte zijn er niet alleen storingen in de staalfabriek, maar is de warmhoudkamer jaarlijks maar 345 dagen in gebruik. De andere dagen staat de warmhoudkamer in storting.

De (gebrekkige) informatieoverdracht tussen de warmbandwalserij, de orderplanner en de plakopslag coördinator leidt tot weinig inzicht in het vertrek van staalplakken uit de warmhoudkamer. Op dit moment is er informatie beschikbaar over de tijd van verwalsen van een plak bij de warmbandwalserij. Deze informatie wordt niet gecommuniceerd met de orderplanner en de plakopslag coördinator. Met deze informatie kunnen zij sneller een keuze kunnen maken over de vulling van de warmhoudkamer.

3. Hoe kan de bezettingsgraad van de warmhoudkamers verhoogd worden doormiddel van bedrijfsproces optimalisatie?

Voor het kiezen van de oplossing is het van belang dat er een oplossing wordt gekozen die bij het onderzoeksdoel past. Het onderzoeksdoel gesteld in hoofdstuk 1.5 is de bezettingsgraad van de warmhoudkamer van 12% naar 33% te verhogen. Problemen die buiten het onderzoekskader vallen zijn:

- Deklassatie in het productieproces leidt tot onduidelijke productieforecast bij AOV.
- Storingen in het productieproces leiden tot onduidelijke productieforecast bij AOV.
- De warmhoudkamers zijn slechts 345 dagen per jaar in werking. De andere dagen is er sprake van een storting.
- Mogelijkheid tot vulplakken wordt beperkt door te weinig tijd en ruimte bij het laden van de treinen.

De andere problemen kunnen opgelost worden aan de hand van twee Decision Support Tools. Allereerst wordt er een Decision Support Tool bij de afdeling AOV ontworpen. Deze ondersteunt de plakopslag coördinator bij het plaatsen van vulplakken. De Decision Support Tool zal elke keer wanneer er een trein binnenkomt een melding geven. Hierin staat advies over het plaatsen van de vulplakken.

Daarnaast is er gekozen om nog een Decision Support Tool te ontwikkelen voor de afdeling SCP. De Decision Support Tool zal elke 24 uur een melding geven met een overzicht waarin staat of het plaatsen een nieuwe bestelling breukgevoelig materiaal mogelijk is.

In deze twee Decision Support Tools zal de indicator 'tonnage' voor het plaatsen van vulplakken vervangen worden door het 'aantal vrije stouwposities'. Daarnaast is er met het bedrijf afgestemd dat er informatie uit de warmbandwalserij beschikbaar wordt om meer inzicht te geven in het vertrek van plakken uit de warmhoudkamers. Door inzicht in de vertrektijden en de aankomsttijden van staal wordt er bij de Decision Support Tools een overzicht gegeven van de informatie die benodigd is voor het maken van de juiste beslissing.

Nu alle deelvragen beantwoord zijn, wordt er antwoord gegeven op de onderzoeksvraag. Uit het onderzoek is gebleken dat er meerdere factoren van invloed zijn op de bezettingsgraad van de warmhoudkamer. De belangrijkste verbeteringen in het proces zijn het hanteren van een systematische manier van werken bij het inplannen van breukgevoelig materiaal door de orderplanner of het aanwijzen van vulplakken door de plakopslag coördinator. Om dit te ondersteunen is het goed om op beide afdelingen van een Decision Support Tool te voorzien, die een melding geeft met de benodigde informatie voor het maken van een juiste keuze. Tevens zal deze tool zoals de naam zegt ook een advies geven over de beslissing. Hiermee wordt verwacht dat het onderzoeksdoel 'Het verhogen van de gemiddelde bezettingsgraad van de warmhoudkamers van 12% naar 33%' is gehaald.

7.2 Aanbevelingen

Naar aanleiding van het onderzoek zijn er aantal aanbevelingen te maken. Allereerst wordt het theoretisch kader beschouwd.

Design Science Research is een geschikte methode om IT-artifacten mee te ontwikkelen. De methode is gemaakt voor het ontwikkelen, implementeren en evalueren van een IT-artefact. Voor slechts het ontwerpen van een IT-artefact voldoet de methode niet geheel. De bedachte oplossing is namelijk nog niet betrouwbaar te evalueren. Om deze reden wordt aan Tata Steel aanbevolen om de decision support tools beide goed te evalueren en aan te passen waar nodig wanneer deze in werking zijn.

Om een bedrijfsproces in kaart te brengen is het maken van een BPMN model een aan te bevelen methode. De methode is voor zowel experts als leken goed te begrijpen en is daarom uiterst geschikt voor het in kaart brengen van een bedrijfsproces. Ook is het gebruik maken van UML voor het ontwikkelen van een software ontwerp aan te raden. Wel is het hierbij van belang dat de partij die het software ontwerp gaat implementeren deze methode begrijpt. Wanneer dit niet het geval is wordt aanbevolen om verder te zoeken naar een andere methode om het softwareontwerp mee te verduidelijken.

Naast theoretische aanbevelingen zijn er ook praktische aanbevelingen voor Tata Steel. Omdat het ontwerp nog niet getest is, wordt aanbevolen om dit te testen. Hierbij is het van belang dat het aantal vrije stouposities wordt voor deklassatieplakken hoger dan drie worden. Op basis van een maandelijkse observatie kan er vervolgens gekeken worden of er minder vrije stouwen voor de deklassatieplakken moeten worden gereserveerd.

Wanneer er bij bijvoorbeeld wegens tijdsgebrek wordt besloten om het ontwerp niet of later te implementeren, is de eerste prioriteit het maken handvaten van systematische werkwijze voor zowel de orderplanner als de plakopslag coördinator. Ook het hanteren van het aantal vrije stouposities als indicator is een manier om de bezettingsgraad van de warmhoudkamers te verhogen. Het herschrijven van de protocollen is hierbij vereist. Ook het maken van een melding zonder het gehele advies geïntegreerd in een tool zou het systematisch maken van de beslissingen rondom de warmhoudkamers ondersteunen.

Tijdens het onderzoek kwam naar voren dat de plakopslag coördinatoren vaak niet weten waarom ze vulplakken moeten plaatsen. Hierom wordt aanbevolen om presentatie te doen voor iedereen die betrokken is bij het plaatsen van vulplakken. Hierin moet vervolgens het doel van het plaatsen van vulplakken duidelijk worden.

De laatste aanbeveling is om met de verschillende afdelingen bij elkaar te zitten en te kijken of er meer slimme uitwisseling van informatie mogelijk is wat kosten kan besparen. Het bedrijf zou een

nieuwe afstudeeropdracht uit kunnen schrijven om te kijken naar de onderlinge samenwerking tussen de verschillende afdelingen. Misschien zou bijvoorbeeld het opstellen van een gezamenlijke KPI er voor zorgen dat de verschillende afdelingen bij Tata Steel allemaal baat hebben bij een goede samenwerking.

Het doorvoeren van de boven genoemde verbeterstappen kan de kans op het behalen van de doelstelling van dit onderzoek verhogen.

7.3 Discussie en verder onderzoek

In het onderzoek zijn een aantal factoren naar voren gekomen die het resultaat van het onderzoek negatief dreigen te beïnvloeden.

Allereerst is er kwalitatief onderzoek gedaan en is er slechts een ontwerp gemaakt van het artefact. De validatie in hoofdstuk 6 staat om deze ter discussie. De gegevens die worden gebruikt in dit hoofdstuk komen uit het verleden en slechts uit de maand maart. Ook zijn er aannemens gedaan op basis van gemiddelden en schattingen. De verwachte resultaten zijn daarom erg lastig in te schatten en zouden anders uit kunnen vallen dan verwacht. Om de verwachte resultaten te onderbouwen is er met de afdelingen Automatisering, Afwerken, Opslaan en Verzenden en Automatisatie een validatieinterview gehouden. Hierin kwam naar voren dat het ontwerp in ieder geval bijdraagt aan het doel en de verwachting is dat het gewenste effect bereikt wordt.

De informatie uit WASP komt, ter verbetering van het inzicht in het vertrek van plakken uit de warmhoudkamer, is in het verleden onbetrouwbaar geweest. Het is nog maar de vraag of deze informatie in de nieuwe versie van WASP wel betrouwbaar is en dus een betrouwbaar beeld geeft over de variabele: “het aantal stouwposities dat vrijkomt bij vertrek”.

Er wordt op dit moment gewerkt aan een verbetering in het proces waardoor breukgevoelig materiaal als laatste van een POL klaar kan worden gezet in een klaarzetvak. Hierdoor wordt het voordeel van het eerder inzicht hebben in het vertrek van staal kleiner. Anderzijds zorgt deze situatie ook voor een voordeel. De POL-blokkade op de warmhoudkamers wordt korter, waardoor er vaker vulplakken in de warmhoudkamers kunnen worden geplaatst.

De kraanbezetting op AOV is niet meegenomen in de Decision Support Tools. Hier moet de plakopslag coördinator zelf nog een keuze over maken. Omdat de prioriteiten van de plakopslag coördinator niet bij het plaatsen van vulplakken ligt, zal hij minder snel geneigd zijn om de plakken te plaatsen.

Het aantal uitwijkstouwen voor deklassatieplakken is op dit moment gezet op drie. Dit getal is slechts gebaseerd op inschatting en kan daarom in de praktijk anders uitvallen dan gewenst. Om deze reden wordt er aanbevolen om eerst meerdere uitwijkstouwen aan te wijzen.

Ten slotte is het aantal vrije stouwposities afhankelijk van de breedte van de verschillende plakken. Dit is niet meegenomen in het onderzoek en er is gebruik gemaakt van het gemiddelde aantal stouwposities in de berekeningen. Omdat er sprake is van een variabele breedte-indeling van de warmhoudkamers zal het aantal vrije stouwposities ingeschat moeten worden door de Decision Support Tools. Wel wordt er verwacht dat met behulp van de informatie over de variabele breedte-indeling kan worden ingeschat hoeveel vrije stouwposities er zijn.

Voor verder onderzoek is het interessant om te kijken wat het nut is van de warmhoudkamers weggezet tegen het aantal kraanhandelingen en de afname van de arbeidstevredenheid die hierbij komt kijken. Ook zou er kunnen worden gekeken of er meer slimme informatieuitwisseling tussen de verschillende afdelingen bij Tata Steel mogelijk is om kostenbesparingen te realiseren. Als laatste is

onderzoek naar het direct inzetten van breukgevoelig materiaal in de warmbandovens. Dit zou betekenen dat er verandering moet komen in het warmbandprogramma. De afwegingen hiervan moeten in dit geval in kaart worden gebracht. Tot slot is het wenselijk om onderzoek te doen naar de oorzaken van deklassatie en storingen in het productieproces. Wanneer de kans op deklassatie of storingen kleiner wordt zal de productieforecast van de warmhoudkamers minder onzeker zijn. Dit zou de afdeling SCP en de afdeling AOV voorzien van meer informatie voor het maken van de juiste keuzes rondom de warmhoudkamers.

Bibliografie

- Aalst, W. M. (2016, February). Business Process Management. *Business & Information Systems Engineering*, pp. 1-6.
- Aguilar-Savén, R. S. (2003, april 9). Business Process Modelling: Review and Framework. *Elsevier*, pp. 129-149.
- Chinosi, M. (2012). Computer Standards & Interfaces. *Elsevier*, 124-134.
- Geerts, G. L. (2011, februari 22). A design science research methodology and its application to accounting information systems research. *Elsevier*, pp. 142-151.
- Geiger, M. (2017). BPMN 2.0: The state of support and implementation. *Elsevier*, 250-262.
- Heerkens, H. (2012). *Geen Probleem*. Nieuwegein: Van Winden Communicatie.
- Heerkens, H. (2012). *Geen Probleem*. . Nieuwegein: Van winden Communicatie.
- Heijne, M. (2018). *Simulatiemodel AOV*. IJmuiden: Tata Steel.
- Jou, S. F. (2006). *Interactive Business Data Visualization System*. US.
- Koch, N. (2008). *The Expressive Power of UML-based Web Engineering*. Münschen: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Manager, P. (2016). *Guideline WVS133 Breukgevoelige kwaliteiten*. IJmuiden: Tata Steel.
- Marina Goense. (2017). *Pipeline OSF2*. IJmuiden: Tata Steel.
- Morais, R. M. (2014). An analysis of BPM lifescycles: from literature review to a framework proposal. *Business Process Management Journal*, 412-432.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger M.A., Chatterjee, S. (2007). A design Science Research for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 42.
- Salvatore T. March and Veda C. Storey. (2008). Design Science in the Information Systems Discipline: An Introduction to the Special Issue on Design Science Research. *Jstor*, 725-730.
- Sen, A. (1985). *Decision Support Systems: An Expert Systems Approach*. North-Holland: Elsevier Science Publishers B.V.
- Silver, E. A. (2004). Inventory and Production Management in Supply Chains. In E. A. Silver, *Inventory and Production Management in Supply Chains* (pp. 199 - 233). London: CRC Press.
- Slack, N. (2013). Operations Management. In N. Slack, *Operations Management* (pp. 361 - 363). Edinburgh Gate: Pearson.
- Slack, N. (2013). Operations Management. In N. Slack, *Operations Management* (pp. 404 - 438). Edinburgh Gate: Pearson.
- Slack, N. (2013). Operations Management. In N. Slack, *Operations Management* (pp. 287 - 321). Edinburgh Gate: Pearson.

- Vaishnavi, V., Kuechler, W., Petter, S. (2017). *Design Science Research in Information Systems*. Association for Information Systems.
- Van Daalen, M. (2017). *Rapport Warmhoudkamers* . IJmuiden: Tata Steel.
- Van den Berg, H. (2008). Handboek Business Process Engineering. In H. v. Berg, *Handboek Business Process Engineering* (pp. 175 - 210). Enschede: BiZZdesign.
- van der Aalst, M. P. (2016). *Business Process Management*. Berlin: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Vromen, S. (2016). *CV Warmhoudkamers project* . IJmuiden: Tata Steel .
- White, S. A. (2009). *Introduction to BPMN* . New York: IBM Corporation .
- Winston, W. L. (2004). Operations Research. In W. L. Winston, *Operations Research* (pp. 737 - 785). Brooks: Curt Hinrichs.
- Winston, W. L. (2004). Operations Research. In W. L. Winston, *Operations Research* (pp. 1051 - 1121). Brooks: Curt Hinrichs.

