

Specialization: Production Engineering and Logistics

Report number: 2014.TEL.7846

Title: **Voorraadbeheersing binnen de
Koudbandwalserij van Tata Steel
in IJmuiden**

Author: W.G.P. van Dijk

Assignment: Master thesis

Confidential: Yes (until June 16, 2019)

Initiator (university): Prof.dr.ir. G. Lodewijks

Initiator (company): N. Mijnen (Tata Steel, IJmuiden)

Supervisor: Dr. Ir. H.P.M. Veeke

Date: June 16, 2014

This report consists of 98 pages and 20 appendices. It may only be reproduced literally and as a whole. For commercial purposes only with written authorization of Delft University of Technology. Requests for consult are only taken into consideration under the condition that the applicant denies all legal rights on liabilities concerning the contents of the advice.

Student:	W.G.P. van Dijk	Assignment type:	Master project
Supervisor (TUD):	Dr. Ir H.P.M Veeke	Creditpoints (EC):	35
Supervisor (Company):	N. Mijnen	Specialization:	PEL
		Report number:	2014.TL.7846
		Confidential:	Yes
			until: June 16, 2019

Onderwerp: **Voorraadbeheersing binnen de Koudbandwalserij van Tata Steel in IJmuiden**

Tata Steel is een van de grootste staalproducenten ter wereld. Als onderdeel van Tata Steel wordt in IJmuiden hoogwaardig staal in de vorm van rollen bandstaal geproduceerd. Dit staal is voornamelijk bestemd voor de automobiellindustrie, de bouw en de verpakkingsindustrie. De laatste twee hoofdbewerkingen die in IJmuiden kunnen worden uitgevoerd zijn het koudwalsen en het bekleden van het bandstaal. Dit gebeurt in de Koudbandwalserij en bij de werkeenheid Coated Products. Het productieproces binnen de Koudbandwalserij en Coated Products bestaat uit een aantal processtappen. Om er voor te zorgen dat de processen in gewenste mate onafhankelijk van elkaar kunnen produceren zijn tussen deze processtappen tussenvoorraden met halffabricaat aanwezig. De productieprocessen in de Koudbandwalserij en Coated Products hangen sterk samen. Hierdoor bevinden zich in de tussenvoorraden in de Koudbandwalserij rollen bandstaal afkomstig van of bestemd voor Coated Products en vice versa.

Probleemstelling

In de periode voorafgaande aan dit onderzoek zijn problemen met de tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij gesignaleerd. Door het vol raken van tussenvoorraden dreigden installaties binnen de Koudbandwalserij en Coated Products stil te vallen. Uiteindelijk is een van de hoofdininstallaties van de Koudbandwalserij in 2013 meerder malen stil gevallen als gevolg van een volle tussenvoorraad.

Onderzoeksopdracht

Analyseer de oorzaak van de volle tussenvorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products en ontwikkel een oplossing om de stilstanden van de hoofdinstallaties als gevolg van de volle tussenvorraden te voorkomen.

Uitvoering

1. Analyseer de huidige situatie volgens de Delftse systeemkunde
2. Identificeer de oorzaak van de volle tussenvorraden
3. Ontwikkel een oplossing die de stilstanden als gevolg van de volle tussenvorraden voorkomt
4. Bepaal wat het verwachte resultaat van de oplossing is.
5. Werk een implementatieplan uit.
6. Bestudeer de relevante literatuur.

Professor,

Begeleider,

Prof.dr.ir. G. Lodewijks

Dr. Ir. H.P.M. Veeke

Voorwoord

Dit rapport beschrijft mijn afstudeeronderzoek voor de studie werktuigbouwkunde aan de Technische Universiteit Delft met als specialisatie Production Engineering and Logistics. Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd bij de Koudbandwalserij van TATA Steel te IJmuiden tussen april 2013 en december 2013.

Het doel van de opdracht was om de beheersing van de tussenvorraden binnen de Koudbandwalserij te verbeteren, voornamelijk rond de BM- en BO- hal. Daarnaast bood het mij de kans om kennis te maken met de Koudbandwalserij en met name met het inpak en logistieke proces binnen de Koudbandwalserij.

Graag wil ik alle medewerkers van TATA Steel die hebben bijgedragen aan de uitvoering van het onderzoek bedanken. In het bijzonder wil ik Nieko Mijnen, Productie Chef bij de Koudbandwalserij, bedanken voor het beschikbaar stellen van de opdracht en het begeleiden bij de uitvoering van het onderzoek. Daarnaast wil ik Frank Schoonhoven bedanken voor de dagelijkse begeleiding en het beantwoorden van vele vragen.

Ook wil ik mijn begeleiders van de TU Delft, Dr. Ir. H.P.M. Veeke en Prof. Dr. Ir. G. Lodewijks bedanken voor hun waardevolle advies en opbouwende feedback tijdens de uitvoering van het onderzoek.

Daarnaast ben ik erg dankbaar voor de steun en hulp die ik gedurende het onderzoek kreeg van mijn familie en mijn vriendin.

IJmuiden, juni 2014

Wout van Dijk

Samenvatting

Tata Steel Group is een van de grootste staalproducenten ter wereld met vestigingen in meer dan 50 landen. Als onderdeel van de Tata Steel Group wordt in IJmuiden jaarlijks meer dan 7 miljoen ton hoogwaardig staal in de vorm van rollen bandstaal geproduceerd. Dit staal is voornamelijk bestemd voor de automobieliindustrie, de bouw en de verpakkingindustrie.

Bij Tata Steel in IJmuiden wordt staal geproduceerd vanuit de basisgrondstoffen ijzererts en steenkool. Het productieproces binnen Tata Steel IJmuiden is opgedeeld in de afdeling Manufacturing Iron & Steel en Manufacturing Rolling & Coating. Binnen de afdeling Manufacturing Iron & Steel wordt ijzererts en steenkool omgezet tot vloeibaar staal. Van dit vloeibare staal wordt binnen de afdeling Manufacturing Rolling & Coating bandstaal gemaakt. De Gietwalsinstallatie, de Warmbandwalserij, de Koudbandwalserij en Coated Products zijn werkeenheden die onderdeel zijn van de afdeling Manufacturing Rolling & Coating. De Gietwalsinstallatie en de Warmbandwalserij produceren warmgewalst bandstaal. In de Koudbandwalserij wordt het warmgewalste bandstaal verder uitgewalst. Afhankelijk van de toepassing kan bij Coated Products een beschermende laag zink of verf worden aangebracht.

Het productieproces in de Koudbandwalserij bestaat uit een aantal processtappen. Om er voor te zorgen dat de processen in gewenste mate onafhankelijk van elkaar kunnen produceren zijn tussen deze processtappen tussenvoorraden met halffabricaat aanwezig. In de periode voorafgaande aan dit onderzoek zijn problemen met de tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij gesignaleerd. Door het vol raken van tussenvoorraden dreigden installaties binnen de Koudbandwalserij en Coated Products stil te vallen. Uiteindelijk is Beitsbaan 21, een van de hoofdininstallaties van de Koudbandwalserij, in 2013 meerder malen stil gevallen als gevolg van een volle tussenvoorraad. De totale gemiste winst als gevolg van deze stilstand wordt geschat op 250 duizend euro. Om deze stilstanden in het vervolg te voorkomen is de doelstelling voor dit onderzoek als volgt geformuleerd:

"Analyseer de oorzaak van de volle tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products en ontwerp een oplossing om de stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg hiervan te voorkomen."