8. Bijlagen

Bijlage A: Begrippenlijst

Begrip	Definitie
<i>Afdeling AOV</i>	Afdeling Afwerken, Opslaan en Verwerken
<i>Afdeling SCP</i>	Afdeling Supply Chain Management
<i>Afwerkplakken (A-plakken)</i>	Deze plakken worden voordat ze opgeslagen worden op AOV nog afgewerkt.
<i>Artefact</i>	iets dat door mensen is gemaakt, voor een praktisch doel. Een artefact moet een relevant en belangrijk probleem oplossen.
<i>AS-IS model</i>	Een model dat het huidige bedrijfsproces weergeeft.
<i>BPMN</i>	BPMN is een stroomdiagrammethode waarmee men alle stappen in een gepland bedrijfsproces van begin tot einde in kaart kan brengen. Het geeft een gedetailleerd visueel overzicht van de werkmethoden en informatiestromen die nodig zijn om een bepaald proces binnen een bedrijf te voltooien.
<i>Business Process Model</i>	Bedrijfsproces model waarin alle stappen in een gepland bedrijfsproces in kaart worden gebracht.
<i>Continugietmachine (CGM)</i>	Deze installatie zet vloeibaar staal om in plakken van staal van 22,5 cm dik en 8 tot 12 meter lang. De continugietmachines zijn onderdeel van de staalfabriek.
<i>Deklassatie</i>	Een deklassatieplak is een plak die daalt in kwaliteit wanneer het staal niet voldoet aan de van te voren ingeplande kwaliteit, lengte of breedte. Deklassatie treedt op bij kleine productiefouten die ontstaan bij een kleine afwijking in het productieproces.
<i>Direct Sheet Plant (DSP)</i>	Dit is een gietwalsinstallatie waarin vloeibaar staal wordt gegoten en direct verwalst.
<i>Elvis</i>	Elvis is een rapporterend systeem dat de huidige locatie van staal in het productieproces weergeeft.
<i>Flow chart</i>	Een flow chart is een sequentiële grafische weergave van processen. Het gebruikt symbolen om bepaalde processen of gebeurtenissen weer te geven.
<i>Groenewei</i>	Dit principe stapelt homogene plakken met dezelfde kwaliteit, lengte en breedte bij elkaar op een wagon, zodat het op deze manier gestapeld kan worden op de afdeling AOV.
<i>homogene plakken</i>	Homogene plakken zijn plakken met dezelfde lengtegroep, breedtegroep en kwaliteit.
<i>Opslagplakken (O-plakken)</i>	Deze plakken worden bij aankomst op de afdeling AOV direct opgeslagen.
<i>Plakopslagsysteem (POSS)</i>	POSS staat voor plakopslagsysteem en zorgt ervoor dat de beschreven opslagmethodiek wordt uitgevoerd.
<i>plakopzoeklijst (POL)</i>	Een plakopzoeklijst is een lijst waarin de staalplakken staan die vanuit de opslag naar de warmbandwalserij moeten worden vervoerd. In de zogenoemde POL staat welke kwaliteit, lengte en breedte staalplak er wordt gevraagd en waar deze vandaan moet komen op de afdeling AOV.
<i>Poco</i>	Plakopslag coördinator

<i>PROCO</i>	PROCO is het productie coördinatie systeem dat ervoor zorgt dat de ingeplande productie de door Supply Chain Planning (SCP) bedachte route volgt. Het wordt gebruikt door de productiecoördinator.
<i>Sales & operation plan</i>	Een wekelijks plan waarin ladingen per dag en de productierestricties die hierbij horen worden beschreven.
<i>Sales forecast & operation plan</i>	Een plan waarin staat welke staal wanneer benodigd is voor welke klant. Het levert de basisinformatie benodigd voor het maken van de planning van staal.
<i>Systematisch literatuur onderzoek</i>	Een systematische methode voor literatuuronderzoek.
<i>TO-BE model</i>	Een model dat het verbeterde bedrijfsproces weergeeft.
<i>UML</i>	De Unified Modelling Language is de standaard voor software ontwerp. UML is een taal voor het specificeren, visualiseren, construeren en documenteren van artefacten van softwaresystemen voor bedrijfsmodellering en andere niet-software systemen.
<i>Vulgraad monitor</i>	Om de ploegen te ondersteunen bij het gebruik van V-plakken is er een vulgraad monitor ontwikkeld. Deze wordt weergegeven in POSS en laat de situatie van de warmhoudkamers zien. Deze monitor wordt gebruikt tijdens de lokale ochtendwijding om te sturen op het vullen van de kamers.
<i>vulplak</i>	Een vulplak is een staalplak die door de plakopslag coördinator is aangewezen als extra aanvulling van de warmhoudkamers. Een plak is een vulplak wanneer het dient om de warmhoudkamers op te vullen.
<i>Warmhoudkamer (WHK)</i>	Een warmhoudkamer is een grote kist met isolerend materiaal aan de wanden, met een dak dat open en dicht kan.
<i>WASP</i>	WASP is verantwoordelijk voor het warmbandprogramma en de uitvoering hiervan. WASP is 'in control' wanneer de staalplakken op de ontstapelaar ligt totdat het staal verwalst is

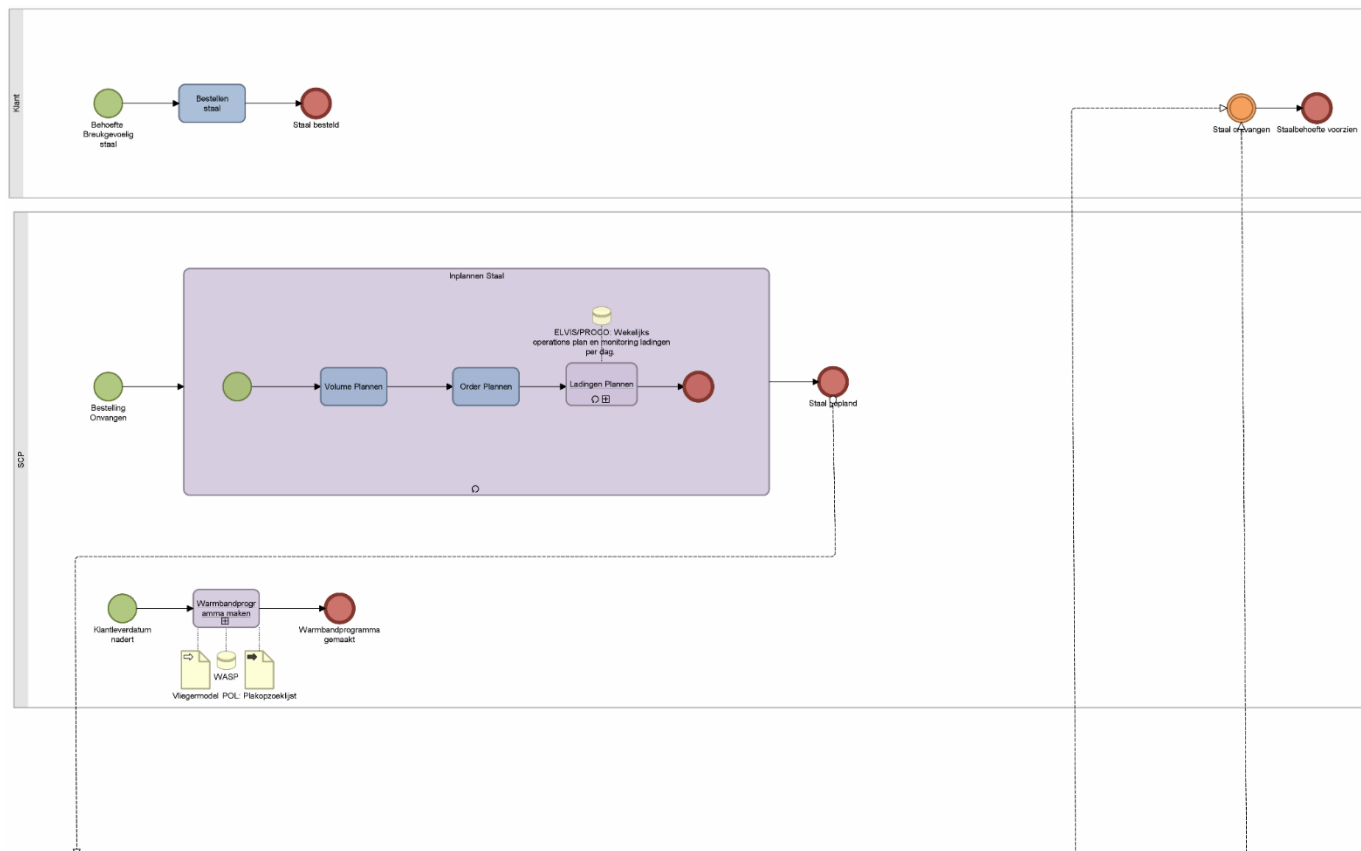
Bijlage B: Stakeholders

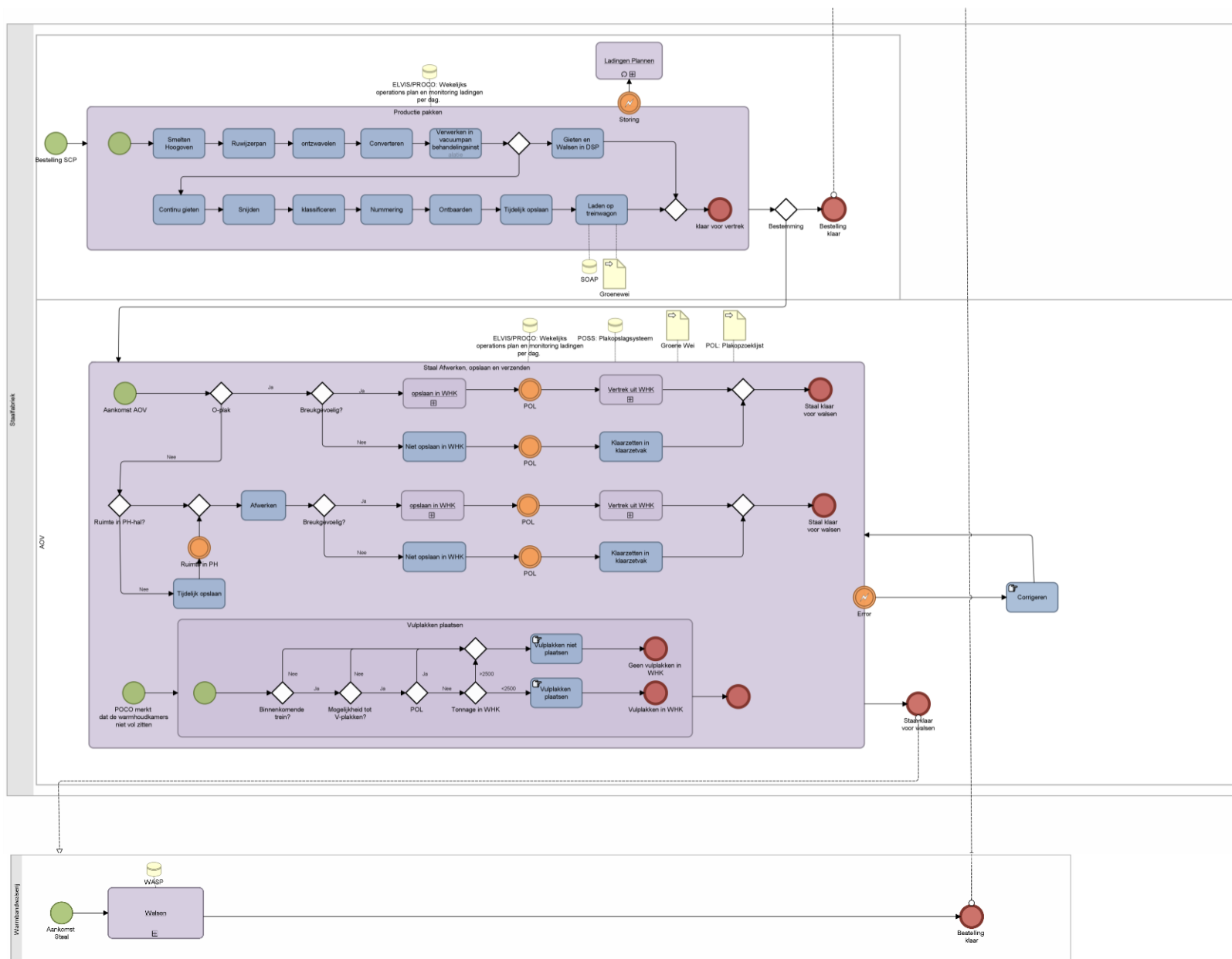
Tijdens het onderzoek hebben we te maken met verschillende stakeholders. De belangrijkste stakeholders die onderdeel van het onderzoek zijn:

1. De afdeling automatisering (AUT). Dit is de afdeling die zich bezig houdt met informatiesystemen van het productieproces bij Tata Steel. Met deze afdeling is afgestemd welke Decision Support Tools geschikt kunnen zijn voor het bedrijf. Ook zijn zij verantwoordelijk voor de implementatie van het ontwerp.
2. De Afdeling Supply Chain Planning (SCP). De afdeling SCP is verantwoordelijk voor het inplannen van (breukgevoelige) plakken. Supply Chain Planning heeft grote invloed op de aanvoer van breukgevoelig materiaal op de warmhoudkamers.
3. De afdeling AOV. De afdeling AOV is verantwoordelijk voor het eventuele plaatsen van vulplakken. Dit gebeurt op dit moment op basis van inschatting.

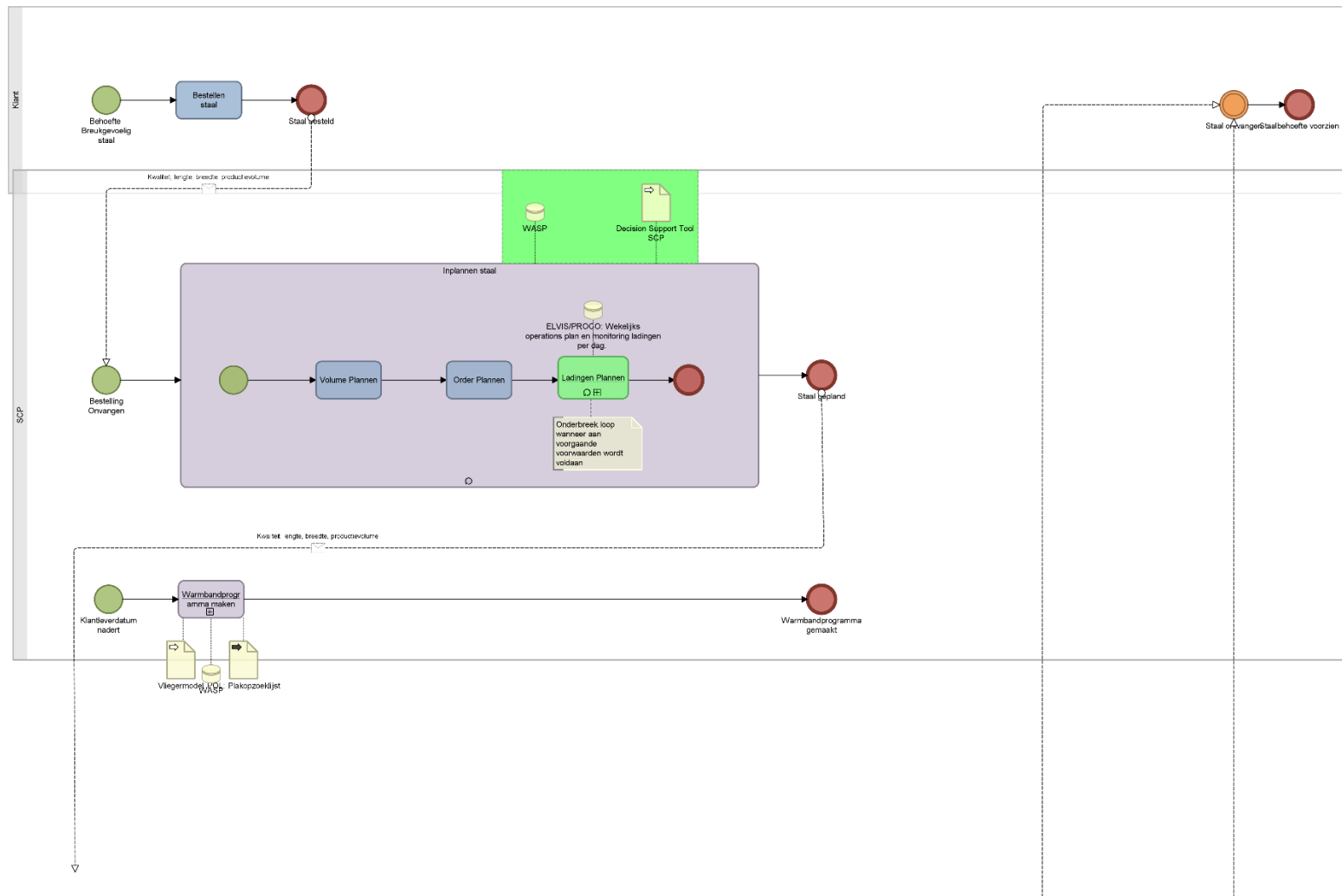
Bijlage C: Bedrijfsproces modellen

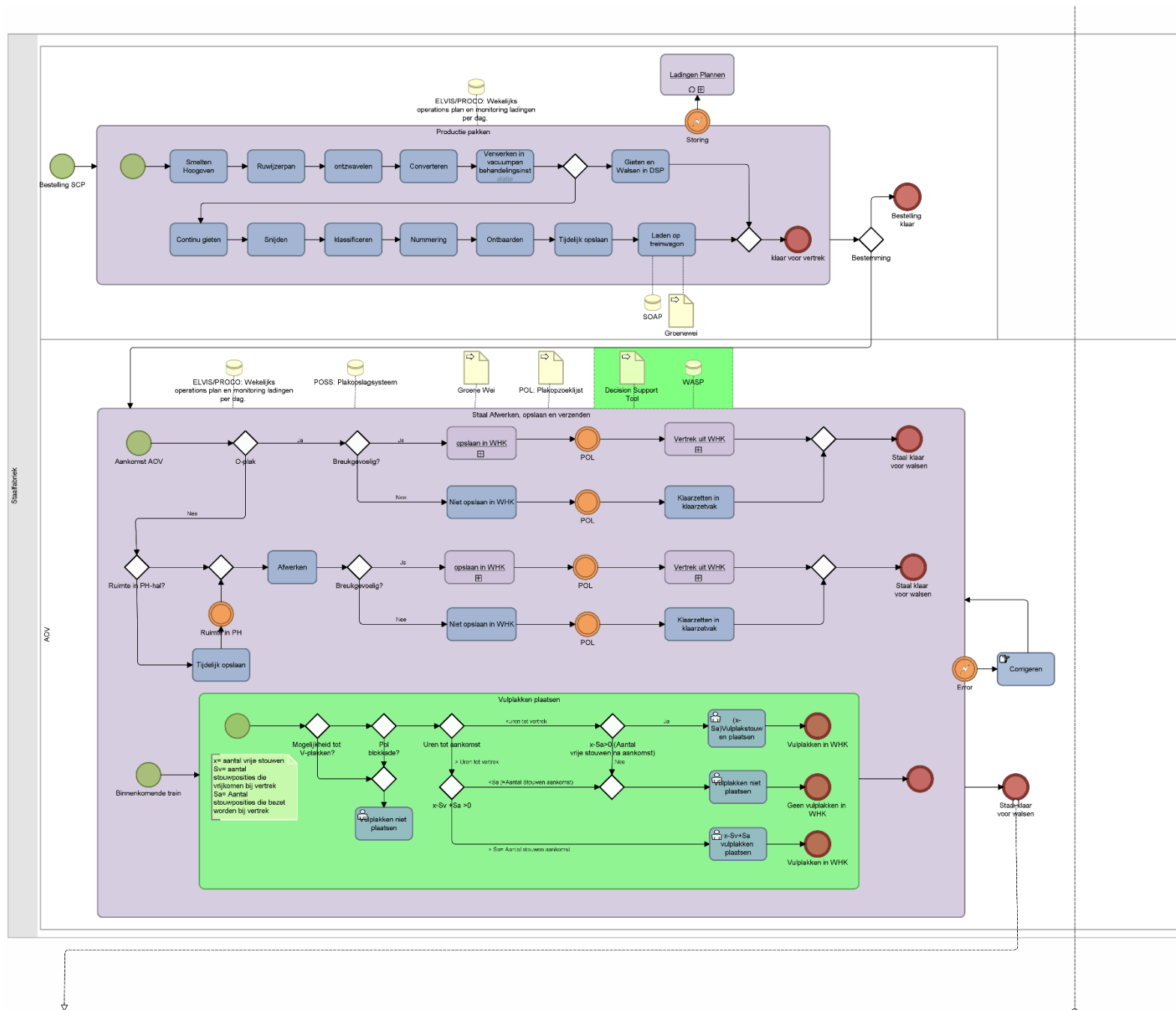
Huidig model (AS-IS)

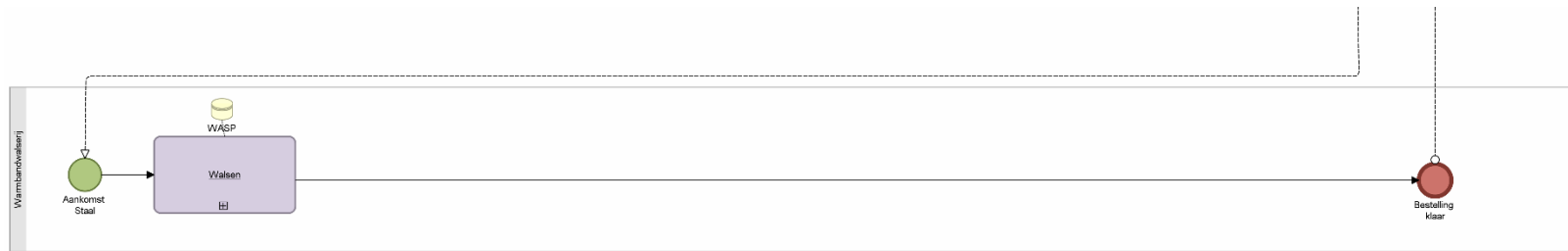




Verbeterd model (TO-BE)







Bijlage D: Managerial Problem Solving Method (MPSM)

De MPSM bestaat uit de volgende stappen:

1. Probleemidentificatie

In deze stap worden problemen geïdentificeerd en vervolgens met behulp van een probleemkluwen in kaart gebracht.

2. Formuleren probleemaanpak

In deze stap wordt er een plan van aanpak opgesteld.

3. Probleemanalyse

In deze stap wordt de probleemkluwen opnieuw bekeken en worden missende details toegevoegd.

4. Formulering van alternatieve oplossingen

In deze stap worden verschillende oplossingen beschreven

5. Beslissen

In deze stap wordt een van de oplossingen gekozen.

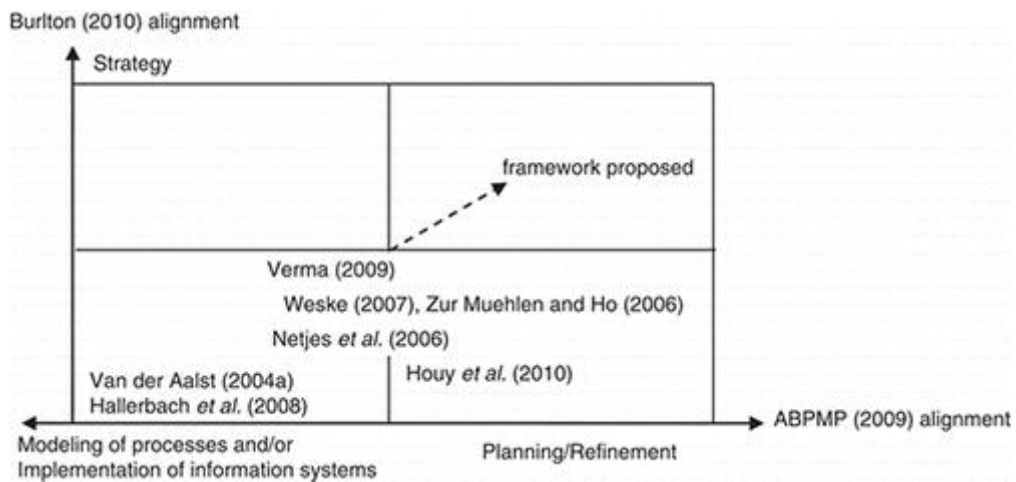
6. Implementatie

In deze stap wordt er een implementatieplan opgesteld.

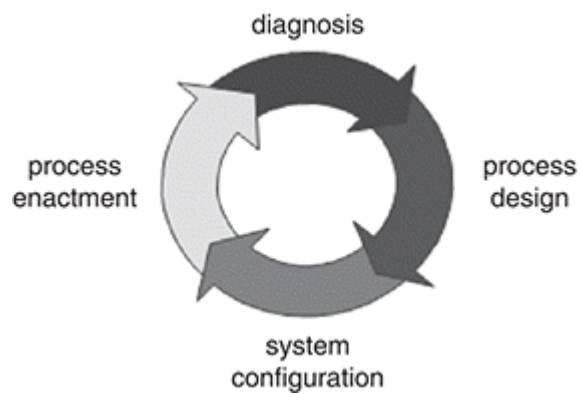
7. Evaluatie

In deze stap worden alle fasen geëvalueerd.

Bijlage E: Keuze BPM methodologie



Figuur 33: business Process Modelling methodologies



Figuur 34: Keuze methodologie

Bijlage F: Modelleermethodes

Aguilar-Saven (2003) beschrijft de onderstaande verschillende modelleermethodes:

- *Flow Chart*- Een flow chart is een sequentiële grafische weergave van processen. Het gebruikt symbolen om bepaalde processen of gebeurtenissen weer te geven.
- *Data Flow Diagram (DFD)* – Een DFD beschrijft de samenwerking van processen en hoe ze aan elkaar verbonden zijn door databases. Ook wordt beschreven hoe deze processen gerelateerd worden aan de gebruikers in de buitenwereld.
- *Role activity diagrams (RAD)* – RADs zijn diagrammen die het proces bekijken vanuit de verantwoordelijkheid en interacties vanuit individuele rollen.
- *Role Interaction Diagrams (RID)* – RIDs zijn grafieken waar rollen worden gelinkt aan activiteiten in een matrix.
- *Gantt Chart* – Een Gantt Chart is een matrix waarin activiteiten tegen personen en tijdsperioden worden weggezet.
- *The Integrated Definition for Function Modelling 0 (IDEF0)*- een modelleertechniek gebruikt voor het ontwikkelen van structurele grafische representaties van processen en complex systemen van ondernemingen.
- *The Integrated Definition for Function Modelling 3 (IDEF3)* – IDEF3 is ontwikkelt voor het expliciet beschrijven van processen en wordt gebruikt om gedragsaspecten in een proces weer te geven.
- *Couloured Petri Nets (CPN)* – CPN is een grafische georiënteerde taal die het makkelijk maakt om individuele processen te controleren, ontwerpen of ontwikkelen.
- *Object Oriented methods (OOM)* –OOM worden gebruikt voor het beschrijven van een systeem welke voornamelijk te maken heeft met objecten. De acties die kunnen worden genomen hangen af van het gekozen object. OO is een van de hoofdmethodes gebruikt voor process modelling en wordt vaak gebruikt in de Unified Modelling Language.
- *Workflow Technique* – Een facilitatie of ‘automation’ van business proessen. Een workflow is een flow van taken tussen de computer applicatie en de mensen in de organisatie. Met workflow automation wordt dit geautomatiseerd.
- *GRAI* - GRAI richt zich op het ontwikkelen van process model gefocust op verantwoordelijkheden en processen waar beslissingen centraal staan.

Bijlage G: UML-diagrammen

Onderdeel/component diagram: Geeft een structurele relatie tussen de verschillende elementen van een softwaresysteem weer en wordt meestal gebruikt om complexe systemen die uit meerdere onderdelen bestaan uit te leggen. Onderdelen communiceren met elkaar doormiddel van interfaces.

Samengesteld structuur diagram: Dit soort diagrammen worden gebruikt om de interne structuur van een klasse weer te geven.

Deployment diagram: Illustreert de hardware en software van een systeem en de manier hoe deze met elkaar communiceren. Deze diagram wordt voornamelijk nuttig geacht als een software oplossing wordt gebruikt op meerdere machines met unieke configuraties.

Objectdiagram: Toont de relatie tussen objecten doormiddel van voorbeelden uit de echte wereld en laat zien hoe een systeem op een bepaald moment er uit ziet. Omdat objecten gegevens bevatten kunnen ze worden gebruikt om relaties tussen objecten duidelijk te maken.

Pakketdiagram: Pakketten kunnen de verschillende niveaus in een systeem weergeven om de architectuur ervan te onthullen. Pakketafhankelijkheden kunnen gemarkeerd worden om het communicatiemechanisme tussen niveaus weer te geven.

Activity diagram: Grafisch weergegeven zakelijke of operationele werkstromen om bepaalde activiteiten binnen een systeem af te beelden. Een activiteitendiagram wordt ook wel als alternatief gebruikt voor een toestandsmachinediagram.

Communicatiediagram: Een communicatiediagram is vergelijkbaar met een sequentiediagram en is gericht op berichten die tussen objecten worden uitgewisseld.

Interactie-overzichtdiagram: Het doel van interactiediagrammen is om het interactieve gedrag van een systeem te visualiseren. Het visualiseren van de interactie wordt vaak beschouwd als moeilijk. Daarom zijn er verschillende typen modellen te gebruiken om de verschillende aspecten van de interactie vast te leggen.

Sequentiediagram: Laat zien hoe objecten op elkaar reageren en de volgorde waarin activiteiten worden uitgevoerd. Ze geven de interacties voor een bepaald scenario weer.

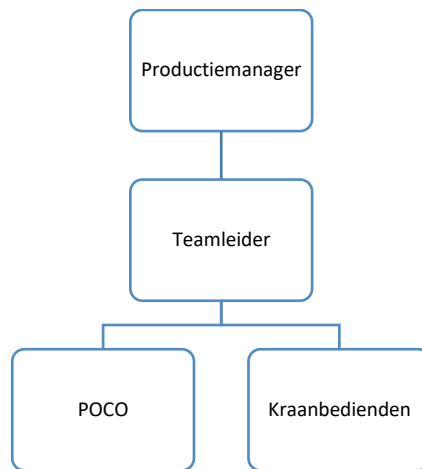
Timing diagram: net als bij een sequentiediagram wordt in dit diagram het gedrag van objecten binnen een bepaald tijdsschema weergegeven.

Use case-diagram: Diagrammen die de functionaliteit van het systeem vanuit het gezichtspunt van de gebruiker beschrijven.

Klassendiagram: Een klassendiagram beschrijft de structuur van een systeem op het gebied van objecten eigenschappen, associaties en handelingen.

Bijlage H: Organisatiestructuur AOV

De afdeling AOV heeft te maken met de volgende functies en taken:



Figuur 35: Organisatiestructuur AOV

De productiemanager is verantwoordelijk voor het verdedigen van de KPI's van AOV die door het management van Tata Steel zijn opgesteld. De teamleiders zijn verantwoordelijk dat de dag plannings uit worden gevoerd en dat alles veilig en efficiënt verloopt op de afdeling. Zij zijn het directe aanspreekpunt voor de kraanbedienden en de POCO. Zij overleggen in de lokale ochtendwijding met de productiemanager over bijzonderheden van de dag en verbeterpunten. De POCO is verantwoordelijk voor de monitoring van het plakopslagsysteem (**zie --**). Wanneer POSS een verkeerde order geeft corrigeert de POCO dit en communiceert hij dit door aan de kraanbedienden. De kraanbedienden voeren het werk uit wat POSS of in geval van uitzondering de POCO hun instrueert. Zij leggen de plakken op de gegeven plek neer. (Marina Goense)

Bijlage I: Overzicht verschillende secties

De sectie AOV is de laatste sectie van de staalfabriek voordat het staal naar de warmbandwalserij gaat. De staalfabriek is opgesplitst in zes productiesecties:

1. Ruwijzer, Schrot en Toeslagstoffen (RST)
2. Converter (CON)
3. Panbehandelingsinstallaties (PBI)
4. Pannen, verdeelbakken en kranen (PVK)
5. Continugietmachine (CGM)
6. Afwerken Opslaan en Verzenden (AOV)

RST verzorgt de levering van ruwijzer, schrot en toeslagstoffen aan de sectie CON. In een rijdende menger komt het ruwijzer per spoor van de hoogoven naar de staalfabriek. De menger wordt bij aankomst van RST geplaatst op een ruwijzerput en vervolgens wordt er per keer 280 ton vloeibaar ijzer in een ruwijzerpan getapt. Een laadkraan zet deze pan vervolgens op Ruwijzer, Ontzwavelen en Afslakken (ROZA). Bij de ROZA wordt het ruwijzer ontzwaveld en de bovendrijvende slak, een ongewenst bijproduct van het oppervlakte geschraapt en vervolgens in een slakpan gegoten.