Het beitsen, koudwalsen en verzinken zijn de hoofdfuncties binnen het probleemgebied. De beschikbare productiecapaciteit van deze functies moet zo goed mogelijk worden benut, aangezien deze functies de grootste waarde toevoegen aan het product. Uit analyse blijkt dat de beschikbare productiecapaciteit van de hoofdfuncties niet volledig benut wordt. Het niet volledig gebruiken van de beschikbare capaciteit van het koudwalsen wordt veroorzaakt door de beperkte capaciteit van het afwerken. Om dit probleem te verhelpen wordt gewerkt aan het verhogen van de capaciteit van het afwerken door de bouw van een nieuwe installatie. Naar verwachting zal de bezettingsgraad van het afwerken echter wel hoog blijven.

Het niet optimaal benutten van de capaciteit van het beitsen wordt veroorzaakt doordat er bij het maken van de productieplanning van de hoofdininstallaties beperkt rekening wordt gehouden met de productiecapaciteit van het inpakken en de opslagcapaciteit van de tussenvoorraden. Hierdoor ontstaan fluctuaties in het aanbod voor het inpakken. Door de hoge gemiddelde bezettingsgraad van het inpakken kunnen deze fluctuaties niet direct verwerkt worden. Deze fluctuaties zullen moeten worden opgevangen door de tussenvoorraden.

De voorraad voor het inpakken en afwerken is verdeeld over zes opslaghallen. Deze buffers moeten er voor zorgen dat de productieprocessen in gewenste mate onafhankelijk van elkaar kunnen functioneren. Dit betekent dat de voorraad dusdanig over de opslaghallen moet worden verdeeld dat er geen stilstanden van de installaties ontstaan. In de huidige situatie is er onvoldoende inzicht in de verwachte ontwikkeling van de voorraden. Hierdoor kunnen de tussenvoorraden onvoldoende worden beheerst om stilstanden van de hoofdininstallaties te voorkomen. Om de beheersing van de tussenvoorraden te verbeteren zijn de volgende oplossingen onderzocht:

1. Verhogen opslagcapaciteit tussenvoorraden
2. Verhogen productiecapaciteit afwerken en inpakken
3. Ontwikkelen van de beheersingsstructuur van tussenvoorraden

Het verhogen van de opslagcapaciteit verhelpt de oorzaak van het probleem niet en brengt een aantal grote kostenposten met zich mee. Gedurende dit onderzoek wordt de productiecapaciteit van het afwerken verhoogd door de bouw van een nieuwe installatie. De capaciteit van het inpakken kan met 5% worden verhoogd door te werken op basis van een werkuitgifte, ook hier wordt tijdens dit onderzoek aan gewerkt. Daarnaast kan de capaciteit van het inpakken tijdelijk worden verhoogd door de inzet van extra personeel. Door een beheersingsstructuur voor de tussenvoorraden te ontwikkelen is het mogelijk om de aan en afvoer van materiaal op elkaar af te stemmen.

Er is gekozen om een nieuwe beheersingsstructuur te ontwikkelen waarbij gebruik kan worden gemaakt van de flexibele capaciteit van het inpakken. Als onderdeel van de nieuwe beheersingsstructuur is een voorraadmodel ontwikkeld. Dit model maakt inzichtelijk wat de verwachte voorraadontwikkeling zal zijn op basis van de geplande productie en transporten. Daarnaast kan met het model inzichtelijk worden gemaakt wat de invloed van een ingreep op het transport zal zijn. Op basis hiervan kan worden bepaald of en hoe er ingegrepen moet worden op de transporten om de tussenvoorraden te beheersen. In het geval een ingreep op de transporten niet voldoet kan met het model worden bepaald hoeveel extra capaciteit er nodig is bij het inpakken om de voorraad aan de norm te laten voldoen.

Het voorraadmodel is getest op twee situaties waarbij er een stilstand van een beitsbaan is ontstaan als gevolg van volle tussenvoorraden. In beide gevallen heeft het model inzichtelijk gemaakt dat de voorraden niet aan de normen zouden voldoen wanneer de geplande productie en transporten uitgevoerd zouden worden. In één situatie is met behulp van het model aangetoond dat het met een

proactieve aansturing van de transporten mogelijk was geweest om de stilstand van de beitsbaan te voorkomen. In de andere situatie bleek dit niet voldoende, om de stilstand in dit geval te voorkomen had de capaciteit van het inpakken verhoogd moeten worden. De totale gemiste inkomsten als gevolg van de stilstand van de beitsbaan in 2013 worden geschat op 250 duizend euro. De kosten van de inhuur van extra personeel bedragen ongeveer 1,6% van de gemiste inkomsten. Aangezien de inzet van extra personeel niet altijd nodig is om de voorraden te beheersen, kan per jaar tussen de 246 en 250 duizend euro aan extra inkomsten worden geregenereerd door gebruik te maken van het model.

In dit onderzoek is aangetoond dat het ontwikkelde voorraadmodel inzichtelijk kan maken wanneer de tussenvoorraden naar verwachting niet aan de normen zullen voldoen. Daarnaast kan het model gebruikt worden om te bepalen hoe er moet worden ingegrepen om een beheerste situatie te creëren. Hiermee kunnen stilstanden van de hoofdininstallaties voorkomen worden. Het wordt dan ook aanbevolen om de ontwikkelde beheersingsstructuur te implementeren volgens het implementatieplan.

Aangezien het model een vereenvoudiging van de werkelijkheid is zijn er wel een aantal onzekerheden. Indien er bij het gebruik van het voorraadmodel blijkt dat er gedetailleerdere informatie nodig is om de voorraden in alle situaties te beheersen is het aan te raden om de informatie uit de werkuitgiftes toe te voegen aan het voorraadmodel. Hiermee kan een aantal onzekerheden van het model worden weggenomen. Om een productieproces te creëren dat makkelijker te beheersen is wordt aanbevolen om een vervolg onderzoek te doen naar de mogelijkheid om de productie van de hoofdininstallaties meer in balans te brengen. Daarnaast wordt aangeraden om de mogelijkheid te onderzoeken om het voorraadmodel te integreren in het 7 dagenplan.

Summary

Tata Steel Group is one of the world's largest steel producers with operations in more than 50 countries. As part of the Tata Steel Group more than 7 million tonnes of high quality strip steel is produced every year at the production site in IJmuiden. This steel is mainly intended for the automotive, construction and packaging industry.

At the Tata Steel site in IJmuiden steel is produced from the raw materials iron ore and coal. The production process at Tata Steel IJmuiden is split into two departments, Manufacturing Iron & Steel and Manufacturing Rolling & Coating. Within the Manufacturing Iron and Steel department iron ore and coal is converted into liquid steel. This liquid steel is formed into strip steel in the Manufacturing Rolling & Coating department. The Direct Sheet Plant, the Hot Rolling Mill, the Cold Rolling Mill and Coated Products are the factories that are part of Manufacturing Rolling & Coating. The Direct Sheet Plant and the Hot Rolling Mill produce hot rolled strip. The hot rolled strip can be further reduced in thickness at the Cold Rolling Mill. Depending on the application, a protective layer of zinc or paint can be applied at Coated Products.

The production process at the Cold Rolling Mill consists of a number of process steps. Between these steps there are intermediate stocks with semi-finished product to ensure that the processes are capable of producing independently to an desired extent. In the period prior to this study problems with these stocks were detected. The production of the installations within the Cold Rolling Mill and Coated Products was jeopardized because of the overflowing of the intermediate stocks. This resulted in several standstills in 2013 at Pickling Line 21, one of the main installations of the Cold Rolling Mill. The total loss of profit as a result of the standstills is estimated at 250 thousand euros. To avoid these standstills in the future, the objective of this study is formulated as follows:

"Analyse the cause of the overflowing intermediate stocks within the Cold Rolling Mill and Coated Products and design a solution to prevent standstills of the main installations caused by this."