De converter zet ruwijzer en schrot om in hoogwaardig staal. Per lading wordt er 315 ton staal gemaakt. Allereerst wordt er schrot in de converter gestort. Aansluitend wordt door een andere laadkraan het ruwijzer in de converter geschonken. Vervolgens wordt er nog kalk toegevoegd. Hierna wordt door de hoofdlans zuurstof door het bad geblazen, waardoor de ongewenste elementen zoals silicium, koolstof en fosfor worden geoxideerd. Met behulp van een sublans worden monsters genomen om de kwaliteit van het staal te bepalen. Na het blaasproces wordt het ruwstaal in een staalpan getapt.

De panbehandelingsinstallatie behandelt de ladingen verder. Hier wordt de lading op de juiste kwaliteit gebracht. Afhankelijk van de gewenste staalkwaliteit gaat de bij de converter gevulde staalpan naar CGM 21 of 22, de vacuumpan behandelingsinstallatie of de panoven. Een deel van het staal gaat in deze fase naar de DSP. Dit komt dus niet meer terecht op de afdeling AOV.

Als de staalpan de PBI is gepasseerd brengt de gietkraan deze op een van de draaitorens van CGM. Hier wordt het staal gegoten in plakken van een voorbepaalde breedte en lengte. Tijdens dit proces mag er geen oxidatie van het ijzer plaats vinden, omdat zuurstof uit de lucht het vloeibare staal verontreinigt in de gietvormen stolt het vloeibare staal aan de buitenkant. De nu onstane dunne gestolde huid moet door vele rollen worden ondersteund. Een uitgebreid koelwatersysteem zorgt voor verdere stolling van de strengen. Als het staal uit de machine komt is het een streng. Deze plak krijgt vervolgens een uniek plaknummer.

Een sectie die onderdeel is van CGM is SKV. Hier wordt het staal gesneden in de gewenste lengte. Hierna krijgen de plakken een eigen nummer, worden de plakken ontbaard en worden ze tijdelijk opgeslagen voordat ze op een treinwagon worden geladen. Het klassificeren van het staal vindt hier plaats.

Na SKV worden de plakken afgewerkt (indien nodig), opgeslagen en verzonden naar de warmbandwalserij op de afdeling AOV. De afdeling AOV is de laatste sectie van de staalfabriek.

Bijlage J: Opslagmethodiek

Bij de introductie van breukgevoelige plakken, zijn er ook diverse regels rondom het plaatsen van breukgevoelige plakken in warmhoudkamers (WHK's) geïntroduceerd. De opslagmethodiek die hierbij hoort wordt hieronder kort beschreven.

- Bij de stouw opbouw gelden altijd een aantal algemene regels, zoals de max. hoogte (wanneer niet anders aangegeven mogen er maximaal 16 plakken (van 225 mm dik) in een stouw. Bij WHK's geldt in eerste instantie max. 12 plakken en alleen 16 plakken wanneer er aansluitende plakken bovenop geplaatst kunnen worden.
- Plakken bovenop anderen mogen niet langer zijn dan 3 meter en niet breder dan 100 mm. Waarbij geldt dat er standaard geprobeerd wordt om het max. breedte verschil binnen 25 mm te houden.
- Bij het maken van een nieuwe stouw (regels 2 en 7), wordt eerst de meest volle WHK bekeken, is hier geen passende lege plek te vinden, dan wordt er een iets minder volle WHK bekeken, etc.

Bij het plaatsen van een hijs met plakken op aanwezige stouwen worden er binnen POSS plaatsing regels gebruikt. De volgorde waarbij deze regels langs gegaan worden, is afhankelijk van de plaksoort en prioriteit van het werk. De volgende plaatsing regels kent POSS:

Beperkte rijafstand

1. Gelijke soort & aansluitend (aansluitend betreft voorraad order nummer bovenste plak gelijk aan voorraad order nummer plakken in hijs)
2. Nieuwe stouw
3. Gelijke soort
4. Mix soort (in stouw liggen plakken met afwijkende soort, waarbij bovenste plak van zelfde soort is als plakken in hijs)
5. Afwijkende soort

Onbeperkte rijafstand

6. Gelijke soort & aansluitend
7. Nieuwe stouw
8. Gelijke soort
9. Mix soort
10. Afwijkende soort

Beperkte rijafstand / Smal op breed, kort op lang (bij hoogte 8 (smalle plakken) of 12)

11. Gelijke soort & aansluitend
12. Gelijke soort
13. Mix soort
14. Afwijkende soort

Onbeperkte rijafstand / Smal op breed, kort op lang (bij hoogte 8 (smalle plakken) of 12)

15. Gelijke soort & aansluitend
16. Gelijke soort
17. Mix soort
18. Afwijkende soort

Beperkte rijafstand / Breedte verschil max. 100 mm

19. Gelijke soort & aansluitend
20. Gelijke soort
21. Mix soort

22. Afwijkende soort
Onbeperkte rijafstand / Breedte verschil max. 100 mm
23. Gelijke soort & aansluitend
24. Gelijke soort
25. Mix soort
26. Afwijkende soort
Beperkte rijafstand / Smal op breed, kort op lang ongeacht stouw hoogte
27. Gelijke soort & aansluitend
28. Gelijke soort
29. Mix soort
30. Afwijkende soort
Onbeperkte rijafstand / Smal op breed, kort op lang ongeacht stouw hoogte
31. Gelijke soort & aansluitend
32. Gelijke soort
33. Mix soort
34. Afwijkende soort

De volgende plak soorten kennen we:

1. Pol plak
2. Route plak
3. Derden bestemde plak
4. Hoog frequent
5. Midden frequent (is niet meer in gebruik)
6. Laag frequent

Afhankelijk van de soort plak in de hijs, worden de plaatsing regels in een bepaalde volgorde doorlopen. De hoogfrequente regelvolgorde wordt gebruikt bij plakken die in hoge frequentie voorkomen en de laag frequente regel wordt gebruikt bij de plakken die in minder hoge frequentie voorkomen.

Hoog frequent; regel volgorde: 1, 6, 19, 23, 4, 9, 21, 25, 2, 7, 11, 15, 13, 17, 5, 10, 22, 26, 14, 18, 27, 31, 29, 33, 30, 34, 3, 8, 20, 24, 12, 16, 28, 32

	Breedteverschil max 25 mm	Breedteverschil max 100 mm	Nieuwe stouw	Smal op breed en kort op lang Min 8/12 hoog	Smal op breed en kort op lang Geen min hoogte
Gelijke soort en aansluitend	1	2		4	11
Nieuwe stouw			3		
Mix soort	5	6		7	12
Afwijkende soort	8	9		10	13
Gelijke soort	14	15		16	17

Figuur 36: hoogfrequente opslagmethodiek

Laag frequent; regel volgorde: 1, 6, 19, 23, 3, 8, 20, 24, 11, 15, 12, 16, 4, 9, 21, 25, 2, 7, 5, 10, 22, 26, 13, 17, 14, 18, 27, 31, 28, 32, 29, 33, 30, 34

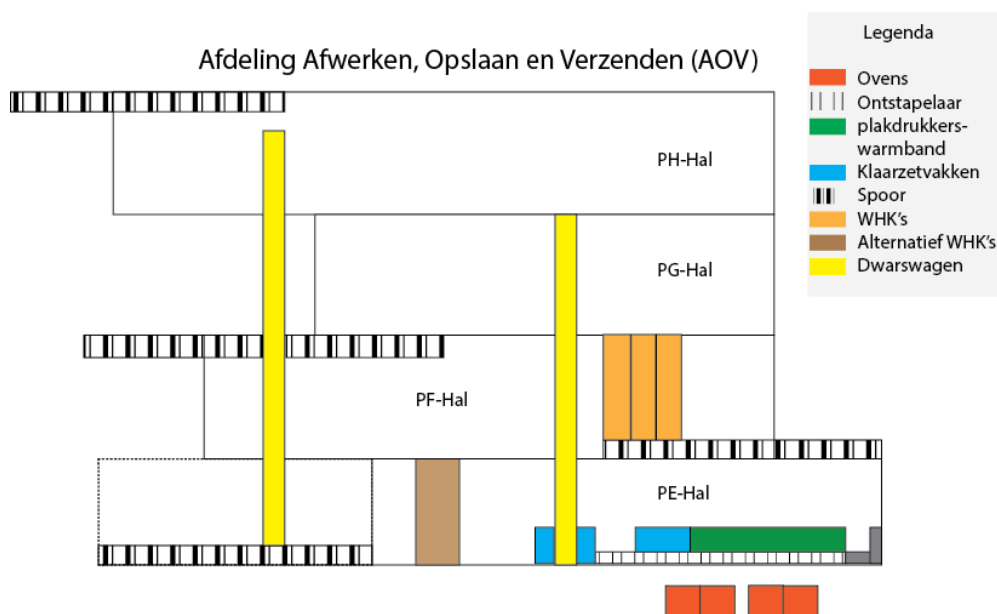
	Breedteverschil max 25 mm	Breedteverschil max 100 mm	Smal op breed en kort op lang Min 8/12 hoog	Smal op breed en kort op lang Geen min hoogte
Gelijke soort en aansluitend	1	2	5	14
Nieuwe stouw	9			
Mix soort	7	8	12	16
Afwijkende soort	10	11	13	17
Gelijke soort	3	4	6	15

Figuur 37: Laagfrequente opslagmethodiek

Bijlage K: Lay-out AOV en warmhoudkamer

Lay-out AOV

De afdeling AOV heeft in totaal 440 vrije posities waar staal stouwen van 16 hoog kunnen worden gemaakt. (Marina Goense) Er is sprake van vier verschillende hallen waar het staal wordt geborgd. Deze worden weergegeven in *figuur 38*.



TATA STEEL

Figuur 38: Lay-out AOV

1. De PH-hal is de hal waarin A-plakken worden verwerkt.
2. De PG-hal is de hal waar koude plakken worden neergezet. Dit zijn plakken die terugkomen uit de warmband, van de staag of het pretpark (dit zijn twee terreinen waar staal heen gaat wanneer het niet bestemd is voor de afdeling AOV).
3. De PF-hal is de hal waar de warmhoudkamers zich bevinden. De PF-hal is een onoverdekte ruimte waar plakken worden opgeslagen. De hal heeft twee bovenloopkranen en een half-portaal kraan. Ook heeft de hal twee sporen waardoor er van twee kanten staal wordt aangevoerd.
4. De PE-hal is half overdekt. Wanneer de WHK's te vol zijn of een (mechanische) storing hebben, gaan de plakken naar het overdekte gedeelte van de PE-hal. Er ligt dan een verhitte plak bovenop.

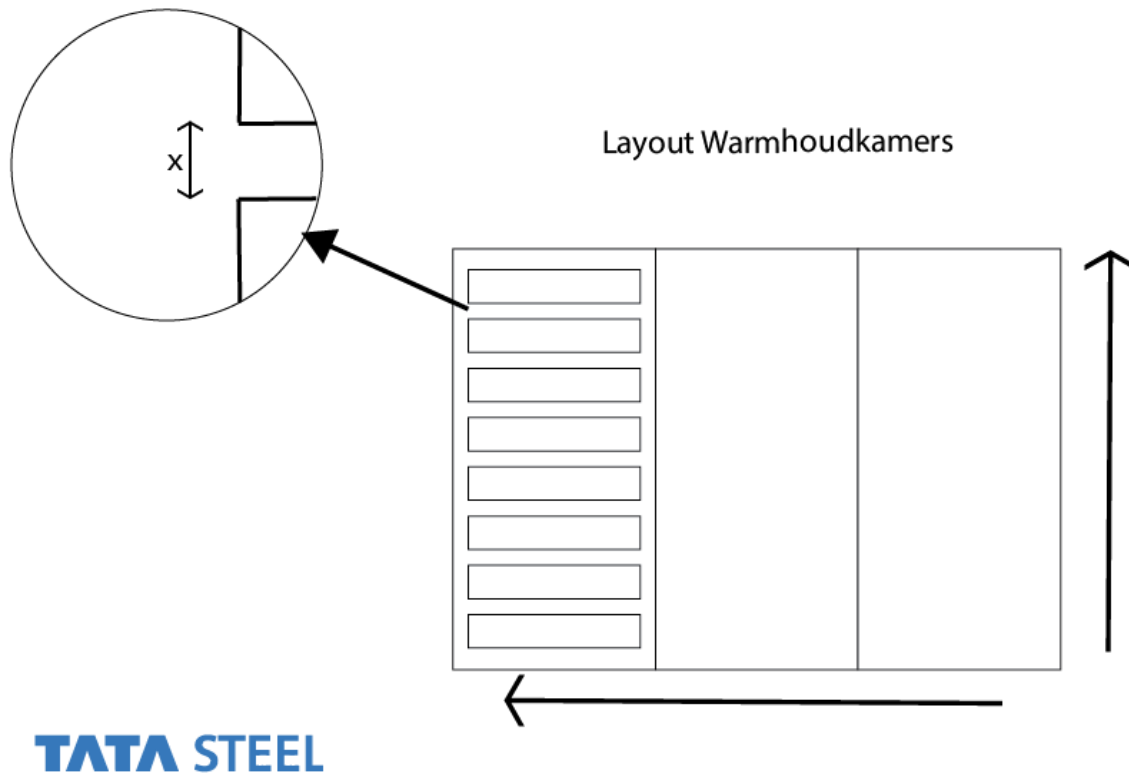
De staalplakken die uit de staalfabriek komen worden vervoerd per trein. Deze treinen hebben 5 wagons, waarop 8 hoog gestapeld kan worden. Treinen die van staalfabriek komen, arriveren via 4 verschillende sporen. Treinen komen aan bij de oost- en westkant van de afdeling AOV.

Transport tussen de verschillende hallen vindt plaats via dwarstransport of via heftrucks. Omdat het besturen van de heftrucks door een extern bedrijf wordt gedaan, wordt er gestuurd op het zoveel mogelijk verplaatsen via het dwarstransport. Wanneer er een POL wordt gegeven vanuit de warmband, worden staalplakken eerst op de dwarsroosters geplaatst, waarna ze vervoerd worden naar de KZV's.

Lay-out Warmhoudkamer

De lay-out van de warmhoudkamer wordt gegeven in *figuur 39*. Er is sprake van een variabele breedte indeling, waarbij het aantal stouwen in een warmhoudkamer afhangt van de breedte van de breedste plak. Gemiddeld is het aantal stouwposities in een warmhoudkamer 8.

Hoofdkenmerken van de warmhoudkamers zijn:

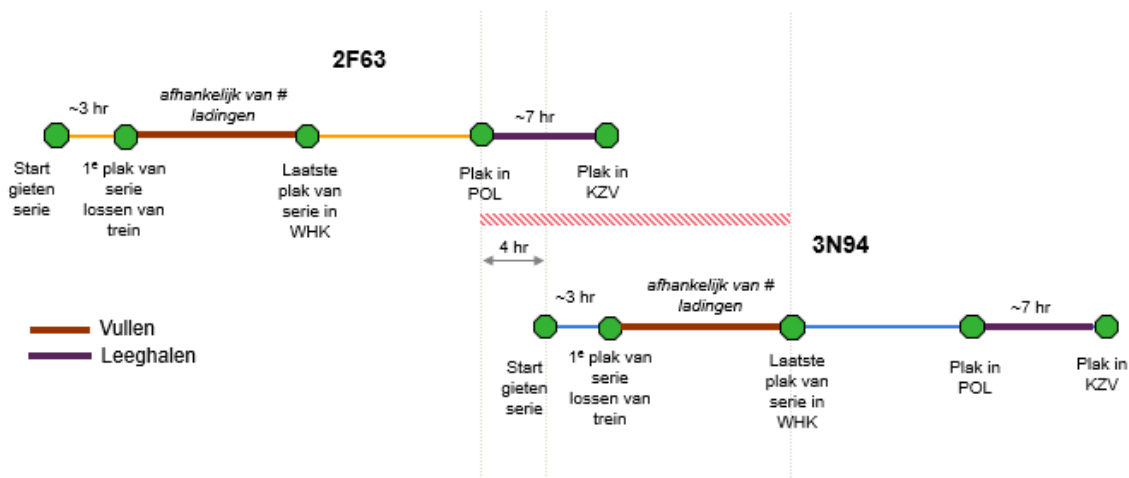


TATA STEEL

Figuur 39: Lay-out warmhoudkamer

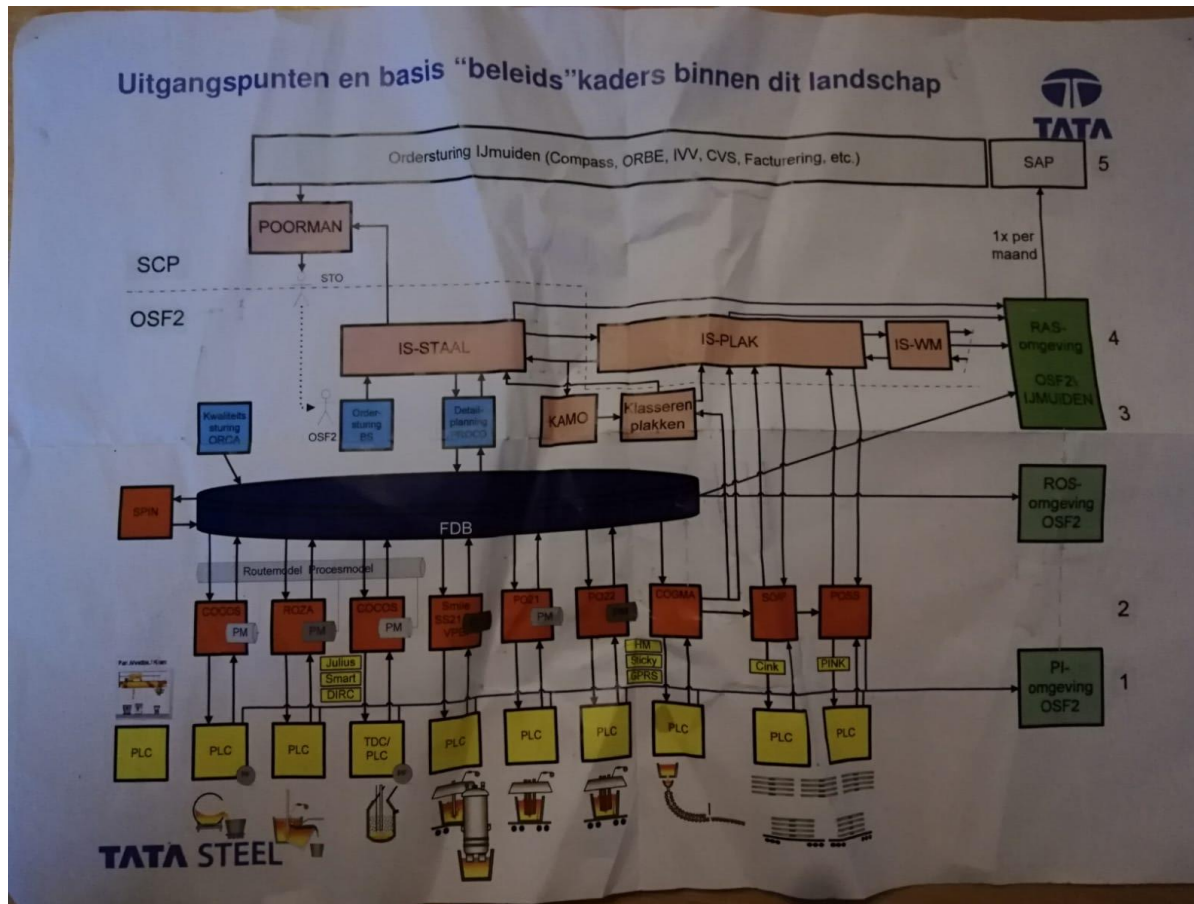
- De opslagcapaciteit van elke warmhoudkamer afzonderlijk is 2500 ton
- De kamers kunnen alleen aan de bovenkant open.
- In de kamers worden stapels van maximaal 16 plakken gelegd.
- De binnenmaten van de warmhoudkamers zijn:
- Breedte (oost-west-richting): 13 meter. Dit is de maximum plaklengte plus een ruimte noodzakelijk om te manoeuvreren.
- Lengte: 24,3 meter
- Hoogte: 4 meter

Bijlage L: POL Blokkade



In de afbeelding is het effect van een POL blokkade te zien. Wanneer er een POL-blokkade is, kan er gemiddeld 7 uur niets meer in de warmhoudkamers worden geplaatst. In deze 7 uur worden de plakken uit de warmhoudkamer gehaald en klaargezet in klaarzetvakken. Hierom wordt er aan de afdeling SCP gevraagd om er voor te zorgen dat er wanneer er sprake is van een POL pas in de laatste drie uur van deze POL breukgevoelig materiaal kan worden gegoten. Anders krijgt het materiaal geen plek in de warmhoudkamer.

Bijlage M: IT-systemen overzicht



Figuur 40: IT systemen Tata Steel

POSS

Het plakkenopslag systeem (POSS) is een systeem dat er voor zorgt dat de plakken die vanaf de continugietmachine aan worden gevoerd op de juiste locatie op de afdeling AOV terecht komen. POSS stapelt plakken volgens een opslagmethodiek beschreven in **bijlage G**. Het systeem geeft met behulp van berichten op een display door aan de kraanbedienden waar de welke plak moet liggen. Omdat het POSS een verouderd systeem is en de indeling van de afdeling Afwerken, Opslaan en Verzenden soms efficiënter kan worden ingedeeld dan POSS aangeeft is er een plakopslag coördinator aangesteld. Deze houdt de situatie op de afdeling in de gaten en stuurt het POSS bij waar nodig. Wanneer hij het bijstelt communiceert hij dit direct aan de kraanbedienden.

PROCO

PROCO is het productie coördinatie systeem dat ervoor zorgt dat de ingeplande productie de door Supply Chain Planning (SCP) bedachte route volgt. Net als bij POSS is er hier de productiecoördinator die zich bezig houdt met het controleren en monitoren van het systeem ten opzichte van de realiteit. Wanneer er bijvoorbeeld een storing is bij de CGM, dient de PROCO hier in te springen, waarbij hij handmatig het systeem aanpast.

Elvis

Elvis is een rapporterend systeem dat de huidige locatie van staal in het productieproces weergeeft. Alle belanghebbenden in de staalfabriek hebben toegang tot Elvis.

WASP

WASP is verantwoordelijk voor het warmbandprogramma en de uitvoering hiervan. WASP is 'in control' wanneer de staalplakken op de ontstapelaar ligt totdat het staal verwalst is. WASP heeft op dit moment een zeer beperkte communicatie met POSS. Vanuit WASP wordt er een POSS gegeven en wordt de programmaprocedure doorgegeven. Vanuit POSS kunnen absentiemeldingen worden doorgegeven wanneer de afdeling AOV niet in staat is geweest om de juiste plakken op het juiste moment door te geven. Ook wordt er doorgegeven wanneer er een plak op de ontstapelaar wordt gelegd zodat WASP weet dat de plak nu onder zijn controle is. Op dit moment wordt er een nieuw systeem gemaakt voor WASP. Eind juli 2018 wordt verwacht dat dit systeem af is.

FDB

FDB is de database waarin van verschillende systemen informatie wordt opgeslagen en gebruikt voor operationele doeleinden. Onder andere Elvis, Caster Scheduler en Proco worden hier in opgeslagen.

Caster Scheduler

Caster Scheduler is een systeem waarin een schatting gemaakt kan worden over het aantal stouwposities dat een nieuwe lading in neemt. Caster Scheduler zal haar informatie doorsturen naar FDB. Deze schatting kan dus ook gemaakt worden vanuit FDB.

Bijlage N: BPMN en UML handleiding

BPMN diagrammen

Een BPMN-model is opgebouwd uit vier verschillende onderdelen: Stroomobjecten, Verbindende objecten, zwembanen en artefacten. Hieronder worden de verschillende onderdelen van een BPMN model toegelicht.

Gebeurtenissen

Een aanleiding die het startsein geeft voor de start, aanpassing of voltooiing van een proces. Deze gebeurtenissen vinden plaats na bijvoorbeeld een bericht, een timer, een fout of een annulering. Ze worden gevisualiseerd aan de hand van een cirkel waarin andere symbolen zijn opgenomen op basis van hun eventtype. De reden van het plaatsvinden van het event wordt weergegeven met een symbool in het rondje.



Figuur 41: BPMN gebeurtenissen

Activiteit

Een activiteit is een taak of activiteit die een persoon of systeem uitvoert. Deze wordt weergegeven in de vorm van een rechthoek met afgeronde hoeken. Er zijn verschillende activiteiten die zich voordoen in een proces.



Figuur 42: BPMN activiteiten

Poort

Een poort is een beslissingsmoment waarop een pad kan worden gewijzigd op basis van bepaalde voorwaarden of evenementen. Een poort wordt weergegeven aan de hand van een ruit met daarin een symbool. Deze symbool geeft weer welke beslissing er wordt gemaakt en waar het product in het proces heen gaat.



Figuur 43: Poorten

Sequentiestroom

Een sequentiestroom toont de volgorde waarin activiteiten moeten worden uitgevoerd. Hiervoor wordt een rechte lijn met een pijl aan het uiteinde gebruikt.



Figuur 44: BPMN sequentiestroom

Berichtenstroom

Een berichtenstroom geeft berichten weer die door de verschillende banen in een 'zwembad' stromen of begrenst de verschillende afdelingen binnen een organisatie.



Figuur 45: BPMN berichtenstroom

Associatie

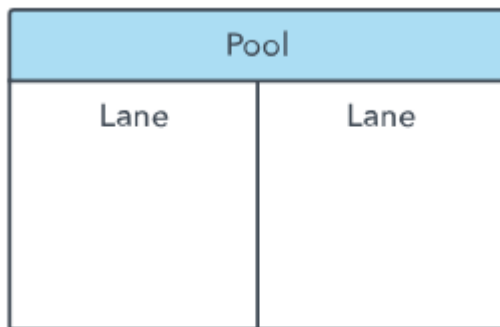
Een associatie wordt getoond aan de hand van een stippellijn. Het legt een relatie tussen een artefact en een evenement, poort of activiteit.



Figuur 46: BPMN Associatie

Zwembaden en zwembanen

Een zwembad vertegenwoordigt belangrijke deelnemers in een proces. Hiermee kan er onderscheid gemaakt tussen de belanghebbenden in het bedrijfsproces. Zwembanen binnen een zwembad tonen de activiteiten van stromen voor een bepaalde rol of deelnemer binnen een afdeling of groter geheel.

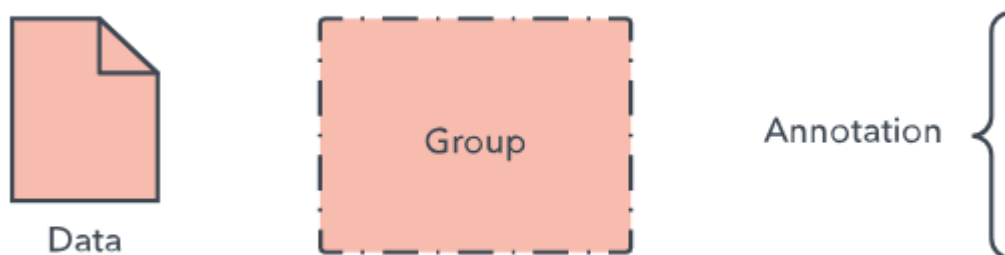


Figuur 47: BPMN zwembad

Artefact

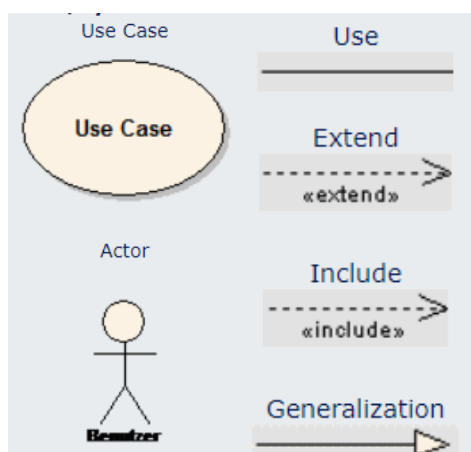
Een artefact dient om extra informatie toe te voegen waaraan een ontwikkelaar van een model denkt dat het nodig is. Er zijn drie soorten artefacten. Een dataobject toont de gegevens die benodigd zijn voor een activiteit. Een groep toont een logische groepering van activiteiten maar verandert de stroom van een diagram niet. Een annotatie geeft meer informatie over een groter deel van een diagram.