Pickling, cold rolling and galvanizing are the main functions within the system. The available capacity of these functions must be fully exploited, since these functions add the greatest value to the product. Analysis shows that the available capacity of the main functions is not fully utilized. The available capacity of the cold mill is not fully used, this is caused by the limited capacity of the finishing lines, which are the bottleneck within the process. To overcome this problem a new finishing line is constructed to increase the total capacity of the finishing lines. It is expected, however, that the occupancy rate of the finishing lines will remain high.

The non-optimal use of the capacity of the pickling process is caused by the production planning. When making the production planning for the main processes, the limited capacity of packaging and storage are not taken into account. This causes fluctuations demand for packaging. Due to the high

average occupancy of packaging these fluctuations cannot be processed immediately. These fluctuations will have to be absorbed by the intermediate stocks.

The stock for packaging and finishing is spread over six warehouses. These buffers have to ensure that the manufacturing processes can function independently to a desired extent. This means that the stock needs to be divided in such a way that no standstills of the installations emerge. In the current situation there is insufficient understanding of the expected development of the stocks. Therefore the intermediate stocks are controlled insufficiently to avoid standstills of the main processes. In order to improve the control of the intermediate stocks, the following solutions have been investigated:

1. Increase capacity of intermediate stocks
2. Increase capacity of finishing and packaging
3. Develop system control for the intermediate stocks

Increasing the storage capacity does not solve the cause of the problem and costs a lot of money. During this study a new finishing line is built to increase the capacity of finishing. The capacity of packaging can be increased with 5% when working with a schedule. A scheduling program is being developed during this study. In addition, the capacity of packaging can temporarily be increased by the deployment of additional staff. By developing system control for the intermediate stocks, it is possible to balance the input with the output.

It was decided to develop a new structure of control for the intermediate stocks in which the flexible capacity of packaging can be used. As part of the new structure of control a stock model is developed. This model makes clear what the expected stock development will be, based on the planned production and transport. In addition the model can be used to make clear what the influence of an intervention on the transport will be. Based on this information can be determined whether and how to intervene on the transport to control the intermediate stocks. In case an intervention on the transport is insufficient to control the stocks, the model can be used to determine the amount of extra packaging capacity that is needed to meet the standards.

The stock model has been tested for two situations in which there was a standstill of a pickling line caused by the overflow of the intermediate stocks. In both cases the model showed that the stocks would not meet the standards when the planned production and transport were carried out. In one situation the model was used to show that with pro-active control of transport the standstill of the pickling line could be avoided. In the other situation the intervention in transport was not sufficient. To avoid the standstill of the pickling line in this case, the capacity of packaging should have been increased. De total loss of income in 2013 due to the standstill of the pickling line is estimated at 250 thousand euros. The cost of hiring additional staff are approximately 1.6% of the lost revenue. Since the deployment of additional staff is not always necessary to control the intermediate stock, every year between 246 and 250 thousand euros in additional revenue can be generated by using the model.

This study demonstrates that the developed stock model can provide insight in the development of the intermediate stocks and if they will meet the standards. In addition, the model can be used to determine what intervention needs to be executed to create a controlled situation. Hereby the standstills of the main processes can be prevented. It is therefore recommended to implement the developed system control according to the implementation plan.

Since the model is a simplification of reality, there are some uncertainties. If during the use of the stock model there appears to be the need for more detailed information in order to control the stocks in all situations, it is recommended to add the information from the work order. This allows a number of uncertainties in the model to be eliminated. To create a production process which is easier to control it is recommended to investigate the possibility to balance the production of the main processes. In addition it is recommended to explore ways to integrate the stock model within the 7 days-plan.

Lijst met afkortingen

BB21: Beitsbaan 21

BK22: Beitsbaan en Koudwals 22

BM-TO: BM-Tussenopslag

BO-TO: BO-Tussenopslag

CPR: Coated Products

DVL: Dompelverzinklijn

FH: Full Hard

FIL: Folie Inpak Lijn

FL32: Finishing Line 32

IRT: Inpakkerij en Rollen Transport

KBW: Koudbandwalserij

KGO: Koudgewalst Onbekleed

KIPA: Kwaliteit Inspectie en Product Afwerking

KIT: KIPA (Kwaliteitsinspectie en Productafwerking), Inpakkerij en Transport

KW21: Koudwals 21

LSR: Logistieke Services Rooswijk

OSL: Operations Site Logistics

POP: Pallet op Poten

RIL: Rol Inpak Lijn

SCP: Supply Chain Planning

TO: Tussen Opslag

TROM: BT-, BR-, BO- en BM-hal (verzendhallen)

VL: Verflijn

WEG: Walsenproductie en Gloeierij

WGB: Warmgewalst-Gebeitst

Inhoud

Voorwoord.....	III
Samenvatting.....	IV
Summary.....	VII
Lijst met afkortingen.....	X
1 Inleiding.....	1
1.1 Tata Steel Group	1
1.2 Tata Steel IJmuiden.....	1
1.3 Probleembeschrijving	3
1.4 Doelstelling	4
1.5 Werkwijze	4
1.6 Randvoorwaarden.....	4
1.7 Leeswijzer	5
2 Beschrijving probleemgebied	6
2.1 Koudbandwalserij en Coated Products.....	6
2.2 Productie afdelingen	7
2.2.1 Beitsbaan 21 en 22	7
2.2.2 Koudwals 21 en 22.....	7
2.2.3 Gloeierij.....	8
2.2.4 Nawals 21	8
2.2.5 Dompelverzinklijnen en verflijn	8
2.2.6 Kwaliteitsinspectie en Productafwerking.....	9
2.2.7 Inpakkerij.....	9
2.3 Tussenvoorraden	10
2.4 Transport	12
2.5 Beheersing	13
3 Analyse van de huidige situatie.....	15
3.1 Koudwalsen & Verzinken	15
3.1.1 Functies	16
3.1.2 Capaciteitsanalyse.....	17

3.1.3	Beheersing productieproces	21
3.2	Tussenvoorraden	25
3.2.1	Voorraadbeheersing	25
3.2.2	Voorraadontwikkeling per hal	27
3.3	Conclusie analyse huidige situatie	30
4	Probleemstelling	32
5	Mogelijke oplossingen	33
5.1	Verhogen opslagcapaciteit.....	33
5.2	Verhogen productiecapaciteit	33
5.2.1	Verhogen productiecapaciteit afwerken	34
5.2.2	Verhogen productiecapaciteit inpakken.....	34
5.3	Beheersingsstructuur tussenvoorraden.....	35
5.4	Conclusie mogelijk oplossingen.....	35
6	Beheersingsstructuur tussenvoorraden.....	37
6.1	Eisen aan beheersing	37
6.2	Ontwerp beheersingsstructuur	39
6.2.1	Beheersing afwerken.....	40
6.2.2	Beheersing inpakken	40
6.2.3	Beheersing voorraden	40
6.3	Voorraadmodel.....	40
6.3.1	Invoer (informatie).....	41
6.3.2	Voorraad berekenen.....	43
6.3.3	Ingreep	45
6.4	Onzekerheden voorraadmodel	46
6.4.1	Ongeplande stilstanden	46
6.4.2	Bepalen bestemming	46
6.4.3	Voorraad inlezen	46
6.4.4	Bepalen aantal rollen.....	47
6.4.5	Interval 24 uur.....	47
6.5	Evaluerende functie	47

6.6	Validatie voorraadmodel.....	48
6.6.1	Wijzigen transporten	48
6.6.2	Extra personeel.....	53
6.6.3	Conclusie validatie.....	54
7	Conclusie en aanbevelingen	56
7.1	Conclusie	56
7.2	Aanbevelingen.....	57
7.2.1	Implementeren beheersingsstructuur	57
7.2.2	Verbeteringen voorraadmodel	57
7.2.3	Vervolgonderzoek naar de productieplanning	58
7.2.4	Integreren voorraadmodel in 7 dagenplan	58
7.3	Implementatieplan voorraadbeheersing.....	58
	Bibliografie.....	60
Bijlage A	Scientific Research Paper.....	61
Bijlage B	Organogram TATA Steel Europe.....	66
Bijlage C	Organogram Koudbandwalserij	67
Bijlage D	Organogram Coated Products	68
Bijlage E	Installaties per afdeling	69
Bijlage F	Product-families	70
Bijlage G	Eisen aan producten.....	71
Bijlage H	Materiaalstromen	72
Bijlage I	7 dagenplan	73
Bijlage J	Batch productie.....	76
Bijlage K	Limieten inpak installaties.....	78
Bijlage L	Verhogen productiecapaciteit Inpakkerij	79
Bijlage M	Verhogen productiecapaciteit Afwerking	82
Bijlage N	Overige kosten voorraad	84
Bijlage O	Atmosferische roest PAD-hal.....	85
Bijlage P	Aanbod BM- en BO-hal	86
Bijlage Q	Code inlezen huidige voorraad	88

Bijlage R	Transportlijst Buiscaar	95
Bijlage S	MSc thesis in het Nederlands	96
Bijlage T	Transportmiddelen per route	97
Bijlage U	Steady-state model	98

1 Inleiding

In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk wordt een korte introductie gegeven tot de TATA Steel Group. Vervolgens wordt in paragraaf 1.2 ingegaan op het productieproces binnen Tata Steel IJmuiden en de functie van de Koudbandwalserij en Coated Products binnen Tata Steel IJmuiden. In paragraaf 1.3 wordt de probleembeschrijving gegeven en in paragraaf 1.4 wordt de doelstelling van het onderzoek geformuleerd. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de werkwijze en randvoorwaarden. Paragraaf 1.7 bestaat uit een leeswijzer.

1.1 Tata Steel Group

Tata Steel Group is opgericht in 1907 als onderdeel van het conglomeraat Tata Group. Met een ruw staal productiecapaciteit van meer dan 30 miljoen ton per jaar, vestigingen in meer dan 50 landen verspreid over 5 continenten en ruim 80.000 medewerkers is de Tata Steel Group een van de grootste staal producenten ter wereld. De totale omzet in het boekjaar 2012/2013 bedroeg US\$ 24 miljard (Tata Steel Group, 2013). De productiefaciliteiten bevinden zich in India, Zuidoost-Azië en Europa. In Europa zijn de belangrijkste vestigingen gelegen in het Verenigd Koninkrijk en Nederland. De staalproductie van Tata Steel in Europa is als volgt onderverdeeld:

- Long Products Europe - plaat, profielen, walsdraad en halffabricaten van staal, spoorwegproducten en diensten, speciale profielen en ingenieursdiensten
- Strip Products Mainland Europe - warmgewalst, koudgewalste en bekleed staal gefabriceerd op het vasteland van Europa
- Strip Products UK - warmgewalst, koudgewalste en bekleed staal gefabriceerd in het Verenigd Koninkrijk

De grootste productielocatie van Strip Products Mainland Europe is gevestigd in IJmuiden. Hiernaast kent Strip Products Mainland Europe nog meer productievestigingen en service centra verspreid over Nederland, Duitsland en België.

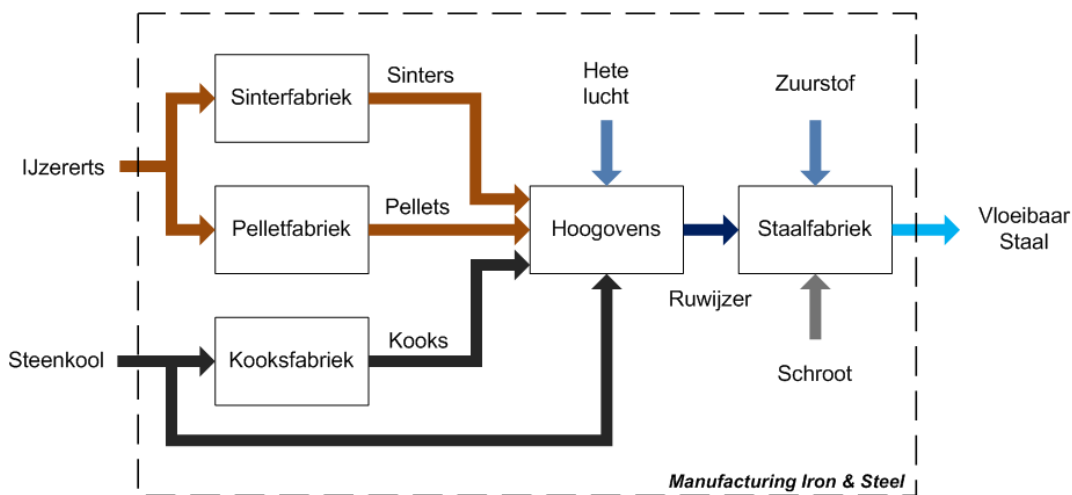
1.2 Tata Steel IJmuiden

Het staalbedrijf in IJmuiden werd opgericht in 1918 onder de naam de Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken. In 1999 fuseerde de Koninklijke Hoogovens met British Steel. Het staalbedrijf in IJmuiden kreeg de naam Corus. In 2007 nam het Indiase bedrijf Tata Steel Corus in IJmuiden over. In 2010 is de naam Corus van het staalbedrijf in IJmuiden officieel veranderd in Tata Steel.

Als onderdeel van Strip Products Mainland Europe wordt in IJmuiden warmgewalst, koudgewalst en bekleed bandstaal in de vorm van rollen geproduceerd. De circa 9.300 medewerkers zijn verantwoordelijk voor een jaarlijkse productiecapaciteit van 7,5 miljoen ton staal, dat met name

verwerkt wordt in de bouw, grond- mijnbouw & hijsmachines, consumentengoederen (zoals witgoed) en in de automobiel-, en verpakkingindustrie. Het bedrijfsterrein ligt in de gemeenten Heemskerk, Beverwijk en Velsen, is circa 750 hectare groot en heeft een zeer efficiënte ligging direct aan de Noordzee.

Tata Steel IJmuiden is een zogenaamd 'geïntegreerd staalbedrijf', dit betekent dat er op het bedrijfsterrein in IJmuiden staal wordt gemaakt vanuit de basisgrondstoffen ijzererts en steenkool. Binnen IJmuiden is het productieproces opgedeeld in de afdeling Manufacturing Iron & Steel en de afdeling Manufacturing Rolling & Coating. Het Energiebedrijf, de Kooks en Gas Fabrieken, de Ertsvoorbereiding, de Hoogovens en de Staalfabriek zijn de werkeenheden die onderdeel zijn van de afdeling Manufacturing Iron & Steel. De Gietwalsinstallatie, de Warmbandwalserij, de Koudbandwalserij en Coated Products zijn onderdeel van de afdeling Manufacturing Rolling & Coating.