Figuur 48: BPMN Artefacten



UML diagrammen

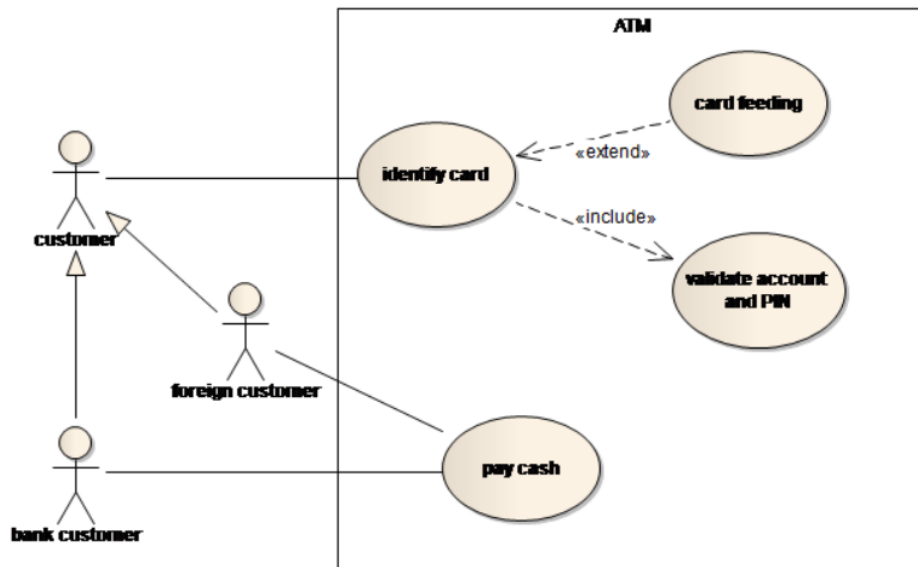
Use case diagram



Figuur 49: UML use case-diagram

De use case-diagram is een grafische weergave van de scope van een systeem. Met de use case-diagram kan duidelijk gemaakt worden wat de actoren zijn en wat hun relaties zijn met de use case. Een use case diagram bevat actoren. Dit zijn alle stakeholders die betrokken zijn in de bepaalde scope. Deze worden weergegeven in *figuur 49*. Daarnaast is er de use case. Deze use case specificeert een aantal acties die uitgevoerd worden door een systeem. Een voorbeeld van een use case en een systeem worden weergegeven in *figuur 50*. Use cases en actoren hebben een bepaalde relatie met elkaar. Deze worden weergegeven met lijnen. Wanneer er een lijn tussen een actor en een use case zit dan betekent dat dat ze met elkaar communiceren. Use cases kunnen ook

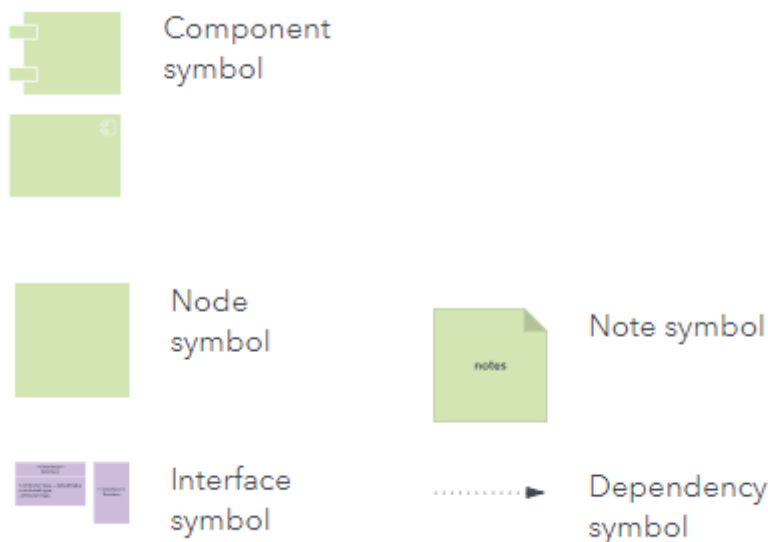
met elkaar communiceren. Allereerst is er de <<include>> relatie. Deze relatie geeft aan dat de ene use case logisch onderdeel uitmaakt van de andere use case. Daarnaast is er de <<extend>> relatie, deze geeft in tegenstelling tot de <<include>> relatie aan dat onder bepaalde omstandigheden de andere use case er bij hoort of niet. Als laatste is er generalisatierelatie. Deze geeft mogelijke onderdelen van een gegeneraliseerde use case weer.



Figuur 50: UML use case-diagram voorbeeld

Deployment diagram

Een deployment diagram beschrijft een aspect van een systeem zelf. In dit geval beschrijft een inzetdiagram de fysieke inzet van informatie die op hardwarecomponenten gegenereerd werd door het softwareprogramma. Deployment diagrammen bestaan uit een groot aantal vormen.

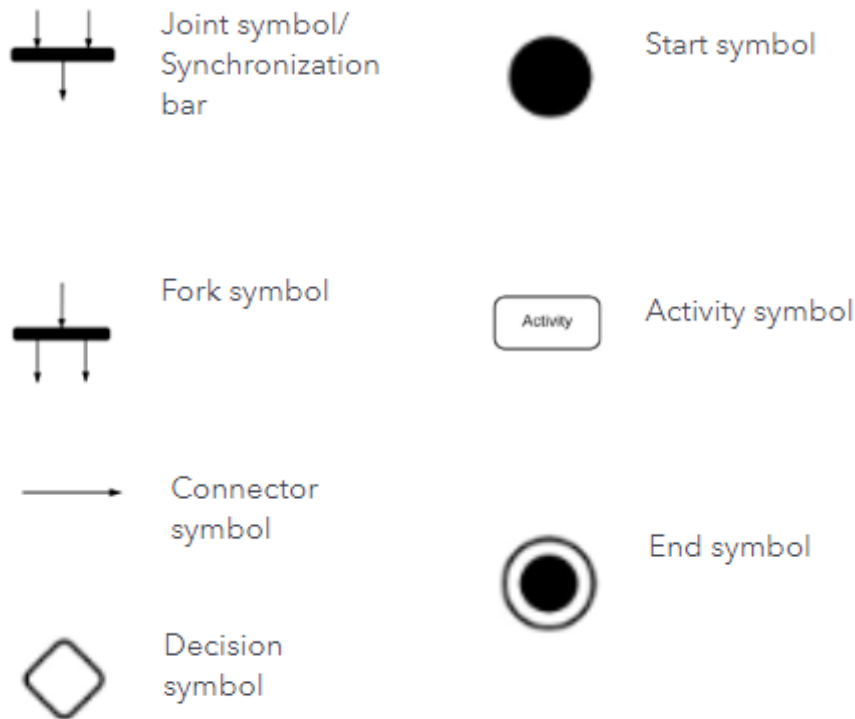


Figuur 51: UML deployment diagram

Een component is een entiteit die als vereiste heeft om een stereotype functie uit te voeren. Componenten zijn vaak onderdelen van een Node. Dit is een kubus die software of hardware objecten beschrijft. Een interface wordt gebruikt om te laten zien welke data er tussen de verschillende nodes en componenten uitgewisseld wordt. Een Note symbool wordt net als bij de

andere diagrammen van zowel UML als BPMN gebruikt om vereiste informatie toe te voegen voor het model. Als laatste wordt er bij een component diagram gebruik gemaakt van een Dependency symbool. Deze geeft inzicht in hoe de componenten en nodes met elkaar verbonden zijn.

Activity Diagram



Figuur 52: UML activiteitendiagram

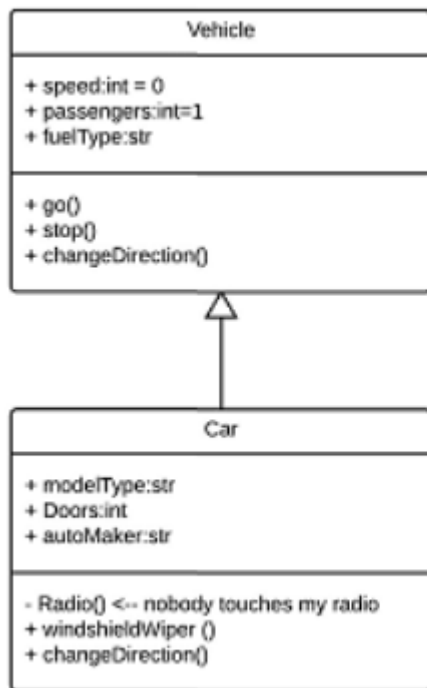
Een activiteitendiagram helpt bedrijven te begrijpen hoe bepaalde processen zich gedragen en in welke volgorde bepaalde beslissingen worden gemaakt. De activiteit diagram is een veelgebruikte diagram in BPMN en UML. Het verschil is dat een UML diagram gericht is op de keuzes die een bepaald artefact of een bepaald software systeem uitvoert.

Allereerst is er het start en eindsymbool. Deze symboliseren het begin of het einde van een activiteit. Tussen het begin en eind zijn er verschillende activiteiten die uitgevoerd worden afhankelijk van de beslissingen die worden gemaakt in het proces. De volgorde van de acties en beslissingen wordt weergegeven met connector symbool. Activiteiten flows kunnen convergeren in een joint symbol en divergeren in een fork symbol.

Klassendiagram

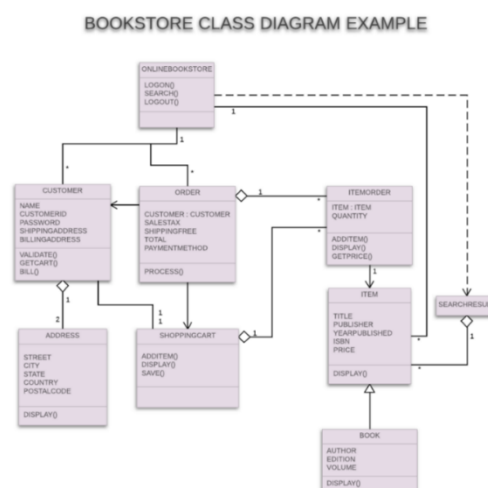
Een klassendiagram is een structuurdiagram, dat omschrijft wat er aanwezig moet zijn in het systeem dat gemodelleerd wordt. UML heeft als doel om een object te creëren. Klassen zijn de bouwstenen van een object en vormen dus de basis van UML. Een klasse wordt aangeven met een rechthoek met drie rijen. De bovenste rij bevat de naam van de klasse, op de middelste rij staan de attributen van de klasse en de onderste rij benoemt de methodes of bewerkingen die de klasse kan gebruiken. In een diagram worden klassen en subklassen samen gegroepeerd om de statische relatie tussen elk object weer te geven.

Net zoals bij de use-case diagram is er sprake van interacties tussen de verschillende klassen in een klassendiagram. Erving is een van de interacties en vindt plaats wanneer een kindobject alle eigenschappen van een ouderobject aanneemt. Een voorbeeld van een erf-interactie staat in *figuur 53*.

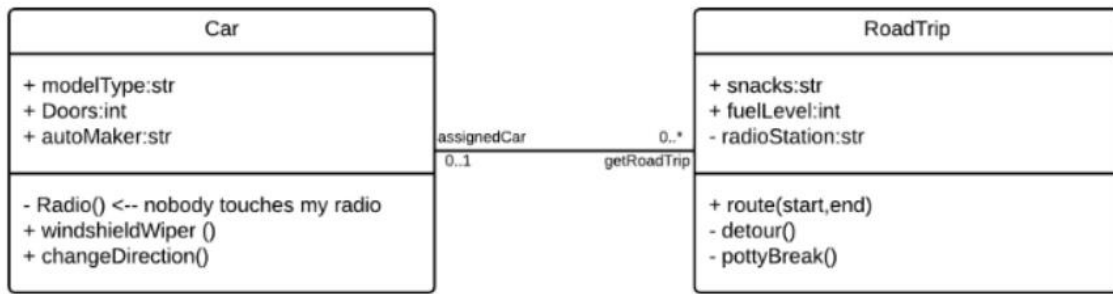


Figuur 53: UML erf-interactie

Bidirectionele associaties zijn de standaard associaties tussen twee klassen en worden aangegeven door een rechte lijn tussen twee klassen. Beide klassen zijn zich bewust van elkaar en van de relatie die ze met elkaar hebben. Een voorbeeld van een bidirectionele associatie wordt gegeven in *figuur 54*.



Figuur 54: UML bidirectionele associatie



Figuur 55: UML unidirectionele associatie

Een unidirectionele associatie wordt getekend als een ononderbroken lijn met een open pijl van de klasse die kennis heeft naar de klasse waar ze kennis van heeft. De relatie is unidirectioneel wanneer de relatie vaker voor kan komen. In *figuur 55* staat een voorbeeld van een unidirectionele relatie. Het is in dit geval mogelijk dat de auto de flitser vaker passeert. De vermenigvuldigingsfactor is dan `0...*`. Dit betekent dat het evenement zich vaker voor kan doen. Een voorbeeld van een klassediagram staat in afbeelding x weergegeven.

Bijlage O: Interviews

Interview afdeling Automatisering

Functie	Project and Major Change Manager OSF2
Datum	30 april 2018
Doel	1. Inzicht krijgen in de bestaande informatiesystemen rondom de warmhoudkamer. 2. Inzicht krijgen in wat er mogelijk is als oplossing en in hoeverre het bedrijf hierin ondersteuning kan bieden.
Manier van vastleggen	Schrijven
Duur	+/- 60 minuten
Validatie	Vooraf krijgen de geïnterviewden een overzicht van de vragen, doelen en verwachtingen van het gesprek.
<i>Inzicht krijgen in de bestaande informatiesystemen rondom de warmhoudkamer</i>	
1. Welke rol speelt de afdeling automatisering binnen het bedrijf? De afdeling automatisering gaat over de informatiestromen binnen Tata Steel Europe. Bart Prins Project en Major Change manager helpt me hierbij.	
2. Welke verschillende informatiesystemen zijn er rondom de warmhoudkamers? Zie bijlage M. Kanttekening: dit is een verouderd proces, toch is het grotendeels hetzelfde gebleven.	
3. Hoe ondersteunen de informatiesystemen de processen? Elvis is een rapporterend systeem en houdt de planning in de staalfabriek bij. Deze mag niet gebruikt worden ter ondersteuning van bedrijfsprocessen. Dit komt omdat het systeem niet ten alle tijden toegankelijk is en omdat de data niet is gevalideerd. De informatie die in Elvis staat is ook uit PROCO af te leiden. Dit kan wel gebruikt worden als systeem. POSS is een systeem waarin beslissingen kunnen worden gemaakt. Er wordt door de POCO orders meegedaan. Wat er precies gebeurt is handig om na te vragen bij Wesley.	
4. Vind er interactie plaats tussen deze informatiesystemen? Op welke manier? Zie bijlage M.	
5. Hoe wordt informatie overgedragen van de afdeling Supply Chain naar de afdeling AOV? Welke informatie is dit? Er is weinig communicatie tussen SCP en AOV. Supply Chain heeft de mogelijkheid om in POSS te kijken naar de vulling van de warmhoudkamers. Zij werken vervolgens een Pipeline af die opgesteld is door de productiemanager van AOV. Wanneer het nodig blijkt vindt er communicatie plaats.	
<i>Inzicht krijgen in wat er mogelijk is als oplossing en in hoeverre het bedrijf hierin ondersteuning kan bieden</i>	
1. Wat is jullie idee van de geplande deliverable? Het handigste is als jij ons aangeeft wat je precies wilt en wat voor systeem dit is. Hoe duidelijker dit is hoe beter wij het kunnen uitvoeren. Het is goed om bijvoorbeeld een werkinstructie te maken. Wij gebruiken hier zelf UML voor, dus de programmeurs kennen deze taal. We gaan je niet vragen om zelf iets te programmeren, het kost minstens tien jaar voordat je het zelf zou kunnen. Dit is dus niet realistisch.	

2. Zijn jullie bereid om samen met mij de oplossing te programmeren? Ja er is tijd vrij gemaakt. We hebben hier wel een duidelijk overzicht nodig van wat .
Overige relevante informatie: [persoon] is een productiemanager die jarenlang op de afdeling AOV gezeten en weet er dus ook alles van. [persoon] kan je alles vertellen over de productieplanning. Wanneer wordt wat duidelijk? Hij is de man die je nodig hebt voor je forecast.

Interview met afdeling Afwerken, Opslaan en Verzenden

Functie	Plakopslag coördinator
Datum	2 mei 2018
Doel	1. Inzicht krijgen in wat de POCO doet 2. Inzicht krijgen in welke informatie de POCO gebruikt ter ondersteuning van beslissingen 3. Inzicht krijgen in de communicatie tussen AOV en Supply Chain Planning 4. Inzicht krijgen in welk informatiesysteem behoefte is
Manier van vastleggen	Schrijven
Duur	+/- 60 minuten
Validatie	Vooraf krijgen de geïnterviewden een overzicht van de vragen, doelen en verwachtingen van het gesprek.
<i>Inzicht krijgen in wat de POCO doet</i>	
Wat voor activiteiten voer je uit? De Poco zorgt ervoor dat alle POL-en op tijd worden voltooid en dat de treinen worden ontladen.	
Maak je beslissingen? Zoja welke? Wanneer het systeem afwijkt van de realiteit grijpt de Poco in. Hij overziet alles en krijgt vaak vragen van de kraanbedienden over situaties als dat er een plak ergens anders ligt dan gepland of wanneer er een veiligheidsmelding moet worden gedaan. Hij beslist of een kraan stil wordt gezet en dergelijke ook selecteert hij vulplakken wanneer het kan.	
Welke invloed heb jij op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers? POSS doet het grote werk. POSS zorgt er op dit moment voor dat wanneer er breukgevoelige plakken zijn dat ze in de warmhoudkamers worden geplaatst met behulp van een code. Het enige wat de Poco kan doen is het plaatsen van vulplakken. De Poco heeft als taak om de warmhoudkamers aan te vullen met breukgevoelig materiaal. De prioriteit van de Poco ligt echter bij het aanvoeren van de warmband. Dit is om te voorkomen dat de warmband moet worden stilgezet of dat een gietmachine moet worden afgeregeld doordat er geen wagons beschikbaar zijn op de afdeling CGM. Activiteiten die dienen voor de bovengenoemde doelen, hebben prioriteit. Wanneer alle kranen bezet zijn, zal het plaatsen van vulplakken in de warmhoudkamer vervallen. Samen met de onduidelijke planning zorgt dit ervoor dat het aantal vulplakken beperkt blijft en dat de gewenste bezettingsgraad gemiddeld lager dan 33% is.	
<i>Inzicht krijgen in welke informatie de POCO gebruikt ter ondersteuning van beslissingen</i>	
Van welke informatie maak je gebruik? Hoe ondersteunt deze informatie de beslissingen die je maakt? Een poco maakt gebruik van 9 verschillende schermen. Op deze schermen worden alle kranen, aankomende treinen en weggaande plakken in de gaten gehouden. Wanneer er iets fout gaat grijpt de poco in en corrigeert hij het POSS. Daarna communiceert hij de veranderingen direct naar de kraanbedienden.	

Aan welke informatie heb je behoefte om een goede keuze te maken over de invulling van de warmhoudkamers? Waarom?	
Ik hoef geen keuzes te maken aangezien POSS dit voor me doet. Ik moet wel weten wanneer er een nieuwe breukgevoelige lading aankomt. Daarvoor kunnen de kamers voorverwarmd worden met vulplakken.	
<i>Inzicht krijgen in de communicatie tussen AOV En Supply Chain Planning</i>	
Hoe gaat de communicatie tussen AOV en supply chain?	
Dit contact is vrij eenzijdig. Supply Chain communiceert wat aan POL-en wordt verwacht vanuit WB2. AOV kan hooguit zeggen dat het niet gaat lukken.	
Wie geeft de orders?	
Supply Chain plant breukgevoelig materiaal in aan de hand van een pipeline. (pipeline samenvatting: bijlage x).	
Welke informatie hebben jullie nodig van Supply Chain?	
Het zou mooi zijn als we al eerder weten welke plakopzoeklijsten onze kant op komen. Hiermee kunnen wij ons al beter voorbereiden op de POL.	
Kunnen ze jullie daarvan voorzien?	
Geen idee. Het is tot nu toe nog nooit gelukt.	
<i>Inzicht krijgen in wat voor informatiesysteem behoefte is</i>	
Wat zijn de vereisten van een informatiesysteem voor jou?	
Ik wil graag weten of het plaatsen van de vulplakken in de warmhoudkamers überhaupt rendabel is ten opzichte van wanneer we het niet doen. Het kost veel energie en mankracht om de warmhoudkamers te vullen. Soms duurt het zo'n veertig minuten om de kamers leeg te halen. Sommige breukgevoelige plakken liggen twee uur buiten af te koelen en dat gaat ook goed.	
Hoe kijk je aan tegen een niet bestaand systeem?	
Het maakt mij niet uit. Ik doe wat me opgedragen wordt. Iets in POSS zou handig zijn, omdat je dan alles bij elkaar hebt staan.	
Overige relevante informatie:	
De warmband ligt eens in de twee weken stil (misschien kan hier wat ruimte worden gevonden om plakken te herstructureren).	
Er zijn zes verschillende afkoelingscurves: 12, 24,36,48 , 60 en 72	
Vulplakken gaan vaak na de warmhoudkamer niet direct naar de warmband. Hierdoor is het voordeel van de warmhoudkamer direct weg te nemen.	
Daarnaast een overzicht gekregen van de lay-out van de warmhoudkamers. Deze is nagetekend in adobe illustrator.	

Interview productiemanager

Datum	
Doel	1. Inzicht krijgen in de manier waarop staal wordt verwerkt in de AOV. 2. <i>Inzicht krijgen in organisatiestructuur AOV</i>
Manier van vastleggen	Schriftelijk
Duur	+/- 12 uur
Validatie	Vooraf krijgen de geïnterviewden een overzicht van de vragen, doelen en verwachtingen van het gesprek.
<i>Inzicht krijgen in de manier waarop staal wordt verwerkt in de AOV.</i>	

Welke soorten staal zijn er allemaal?

Breukgevoelige plakken zijn plakken die breken bij ongecontroleerde afkoeling, ongecontroleerde plakhandelingen en bij het inbrengen van temperatuur. Breukgevoeligheid ontstaat bij staalkwaliteiten met een hoge sterkte en een brosse temperatuur. De plak kan door verschillende samenstellingen van elementen van binnenuit zeer breukgevoelig worden en kan daardoor breken. Er zijn 44 breukgevoelige staalkwaliteiten.

Bij aankomst op de afdeling AOV worden de plakken zo spoedig mogelijk in de warmhoudkamers geplaatst. Pas wanneer ze op worden gevraagd door de warmbandwalserij worden ze eruit gehaald en zo snel mogelijk verwalst.

C:\Users\A026724\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Outlook\UXGYPMZ8\BREUKGEVOELIGE KWALITEIT IN GEBRUIK APRIL 2018.xlsx)

Hoe wordt de warmhoudkamer gevuld?

Er zijn plakken van verschillende lengte, breedte en Kwaliteit. Allemaal hebben ze een eigen behandeling nodig. Plakken die gestapeld worden, mogen maximaal 3 meter in lengte van elkaar verschillen en 10 cm in breedte.

De plakken worden ingedeeld in breedtegroepen en lengtegroepen. De breedtegroepen lopen van 500 t/m 2200 telkens met 100 verschil. Dus een plak met breedte tot en met 500 valt in breedtegroep 1 en plak met een breedte 501 t/m 600 valt in groep 2. Dit komt overeen met: $V_index = ((p_breedte - 401)/100) + 1$. De lengtegroepen lopen van 4000 t/m 12500 cm telkens met 500 verschil. Dit komt overeen met: $v_index = ((p_lengte - 3501)/500) + 1$.

De verschillende plakken worden gestapeld via de methodiek groene wei. Dit houdt in dat homogene plakken, met dezelfde kwaliteit, lengte- en breedtegroep op elkaar worden gestapeld. Homogene plakken zijn plakken die dezelfde kwaliteit en afmetingengroep hebben. Plakken worden zoveel mogelijk via groene wei gestapeld op de treinwagons bij CGM. In de praktijk lukt dit niet altijd wegens ruimte- en tijdgebrek.

Hierbij wordt er onderscheid gemaakt tussen hoog- en laagfrequente plakken.

Overige relevante informatie:

Interview SCP

Functie	Logistiek manager
Datum	01-05-2018
Doel	1. Inzicht krijgen in de aankomst van breukgevoelig materiaal op AOV 2. Inzicht krijgen in de manier waarop het staal vertrekt vanuit de warmhoudkamer
Manier van vastleggen	notatie
Duur	+/- 60 minuten
Validatie	Vooraf krijgen de geïnterviewden een overzicht van de vragen, doelen en verwachtingen van het gesprek.
Inzicht krijgen in de aankomst van breukgevoelig materiaal op AOV	
1. Hoe worden breukgevoelige plakken ingepland? De afdeling Supply Chain Planning (SCP) is verantwoordelijk voor het inplannen van (breukgevoelig) staal. Omdat het stilzetten van het staalproces erg veel geld kost wordt er vanuit SCP gestreefd om ten alle tijden staal te produceren, zelfs wanneer er geen vraag naar staal is. De planning van staal is gebaseerd het Sales Forecasting & Operation plan. Hierin wordt aangegeven welke soort staal benodigd is, voor welke klant en wanneer. Het staal kan afhankelijk van wat de klant wil variëren in kwaliteit, lengte, breedte en productievolume. Het inplannen van staal begint vervolgens bij een volumeplanning via <i>The Longest Path Algorithm (LPA)</i>. Dit houdt in dat staalplakken die de langste weg moeten gaan als eerste in worden gepland. Hieruit volgt de route van het staal. Nadat de route bepaald is, wordt de order ingepland bij Orderplanning. Hier wordt een order ingepland aan de hand van de route, capaciteit, doorlooptijd en de prioriteiten in het productieproces. Nadat de route bepaald is, wordt de order ingepland bij Orderplanning. Hier wordt een order ingepland aan de hand van de route, capaciteit, doorlooptijd en de prioriteiten in het productieproces. Uiteindelijk wordt het staal ingepland in een wekelijks sales & operation plan. Hierin worden ladingen per dag beschreven.	
2. In hoeverre is er inzicht in de vraag en aanbod van de staalplakken die de warmhoudkamers gaan? Het inplannen van staal heeft grote invloed op de invulling van de warmhoudkamers. Er zijn twee grote factoren die invloed hebben op de forecast van staal. Omdat staal een erg robuust productieproces heeft treden er wekelijks storingen op in het proces. De productiecoördinator houdt storingen en discrepanties ten opzichte van PROCO in de gaten en springt in wanneer vereist. Wanneer er een storing plaatst vindt in bijvoorbeeld de continu gietmachine, wordt het staal wat daarvoor in het productieproces zit hergepland. Dit doet de productiecoördinator door handmatige invoering. Ook kan er sprake zijn van deklassatie door een kleine productiefout. Om deze reden is het erg moeilijk om in te schatten wat er wanneer op de afdeling AOV aankomt. 85% van de geplande ladingen komt aan bij de afdeling AOV op de manier dat het gepland is. Vanaf het moment dat het staal gegoten is, is het zeker dat het in deze staat aankomt bij de afdeling AOV. Het duurt dan nog ongeveer 3 uur.	
3. Hoe veel tijd van te voren is er inzicht in de exacte inzicht in vraag en aanbod van (breekbare) plakken? Hoe kan dat? Is het mogelijk om dit eerder inzichtelijk te hebben? 3 uur van te voren. Dit komt omdat er storingen plaats kunnen vinden in het eerdere productieproces, waardoor er deklassatie plaats vindt. Het staal kan dan verschromten of een andere kwaliteit krijgen.	
4. Tussen welke personen vind de communicatie plaats? Waarom?	

Wanneer supply Chain breukgevoelig materiaal inplant wordt dit ingevoerd in PROCO. Een grafische weergave van PROCO is Elvis. Elke afdeling die onderdeel is van de staalfabriek heeft toegang tot Elvis. Supply Chain Planning houdt rekening met wat er gebeurt op de AOV. Communicatie vindt plaats vanaf CGM tot Poco Hier kun je zien dat er plakken aankomen. Nog niet welke plakken.
5. Van welke informatiesystemen wordt gebruik gemaakt? Elvis, WASP, POSS
<i>Inzicht krijgen in de manier waarop het staal vertrekt vanuit de warmhoudkamer</i>
Welke staalplakken moeten de warmhoudkamer in? Ongeveer drie keer in de 24 uur wordt er een POL opgestuurd vanuit de Warmband naar POSS. Hierin worden de benodigde plakken opgevraagd. POSS verwerkt ze in het systeem en stuurt de kraanbedienden aan.
Welke behandeling vereisen deze verschillende staalplakken? De plakken van verschillende kwaliteiten worden opgevraagd vanuit de warmband. Dit gebeurt zo'n 8 uur van te voren via het vliegermodel. Het vliegermodel vraagt de minst brede plakken van een serie eerst gevolgd door steeds bredere plakken, daarna neemt de breedte weer af waardoor er een vliegervorm ontstaat. Dit heeft te maken met de instellingen van de wals in de warmbandwalserij.
Welke uitdagingen komen er kijken bij het in en uitruimen van de WHK's? Soms wordt er in een plakopzoeklijst een plak gevraagd die onderin de WHK's ligt. Dit betekent dat deze plak vrij gespit moet worden. Dat kan binnen en buiten de warmhoudkamer. Een kraanhandeling duurt zo'n 4 minuten bij de warmhoudkamer. Er kunnen max 4 plakken in een keer worden getild door de bovenloopkraan.
Hoe worden de plakken geordend? De plakken in de warmhoudkamers worden geordend aan de hand van Groene wei. Plakken met dezelfde lengte breedte en kwaliteit worden zoveel mogelijk bij elkaar geplaatst.
Overige relevante informatie: In het programma WASP is acht uur van te voren het warmbandprogramma bekend. Deze informatie wordt tot op heden niet overgedragen aan AOV en aan de Orderplanner bij Supply Chain Planning.

Bijlage P: Validatie-interviews

Vorm	Presentatie gevolgd door vragen
Datum	01-05-2018
Doel	De belangrijkste stakeholders: 1. Inzicht geven in de decision support tools 2. Inzicht geven in de gemaakte keuzes 3. Inzicht geven in het ontwerp van de decision support tools 4. geven hun mening over of het doel behaald is.
Manier van vastleggen	notatie
Duur	+/- 60 minuten per stakeholder
1. Inzicht geven in de decision support tools 2. Inzicht geven in de gemaakte keuzes 3. Inzicht geven in het ontwerp van de decision support tools	
Presentatie voor de afdeling AOV, SCP en Automatisering afzonderlijk: • Doel en relevantie gesprek • Aanpak project • Overzicht van gevonden problemen • Oplossing voor problemen: Decision Support Tools • Ontwerp Decision Support Tools • Verwachting Tools • Discussie • Vragen	
<i>De Belangrijkste stakeholders geven hun mening over of het doel behaald is</i>	
<u>Afdeling Afwerken, Opslaan en Verzenden</u> Waarschijnlijk komt er over het algemeen meer materiaal in de warmhoudkamers. Dit zal leiden tot een hogere bezettingsgraad van de warmhoudkamers. Of het doel behaald is, is moeilijk te zeggen, omdat de afdeling AOV een ontzettend dynamische afdeling is. Het liefst zouden we het simuleren, maar daarvoor is de forecast van het breukgevoelige materiaal op dit moment te onzeker voor. In de ideale situatie dit geschetst is in de presentatie (Zie ook hoofdstuk 6) zal het doel van 33% ruim behaald worden. Wel zijn hierbij een aantal dingen niet meegenomen. Zoals verteld in de presentatie zijn de volgende punten die ter discussie staan bij het behalen van het doel: • Gaat de plakopslag coördinator het doen? Hier moet de afdeling AOV bovenop zitten. Dan moet het gewoon lukken. • Kraanbezetting te hoog? Dit is iets wat wel goed moet komen. Wanneer de kraanbezetting te hoog is kunnen de plakken niet in de warmhoudkamer worden gelegd. Meer dan dat kun je niet doen. • Onzekerheid storingen niet meegenomen Ook op storingen moet sterk gestuurd worden. Wanneer er een storing is • Nog geen veiligheidsmarche voor deklassatieplakken Het liefst komt er wel een goede veiligheidsmarche. Ook lastig om in te schatten hoeveel dit moet zijn. Beginnen met drie, vervolgens uitbreiden of kleiner maken.	
<u>Afdeling Supply Chain Management</u> Aan de hand van de Decision Support Tool zal er meer breukgevoelig materiaal in de warmhoudkamers komen. Ook zal het systematischer inplannen van het breukgevoelige materiaal al heel wat doen om de situatie te verbeteren. Of het 33% zal worden is moeilijk te zeggen. De situatie zal in ieder geval vooruit gaan. Punten die ter discussie staan zijn inderdaad: • Voorspelling van het aantal in te nemen stouwposities is onzeker	

- Deklassatieplakken veiligheidsmarke is niet meegenomen

Om deze reden is het goed dat het een decision support tool is, en niet een decision tool. Een ander punt wat toe te voegen is dat er onlangs een test is gedaan waarbij breukgevoelige plakken direct door werden gezet in de warmbandovens. Dit beviel erg en daarom is dat misschien wel een toekomstig scenario. Dit zal invloed hebben op de bezettingsgraad van de warmhoudkamers, maar daarbij kunnen de tools beide nog wel een bijdrage hebben met het oog op warme doorzet en kortere productietijden.