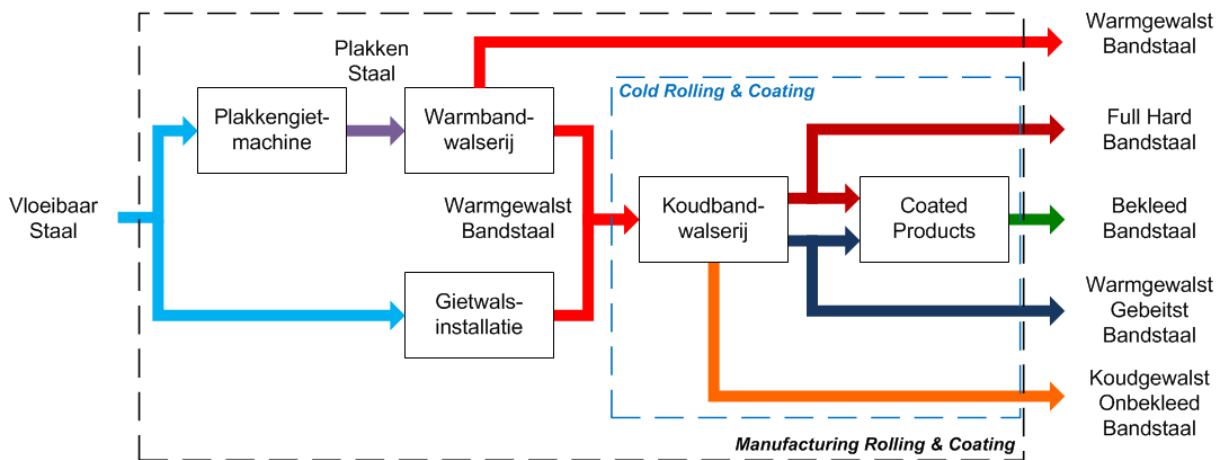


Figuur 1.1: Manufacturing Iron & Steel

Binnen de afdeling Manufacturing Iron & Steel (Figuur 1.1) wordt staal geproduceerd uit ijzererts en steenkool. De eerste stappen in het in het productieproces van staal betreffen het omzetten van steenkool tot kooks in de kooksfabriek en het voorbakken van ijzererts tot brokstukken (de sinters) en ijzerknikkers (de pellets) in de sinter- en pelletsfabrieken. Uit de verkregen kooks, sinters en pellets wordt in de hoogovens ruwijzer gemaakt. Van dit ruwijzer en toegevoegd schroot wordt in de staalfabriek vervolgens vloeibaar staal gemaakt.

Van dit vloeibare staal wordt binnen de afdeling Manufacturing Rolling & Coating bandstaal gemaakt, zoals geïllustreerd in Figuur 1.2. Om dit te realiseren wordt een deel van dit vloeibare staal in plakken gegoten door de plakkengietmachine en vervolgens in de Warmbandwalserij tot banden in verschillende diktes uitgewalst. Daarnaast gaat er vloeibare staal naar de Gietwalsinstallatie waar het gieten en walsen zijn geïntegreerd in één systeem. In de Koudbandwalserij (KBW) wordt het warmgewalste bandstaal verder uitgewalst tot bandstaal voor bijvoorbeeld de auto-industrie. Afhankelijk van de uiteindelijke toepassingen kan het staal nog een extra bewerking krijgen. Zo kan het bandstaal bij de dompelverzinklijnen worden voorzien van een beschermende laag zink. Daarna is

het ook nog mogelijk om een verflaag aan te brengen. De dompelverzinklijnen en de verflijn zijn onderdeel van de werkeenheid Coated Products.



Figuur 1.2: Manufacturing Rolling & Coating

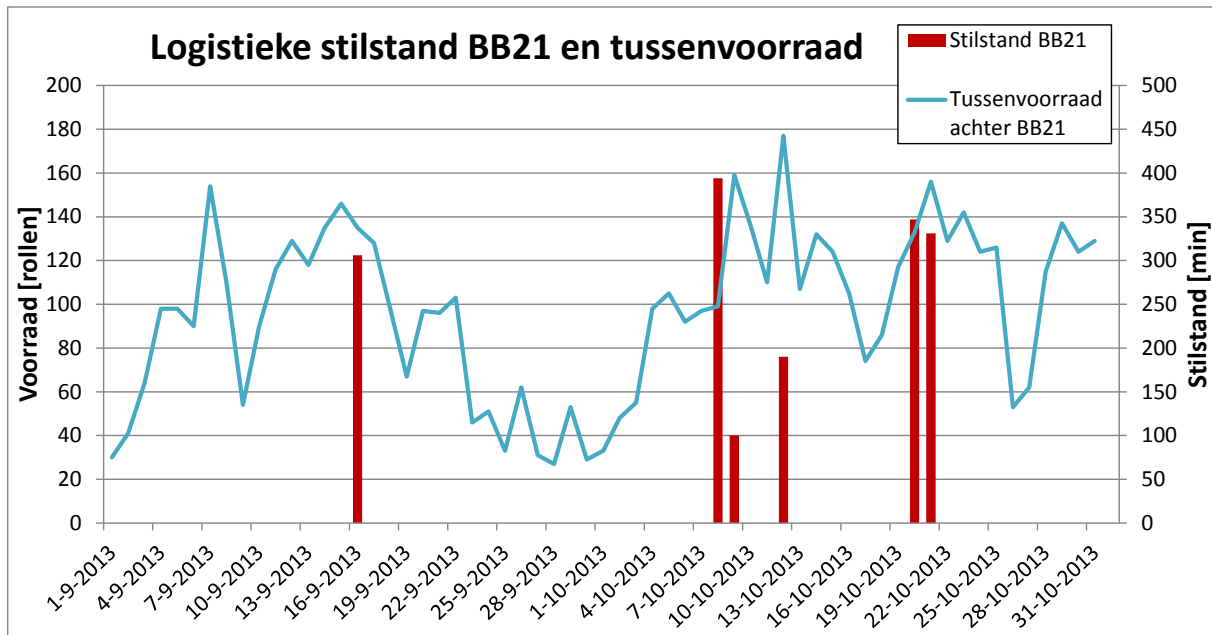
Het organogram met de indeling van de relevante afdelingen binnen Tata Steel Europe is te vinden in Bijlage B. Het onderzoek heeft betrekking op de afdeling Cold Rolling & Coating, deze afdeling bestaat uit de Koudbandwalserij en Coated Products. In hoofdstuk 2 zal in meer detail worden uitgelegd welke processen zich binnen deze werkeenheden bevinden.

1.3 Probleembeschrijving

In de Koudbandwalserij worden rollen bandstaal geproduceerd en gereed gemaakt voor verzending. Het productieproces is opgedeeld in vijf afdelingen, iedere afdeling heeft één of meerdere installaties om zijn functie in het totale proces te verwezenlijken. Om er voor te zorgen dat de afdelingen in gewenste mate onafhankelijk van elkaar kunnen produceren zijn tussen de afdelingen voorraden met halffabricaten aanwezig. Deze onafhankelijkheid is nodig om er voor te zorgen dat stilstanden van installaties geen directe invloed hebben op een ander productieproces. Daarnaast maken de tussenvoorraden het mogelijk om de omsteltijden van de installaties te beperken.

In de periode voorafgaande aan dit onderzoek zijn problemen met de tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij gesignaleerd. Door het vol raken van deze tussenvoorraden werd de doorstroom belemmerd en dreigden installaties stil te vallen. Het ging hier zowel om installaties binnen de Koudbandwalserij als installaties bij Coated Products. Uiteindelijk heeft dit er in geresulteerd dat Beitsbaan 21, een van de hoofdinstallaties van de Koudbandwalserij, in 2013 meerder malen is stil gevallen als gevolg van een volle tussenvoorraad achter de installatie. In Figuur 1.3 zijn de logistieke stilstanden van de beitsbaan en het aantal rollen in de tussenvoorraad achter de installatie te zien. De opslagcapaciteit van deze tussenopslag ligt rond de 150 rollen, afhankelijk van de afmeting van de rollen. In deze grafiek is duidelijk te zien dat deze stilstanden plaats vinden bij een volle

tussenvoorraad. De totale gemiste winst als gevolg van deze stilstanden wordt geschat op 250 duizend euro.



Figuur 1.3: Logistieke stilstanden van Beitsbaan 21 als gevolg van een volle tussenopslag

1.4 Doelstelling

Om het aantal stilstanden als gevolg van volle tussenvoorraden te verlagen zal eerst onderzoek moeten worden gedaan naar de oorzaak van de volle tussenvoorraden. Vervolgens kan worden gezocht naar een oplossing om stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg van de volle tussenvoorraden te voorkomen. De doelstelling van het onderzoek is als volgt geformuleerd:

"Analyseer de oorzaak van de volle tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products en ontwerp een oplossing om de stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg hiervan te voorkomen."

1.5 Werkwijze

Het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van "The Delft Systems Approach" (Veeke, Ottjes, & Lodewijks, 2008). Tijdens het onderzoek is informatie verkregen uit interviews met werknemers van alle betrokken afdelingen, uit data analyse en uit eerder uitgevoerde onderzoeken.

1.6 Randvoorwaarden

Het onderzoek is uitgevoerd binnen de Koudbandwalserij en Coated Products. Bij berekeningen is aangenomen dat de omgeving geen belemmering vormt voor de productie binnen de Koudbandwalserij en Coated Products. Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Nieko Mijnen, de

productiechef van de Koudbandwalserij. De eis vanuit de opdrachtgever is om met een oplossing te komen die binnen de productie afdeling geïmplementeerd kan worden. Gezien de Nederlandse omgeving waarbinnen het onderzoek is uitgevoerd heeft de opdrachtgever verzocht om het verslag in het Nederlands te schrijven (Bijlage S).

1.7 Leeswijzer

Om een goed beeld te krijgen van het probleemgebied zal in hoofdstuk 2 een beschrijving worden gegeven van de Koudbandwalserij en Coated Products. Hierbij zal in worden gegaan op de productie afdelingen, de tussenvorraden, het transport en de beheersing. In hoofdstuk 3 is de analyse van de huidige situatie beschreven. Hier wordt gezocht naar de oorzaak van de volle hallen door onderzoek te doen naar de beschikbare productiecapaciteit van de afdelingen en naar de voorraadbeheersing binnen het probleemgebied. Dit onderzoek leidt tot de definitieve probleemstelling die in hoofdstuk 4 wordt geformuleerd. In hoofdstuk 5 worden een aantal mogelijk oplossingen behandeld en wordt toegelicht waarom de keuze is gevallen op het ontwikkelen van een nieuwe beheersingsstructuur van de voorraden. In hoofdstuk 6 wordt eerst ingegaan op de eisen aan de nieuwe beheersingsstructuur. Vervolgens wordt het ontwerp en de uitwerking hiervan beschreven. Als afsluiting van dit hoofdstuk wordt het model gevalideerd op basis van een twee situaties uit het verleden. Het onderzoek wordt in hoofdstuk 7 afgesloten met de conclusie en aanbevelingen.

2 Beschrijving probleemgebied

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van het probleemgebied dat bestaat uit de Koudbandwalserij en Coated Products. In paragraaf 2.1 zal een algemene beschrijving worden gegeven van de Koudbandwalserij en Coated Products. Vervolgens zal in paragraaf 2.2 worden ingegaan op de productie afdelingen binnen deze werkeenheden. De tussenvoorraden die de productieprocessen ontkoppelen worden behandeld in paragraaf 2.3. Welke transporten er tussen deze buffers worden uitgevoerd staat beschreven in paragraaf 2.4. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk wordt ingegaan op de beheersing van deze zaken.

2.1 Koudbandwalserij en Coated Products

De afdeling Cold Rolling & Coating bestaat uit de Koudbandwalserij en Coated Products. De hoofdfunctie van de Koudbandwalserij is het produceren van dun bandstaal door de staalbanden afkomstig van de Warmbandwalserij of de Gietwalsinstallatie te koudwalsen. Coated Products (CPR) is de werkeenheden die verantwoordelijk is voor het aanbrengen van een beschermende laag op het warmgewalst-gebeitste en koudgewalste bandstaal. Hierbij kan worden gekozen uit een laag zink en/of verf.

De Koudbandwalserij is operationeel sinds 1971 er zijn op dit moment ruim 700 personeelsleden werkzaam. Coated Products is operationeel sinds 1988. In 1999 en 2009 is deze werkeenheden uitgebreid met een extra verzinklijn. Grote afnemers van de producten van de Koudbandwalserij en Coated Products zijn autofabrikanten, buizenmakers, de witgoedsector, producenten van olievaten en de bouw. In beide werkeenheden werken de productiemedewerkers in een 5-ploegendienst waardoor 24 uur per dag kan worden geproduceerd. De productie komt in principe alleen stil te staan bij verstoringen of bij gepland onderhoud aan de installaties. Het kantoor personeel werkt in dagdienst en de logistieke afdelingen werken met een ochtend en een middagploeg.

De productie binnen de Koudbandwalserij en Coated Products is opgedeeld in een aantal afdelingen. Deze afdelingen kunnen meerdere productieprocessen en/of installaties bevatten. Zowel bij de Koudbandwalserij als Coated Products heeft iedere ploeg een eigen Chef van de Wacht (CvdW), hij is de operationeel eindverantwoordelijke voor alle afdelingen binnen zijn werkeenheden. Welke afdelingen er zijn en welke processen zich hier afspelen zal verder worden toegelicht in paragraaf 2.2.

Naast de productie afdelingen zijn er ook een aantal ondersteunende afdelingen zoals Technisch Beheer en Ontwikkeling (TBO), Daily Planning Cold Product (Logistiek), Logistieke Services Rooswijk (LSR) en On Site Logistics (OSL). Het organogram van de Koudbandwalserij is te vinden in Bijlage C en het organogram van Coated Products te vinden in Bijlage D.

2.2 Productie afdelingen

Het productieproces binnen de Koudbandwalserij en Coated Products is opgedeeld in een aantal afdelingen. Deze afdelingen kunnen meerdere productieprocessen en/of installaties bevatten, een overzicht van de installaties per afdeling is te vinden in Bijlage E. Hieronder een overzicht van de productieafdelingen binnen de Koudbandwalserij en de Coated Products.

Afdelingen binnen de Koudbandwalserij:

- BB21: Beitsbaan 21
- KNW: Koudwals 21 en Nawals 21
- BK22: Beitsbaan 22 en Koudwals 22
- WEG: Walsenproductie en Gloeierij
- KIT: KIPA (Kwaliteitsinspectie en Productafwerking), Inpakkerij en Transport

Afdelingen binnen Coated Products:

- DVL 1: Dompelverzinklijn 1
- DVL 2: Dompelverzinklijn 2
- DVL 3: Dompelverzinklijn 3
- VL 1: Verflijn 1

In de volgende paragrafen zullen de processen binnen deze afdelingen verder worden toegelicht. Daarnaast zijn er nog een aantal externe productie locaties waar rollen kunnen worden gebeitst of verzinkt.

2.2.1 Beitsbaan 21 en 22

Beitsbaan 21 en beitsbaan 22 zijn de eerste installaties in de productieketen van de Koudbandwalserij. Warmgewalste rollen staal, afkomstig van de Warmbandwalserij of de Gietwalsinstallatie, worden hier van hun oxidehuid ontdaan. Dit wordt gerealiseerd door het bandmateriaal door baden met zoutzuur te halen. Deze stap is noodzakelijk voordat verdere bewerkingen zoals koud- en nawalsen mogelijk zijn. Na het beitsen worden de rollen staal aangeduid als warmgewalst-gebeitst (WGB). Dit product wordt ook als eindproduct aan de klanten geleverd. De capaciteit van Beitsbaan 21 is 2,8 miljoen ton per jaar en de capaciteit van Beitsbaan 22 is 1,8 miljoen ton per jaar.