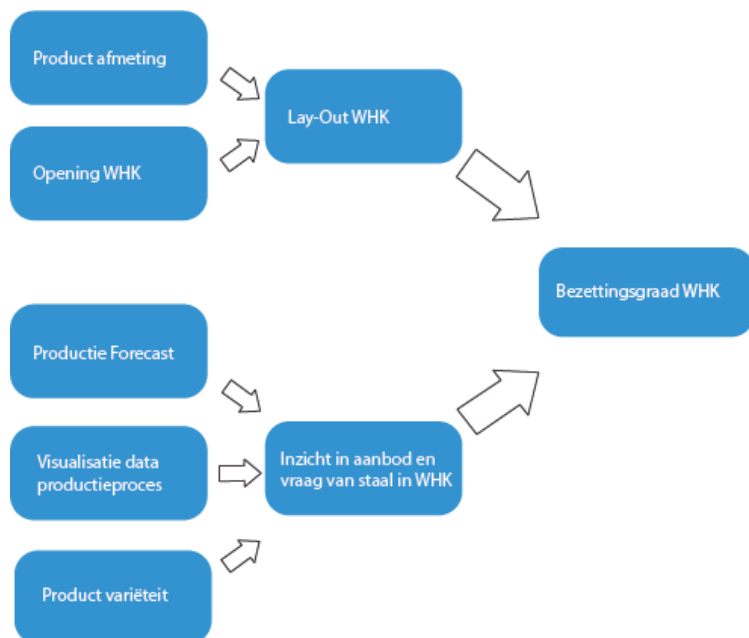
Afdeling Automatisering

Het ontwerp is te implementeren. We moeten hierbij wel rekening houden met het feit dat er verschillende systemen onder behandeling staan nu. Ook moet bij het aantal vrije stouwen rekening worden gehouden met de variabele breedte indeling. Dit kan invloed hebben op de bezettingsgraad. Ook is de toekomstige communicatie lijn van WASP discutabel. In het verleden was de informatie die hieruit kwam onbetrouwbaar. Er is nu een nieuwe lijn, dus dit hoeft niets te zeggen.

Bijlage Q: Systematisch Literatuur Onderzoek

Kennisvraag: *Hoe kunnen variabelen die invloed hebben op een bedrijfsproces in kaart gebracht worden?*

1. Definieer de theoretische concepten



2. Definieer zoekwoorden

Zoekwoorden	Scope	Date of search	Data range	Number of Entries
Search protocol Google Scholar				
Business Process AND Performance	Anywhere in the article	05-01-2018	2014 -- present	28.800
Business Process AND Management	Anywhere in the article	05-02-2018	2000 -- present	867000
Business Process AND engineering	Anywhere in the article	05-02-2018	2000 – present	1620000
Business Process AND Analysis	Anywhere in the article		2000 – present	785000
Search protocol Scopus				
Business Process AND Performance	Anywhere in the article	03 – 11 - 2018	1980 - present	257
Business Process AND Management	Anywhere in the article	03-11-2018	1980 – present	666
Business Process AND engineering	Anywhere in the article	03-11-2018	1980 – present	276
Business Process AND Analysis	Anywhere in the article	03-11-2018	1980 - present	525

3. Definieer inclusie en exclusie criteria

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
Vaak gepubliceerd ten opzichte van publicatiedatum	Gesloten toegang

Open acces	Publicatiedatum: 2000 - nu
	Dubbele artikelen
	Impact factor <1

Naast het includeren en het excluderen van bepaalde criteria is er bij wetenschappelijke literatuurbron eerst gekeken naar de abstract, introductie en de discussie om te kijken of het van toepassing is op dit onderzoek. Ook zijn de bronnen gesorteerd op relevantie. Door steeds de twee meest relevante bronnen te lezen een geschikte abstract, introductie en discussie is er een selectie gemaakt.

4. Conceptuele matrix

Bronnen:

1. Van der Aalst, M. P. (2016). *Business Process Management*. Berlin: Springer Fachmedien Wiesbaden.
2. Owen, M. (2003). *BPMN and Business Process Management*. Popkin Software.
3. Shaw, D. R. (2007). *Elements of business process management system: theory and practice*. Nottingham: The University of Nottingham.
4. Chinosi, M. (2012). Computer Standards & Interfaces. *Elsevier*, 124-134.
5. Geiger, M. (2017). BPMN 2.0: The state of support and implentation. *Elsevier*, 250-262.
6. Morais, R. M. (2014). An analysis of BPM lifescycles: from literature review to a framework proposal.
7. Van der Aalst, W.M.P (2007). Business process mining: An industrial application. *Elsevier*, 713-732.
8. Agulair-Savén, R.S (2004). Business Process modelling: Review and framework. *Elsevier*, 129-149.
9. Park, S. (2016). A study of Process Mining-based Business Process Innovation. *Elsevier*, 734 - 743.

Datavisualization

1 BUSINESS PROCESS MANAGEMENT

from process automation and process analysis to operations management and the organization of work. On the one hand, BPM aims to improve business processes, possibly without the use of new technologies. levels. On the other hand, BPM is often associated with software to manage, control and support operational processes. This gave rise to a new type of technology, called BPM systems, which can connect with a variety of (legacy) systems as well as emerging technology (e.g., cloud networks, mobile devices), and have effectively replaced their predecessors, the WFM systems. In fact, the perspectives of a process model one should focus on, and their level of detail, should be determined by the strategic objective of the BPM project at hand (e.g., increasing operational efficiency rather than outsmarting competitors). A better process is thus one that better contributes to meeting the strategic objectives of an organization.

Analysis

BUSINESS PROCESS MANAGEMENT

Examples of BPM areas where remarkable progress has been made include:

The syntactic verification of complex business process models before implementing them via IT, to avoid potentially costly mistakes at run time.

The adaptation of processes on-the-fly and the evaluation of the impact of their changes, in order to react to (unexpected) exceptions.

The automatic discovery of process models from raw event data produced by common information systems found in organizations.

SIX SIGMA

Six Sigma (Pyzdek 2003) has applied statistical analysis tools to organizational data for a long time, in order to measure and reduce the degree of business process variability. The idea is to

The choice of which KPIs to measure should reflect the strategic objectives of the organization. Examples of BPM areas where remarkable progress has been made include: The systematic identification of typical process behaviors based on scientific insights provided by the Workflow Patterns initiative.¹ The automatic creation of configurable process models from a collection of process model variants, used to guiding analysts when selecting the right configuration. The automatic execution of business process models based on rigorously defined semantics, and through a variety of BPM systems. DATAMINING - Informatie niet handmatig verkegen, based on evidence en een betere weegave van realiteit. - Geeft end- to end process weer - Nadeel is dat je vaak de processen in kaart wilt brengen die nog niet helemaal zichtbaar zijn Combinatie van Six sigma en datamining combinatie is mogelijk. OPERATIONS RESEARCH (Mandelbaum and Zeltyn 2013; Senderovich et al. 2014) However, barring these few exceptions, OR techniques have not been systematically applied to solve process improvement problems yet.	identify and remove the causes for such variability, e.g., in terms of errors, defects or SLA (Service Level Agreement) violations in the output of business processes, and to control that such processes effectively perform within the desired performance targets Nadeel van Six sigma: - typically collected manually, Six Sigma rarely looks inside end-to-end processes
2 BPMN defines a Business Process Diagram (BPD), which is based on a flowcharting technique tailored for creating graphical models of business process operations. A Business Process Model, then, is a network of graphical objects, which are activities (i.e., work) and the flow controls that define their order of performance Thus, BPMN creates a standardized bridge for the gap between the business process design and process implementation. A BPD is made up of a set of graphical elements. These elements enable the easy development of simple diagrams that will look familiar to most business analysts (e.g., a flowchart diagram). The elements were chosen to be distinguishable from each other and to utilize shapes that are familiar to most modelers.	model described, using BPMN, will be a logical description of how the business operates, from which business process languages can be generated. However, for optimal results, this approach should be used hand-in-hand with business process simulation. Simulation is a powerful technique available to business analysts to analyze their models prior to their realization. A model, when simulated, mimics the operations of the business by stepping through the events in compressed time while displaying an animated picture of the flow. Because simulation software keeps track of statistics about model elements, performance metrics can be evaluated by analyzing the model output data. This enables you to avoid expensive mistakes by thoroughly reviewing the efficiency of a business model before actually implementing it.
3	Kwanitatieve analyse is een wiskundige analyse gebaseerd op een precies model van een bedrijfsproces aangevuld met

	kwantitatieve invoergegevens. Een tool die hierbij hoort is BiZZdesigner. Kwantitatieve analyses staan hierin niet op zichzelf, maar ze vormen onderdeel van de totale analyseaanpak. De aanpak bestaat uit de volgende stappen: 1. Afbakenen: Selectie van bedrijfsprocessen waarvan de prestaties verbeterd moeten worden 2. Bepalen van middelen: hierin kan de conclusie zijn dat kwantitatieve analyse gewenst is. De relevante maten dienen te worden bepaald. 3. Modelleren: Een model maken van de procesgang 4. Analyseren 5. Evalueren Kwantitatieve analyses kunnen verschillende soorten resultaten opleveren, namelijk: Bezettingsgraad, wachttijd en voorraad, Kritieke pad, alternatieve paden en de doorlooptijd en de kosten. Bij de bezettingsgradenanalyse worden de volgende gegevens bekend: 1. De aankomstfrequentie 2. De vereiste actorcapaciteit 3. De gemiddelde doorlooptijd 4. Het gemiddelde aantal in de wachtrij Hierin komen de resultaten van BiZZdesign in de buurt van de resultaten van de queuing theorie. Voordeel van deze vorm van meten is dat het aan de hand van een model gaat waarin als je wat verandert de resultaten direct mee veranderen.
4 Business Process Modelling instead is defined as the time period when manual and/or automated descriptions of a process are defined and/or modified. Business process modelling bestaat al sinds 1990. Sinds die tijd is er veel veranderd door de verandering van workflows en bedrijfsprocessen. Tegenwoordig wordt er veel gebruik gemaakt van BPMN 2.0. Ten opzichte van eerdere versies heeft BPMN 2.0 veel meer mogelijkheden om relaties tussen processen, informatiesystemen en processmodellen weer te geven. Ook neemt het onjuistheden in de eerdere systemen weg en legt het meer nadruk op datastromen. Om deze reden zullen we hier alleen BPMN 2.0 bespreken.	
5 Met de publicatie van BPMN 2.0 in januari 2011 is de 'native execution of BPMN process models' toegevoegd. Het doel van deze toevoeging is het verkleinen van de kloof tussen het modelleren van processen aan de ene kant en hun uitvoering door software aan de andere kant. Hoewel BPMN 2.0 vaak alleen wordt gebruikt als datavisualisatietool wordt het in 3 op de 47 Business Process Models gebruikt als een uitvoerformat. Reden van de het beperkte gebruik is dat dat deze 'native	

	execution' vaak nog een scheve weergave geeft van de realiteit.	
6	Framework met verschillende BPMN strategien. Sommige meer op planning en refinement gericht andere meer op het implementeren van informatiesystemen. Dit wordt weggezet tegen de mate waarin strategie in elke methodologie een rol speelt.	
7	<i>The goal of process mining is to extract information about processes from transaction logs [2]. We assume that it is possible to record events such that (i) each event refers to an <i>activity</i> (i.e., a well-defined step in the process), (ii) each event refers to a <i>case</i> (i.e., a process instance), (iii) each event can have a <i>performer</i> also referred to as <i>originator</i> (the person executing or initiating the activity), and (iv) events have a <i>timestamp</i> and are totally ordered.</i> In this section, we examine the <i>organizational perspective</i>. In other words, we focus on “who” performs the different steps and how performers are related. One of the basic ideas is that relationships between workers may be derived from the frequency of passing a case from one performer to another. For analyzing such relationships, the tool MiSoN has been developed [10]. The functionality of MiSoN has been embedded in the ProM framework (see Fig. 2 for a screenshot). Based on the event logs extracted from these systems, our tool constructs sociograms that can be used as a starting point for SNA [19,20]. The derived relationships can be exported in a matrix format and used by most SNA tools, such as AGNA and NetMiner. With an SNA tool, several techniques can be applied to analyze social networks, e.g., find interaction patterns, evaluate the role of an individual in an organization, etc.	he most important outcome from a process mining perspective was the discovery of the <i>main flow</i> in the invoice handling process. Because the generated process model incorporated information on the execution frequencies of activities, it could clearly be seen that loops in this process are far from exceptional. Inspired by this observation, process mining from an organizational perspective focused on the subcontracting metric in particular, leading to the identification of places in the process where the circling of work is undesirable. By inspecting these places more closely, the specific roles of two kinds of process performers were identified: the WfMS itself and the project leaders. Additional mining from the case perspective revealed that the various loops indeed have a great impact on the process performance.
8	For instance, Phalp et al. (1999) distinguish between two uses of business process models: one for traditional software development, and another to restructure business processes. In Phalp (1998) the latter purpose is explained further arguing that <i>pragmatic approaches</i> are mostly concerned with capturing and understanding processes, while <i>rigorous paradigms</i> are typically used for analysis of the process. Furthermore, it is argued that ‘...this suggests a need for different notational approaches, for different modelling purposes and audiences’ (Phalp, 1998). For software development process typically diagrammatic notation is required, for <i>capturing</i> a legible and understandable view of the business process	Typically the user does not need to play or interact with the model but rather just observe it. When <i>analysing</i> the business process it is necessary to have more sophisticated mechanisms than qualitative analysis of static diagrammatic models, models that present both dynamic and functional aspects of the process. In these cases users might want a model, which permits him/her more interaction (e.g. it might be simulation) to analyse the question ‘what if’. Finally, in <i>presenting</i> the business process, approaches easy to understand are chosen, again a readily understandable, typically diagrammatic notation is suitable.
9		Businesses have adopted diverse process management approaches such as business process re-engineering (BPR) and Six Sigma for their survival and growth. Even though these approaches have partially made a contribution to the improvement of organizational performances such as cost

reduction and value innovation, they have a high possibility of failure. In particular, the failure probability of BPR and process innovation (PI) is as high as 60-70%. Most process management approaches include traditional interviews and observation-dependent business process analysis (BPA). This conventional BPA requires a lot of time. However, it derives subjective and incomplete analysis results and has no tool to measure improvement effects. As a way to overcome this kind of limitation of conventional BPA, this study introduces a process mining technique through the analysis and utilization of a huge amount of process data kept almost unused in domestic information systems. Processing mining is a process management technique which helps users figure out business processes in a fast and objective manner by analyzing these data and automatically visualizing actual process flows.

Bijlage R: Toelichting begrippen presentatiemodel

Tijd tot aankomst: *het aantal minuten tot de eerstvolgende lading breukgevoelige staalplakken aan komt op de trein.*

Tijd tot vertrek:	<i>Het aantal minuten tot de eerstvolgende POL staalplakken uit de warmhoudkamers vertrekt.</i>
Aantal vrije stouwposities	<i>Het aantal vrije stouwposities in de warmhoudkamer op dat moment.</i>
Aantal stouwposities dat vrijkomt bij vertrek	<i>Het aantal stouwposities dat extra vrij komt na vertrek van staalplakken uit de warmhoudkamer ten opzichte van de huidige situatie.</i>
Aantal posities dat bezet wordt bij aankomst	<i>Het aantal stouwposities dat door de nieuwe lading breukgevoelig extra ingenomen wordt ten opzichte van de huidige situatie.</i>