2.2.2 Koudwals 21 en 22

Het doel van het koudwalsen is het reduceren van de gebeitste band. Het koudwalsen zorgt niet alleen voor een afname van de dikte, maar heeft ook invloed op de vlakheid, de ruwheid en de mechanische eigenschappen van het staal. Na het koudwalsen is het staal erg hard geworden, er wordt in dit stadium dan ook gesproken over Full Hard (FH) materiaal. Binnen de Koudbandwalserij wordt gebruikt gemaakt van twee installaties voor het koudwalsen van bandstaal, Koudwals 21 en

Koudwals 22. Koudwals 21 heeft een theoretische capaciteit van 2,6 miljoen ton per jaar. Het bijzondere aan Koudwals 22 is dat deze direct aan beitsbaan 22 gekoppeld kan worden. Hierdoor kunnen rollen zonder tussenopslag worden gebeitst en koudgewalst. De theoretische capaciteit van Koudwals 22 is 1,8 miljoen ton per jaar.

2.2.3 Gloeierij

Het koudgewalste staal is zo hard dat het nauwelijks te vervormen is. Om ervoor te zorgen dat het materiaal verder verwerkt kan worden krijgt het staal een warmtebehandeling en wordt het vervolgens nagewalst. De warmtebehandeling vindt plaats in de gloeiovens van de gloeierij en zorgt voor rekristallisatie van het materiaal. De benodigde verblijftijd van een rol in de gloeierij is afhankelijk van de kwaliteit van het materiaal, maar ligt ergens tussen de 25 en 120 uur. Na het gloeien en koelen onder de stolp worden de rollen in de koelhal (DH-hal) gekoeld totdat de vereiste nawalst-temperatuur is bereikt. De gegloeide rollen worden vervolgens nagewalst. De theoretische capaciteit van de gloeierij is 750 kiloton per jaar.

2.2.4 Nawals 21

Door het gloeiproces is de stalen band zacht geworden. Door de band een lichte verlenging op de nawals te geven wordt de band vlakgemaakt en worden de materiaaleigenschappen verbeterd. Tevens wordt de vloeivlag verwijderd (waardoor de vervormbaarheid verbeterd) en wordt de gewenste ruwheid aangebracht. De Nawals is een één-stand kwartowals, dat wil zeggen één onder- en bovensteunwals en één onder- en bovenwerkwals. De theoretische capaciteit van de nawals is 850 kiloton per jaar.

2.2.5 Dompelverzinklijnen en verflijn

Om een bescherming aan te brengen heeft de werkeenheid Coated Products de beschikking over drie dompelverzinklijnen (DVL) en twee verflijnen (VL). De tweede verflijn is geïntegreerd in dompelverzinklijn 2, hierdoor is het mogelijk om het verzinken en verven in één behandeling te realiseren.

De theoretische capaciteit van DVL 1 is 460 kiloton per jaar, de theoretische capaciteit van DVL 2 is 490 kiloton per jaar en de theoretische capaciteit van DVL 3 is 680 kiloton per jaar. De totale theoretische capaciteit van de dompelverzinklijnen is dus ruim 1,6 miljoen ton per jaar. De theoretische capaciteit van verflijn 1 is 230 kiloton. Geleverde rollen komen in tegenstelling tot verzinkte rollen nooit naar de Koudbandwalserij om ingepakt of afgewerkt te worden.

2.2.6 Kwaliteitsinspectie en Productafwerking

Het doel van de Kwaliteitsinspectie en Productafwerking (KIPA) is het uitvoeren van een kwaliteitsinspectie en het voor klant gereed maken van het koudgewalste en verzinkte materiaal. Bij het inspecteren wordt onder andere geïnspecteerd op beschadigingen, staalfouten, zuurspatten, afdrukken en de dikte van de olielaag. Afhankelijk van het product worden eisen gesteld aan de kwaliteit (zie Bijlage G).

Om de rollen gereed te maken voor klant kan de vlakheid van het bandstaal worden gecorrigeerd, kunnen rollen opnieuw worden gewikkeld, kunnen slechte of overbodige meters worden weggeknipt, kunnen delen aan elkaar worden gelast, kan de rol op de juiste breedte worden gebracht en kan een beschermende olielaag worden aangebracht. Om dit mogelijk te maken wordt gebruik gemaakt van drie afwerkingsinstallaties die ieder hun eigen mogelijkheden bieden. De totale theoretisch capaciteit van de drie installaties bedraagt ruim 1,1 miljoen ton. In het vervolg van het verslag zal de term Afwerking worden gebruikt om de leesbaarheid van het verslag te verhogen.

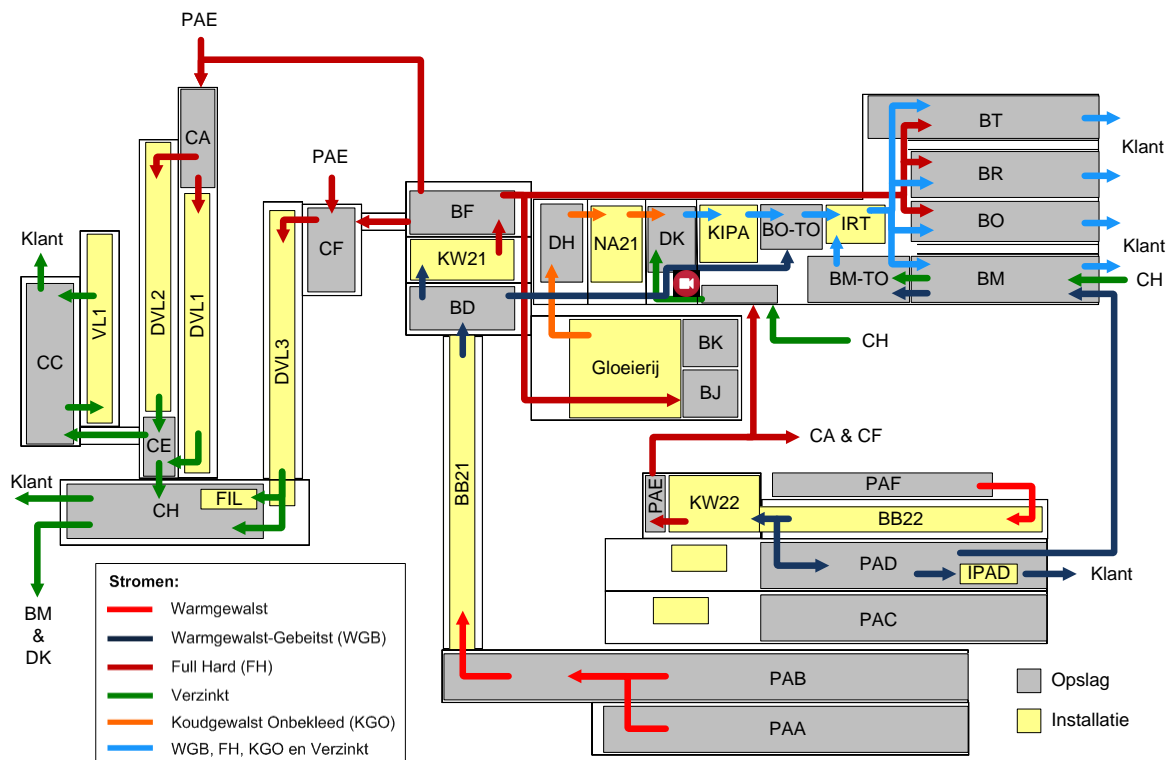
2.2.7 Inpakkerij

In de inpakkerij worden rollen staal ingepakt volgens de eisen van de klant. Het doel van de verpakking is om de rol tijdens transport en opslag te beschermen tegen onder andere roestvorming en beschadiging. Binnen de Koudbandwalserij zijn vier inpak installaties. De drie inpakinstallaties achter de Afwerking behoren tot de IRT. Hier kunnen rollen worden ingepakt op de rol-inpak-lijn (RIL), op de folie-inpak-lijn (FIL) of in de Pijp. De RIL en de FIL zijn gedeeltelijk geautomatiseerde inpak installaties. In de Pijp worden rollen handmatig ingepakt. Per wacht van 8 uur kunnen in de IRT in totaal ongeveer 150 rollen worden ingepakt, de totale capaciteit ligt dus rond de 164.000 rollen per jaar. In het afgelopen boekjaar 2012/2013 zijn er in de Pijp ruim 19.900 rollen ingepakt, op de FIL zijn bijna 21.500 rollen ingepakt en op de RIL zijn 71.000 rollen ingepakt.

Naast deze drie installaties beschikt de Koudbandwalserij ook nog over een inpak locatie achter Beitsbaan 22 in de PAD-hal. Hier worden net als in de Pijp rollen met de hand ingepakt. Deze inpak locatie wordt IPAD genoemd. Ook Coated Products heeft de beschikking over een folie-inpak-lijn, deze bevindt zich in de CH-hal achter de verzinklijnen. In de CH-hal en PAD-hal kunnen niet alle verpakkingen worden aangebracht, bij de IRT kan dit wel.

2.3 Tussenvoorraden

Tussen de productieprocessen worden de rollen tijdelijk opgeslagen. Het doel van deze tussenvoorraden is het ontkoppelen van de installaties, hierdoor kunnen installaties in gewenste mate onafhankelijk van elkaar produceren. Deze onafhankelijkheid is nodig om er voor te zorgen dat (ongeplande) stilstanden van installaties geen directe invloed hebben op een ander productieproces. Daarnaast maken de tussenvoorraden het mogelijk om de omsteltijden van de installaties te beperken. De tussenvoorraden worden aangeduid met de naam van de hal waarin de opslag zich bevindt. Figuur 2.1 geeft een overzicht van de Koudbandwalserij en Coated Product met de productie installaties, de opslaghallen en de primaire materiaalstromen.



Figuur 2.1: Overzicht van installaties, opslaghallen en materiaalstromen binnen KBW en CPR

Warmgewalste rollen bandstaal afkomstig van de Warmbandwalserij of de Gietwalsinstallatie worden in de PAA-hal of de naastgelegen PAB-hal opgeslagen voor bewerking bij Beitsbaan 21. Na deze bewerking komt het staal in de BD-hal terecht. Vanaf hier kunnen rollen worden ingezet op de Koudwals 21 en worden rollen onder andere naar de Inpakkerij getransporteerd. Rollen die zijn koudgewalst op Koudwals 21 komen terecht in de BF-hal. Vanaf hier gaan ze naar de gloeierij, de verzinklijnen of het eindmagazijn.

Rollen warmgewalst bandstaal die op Beitsbaan 22 van hun oxidehuid zullen worden ontdaan, worden opgeslagen in de PAF opslaglocatie. Na het beitsproces kunnen deze rollen worden opgeslagen in de

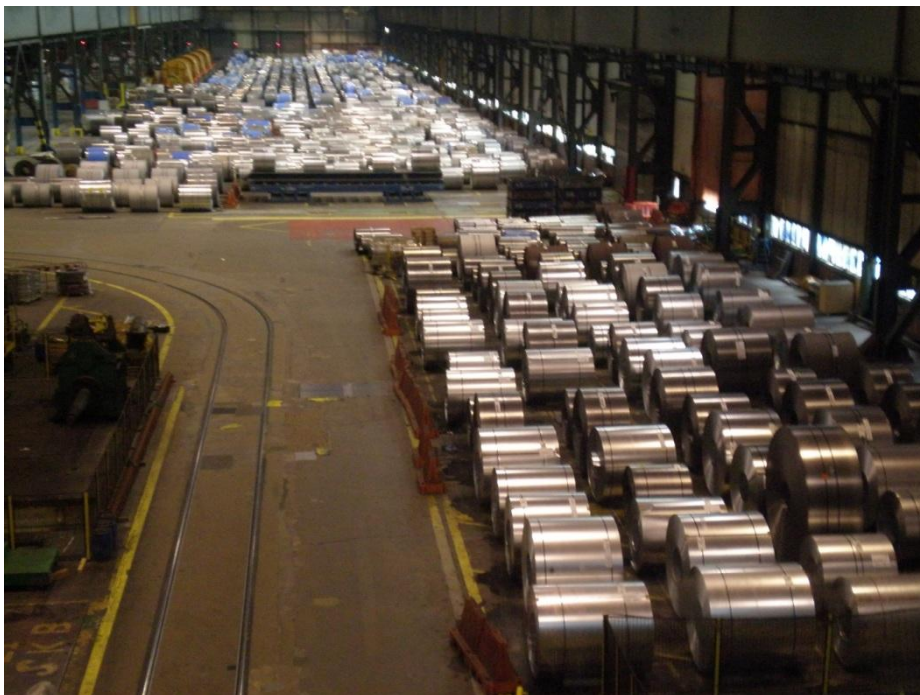
PAD-hal. De rollen kunnen hier worden ingepakt of naar een andere afdeling worden getransporteerd. Het is ook mogelijk dat het staal na het beitsen direct wordt koudgewalst op Koudwals 22. De uitvoer van Koudwals 22 komt terecht in de PAE-hal.

De aanvoer van Dompelverzinklijn 1 en 2 vindt plaats via de CA-hal. Dompelverzinklijn 3 wordt van materiaal voorzien vanuit de CF-hal. Bijna alle afvoer vanaf Coated Products gaat via de CH-hal, de enige uitzondering hierop zijn producten die op Verflijn 1 worden voorzien van een verflaag, deze worden in de CC-hal ingepakt en vanaf hier afgevoerd naar de klant.

De gloeierij is gevestigd in de BK- en BJ-hal. Een gedeelte van beide hallen is gereserveerd voor de vooropslag van te gloeien materiaal. Wanneer een rol is gegloeid en voldoende is afgekoeld wordt deze naar de DH-hal gebracht, hier kan de rol verder afkoelen. De DH-hal doet ook dienst als vooropslag voor de nawals.

De uitvoer van de nawals bevindt zich in de DK-hal. In de DK-hal liggen rollen bestemd voor de Afwerking. Het gaat hier om zowel onbekleed materiaal als materiaal afkomstig van de verzinklijnen. De afvoer van de Afwerking bevindt zich in de BO tussenopslag (BO-TO). De opslag in dit gedeelte van de BO-hal dient samen met de BM tussenopslag (BM-TO) als vooropslag voor de Inpakkerij.

De BT-, BR-, BO- en BM-hal (TROM-hallen) zijn bestemd voor de eindopslag en verzending van klantgereed product. Daarnaast kunnen rollen die nog moeten worden ingepakt of afgewerkt via de BM-hal binnen komen bij de Koudbandwalserij.



Figuur 2.2: Overzicht van een volle BM-hal

Een groot deel van de BM-hal is gereserveerd voor de opslag van halffabricaat, dit deel wordt de BM-tussenopslag genoemd. In de BM-TO bevinden zich voornamelijk geblokkeerde rollen en rollen die bestemd zijn voor de Inpakkerij en de Afwerking. De foto in Figuur 2.2 geeft een overzicht de BM-TO vanaf het camera icoontje in Figuur 2.1. In dit geval is de hal zo vol dat het bijna onmogelijk om nog materiaal in te nemen. In de BM-TO komen een groot aantal materiaalstromen samen, hierdoor concentreren de problemen met de opslag zich in deze hal.

Het grootste deel van de rollen in de BM-TO komt vanaf de verzinklijnen, via de CH-hal, en vanaf BB22, via de PAD-hal. Deze rollen moeten worden ingepakt bij de Inpakkerij of worden gerepareerd bij de Afwerking. De rollen die bestemd zijn voor de Afwerking gaan vanuit de BM-TO naar de DK-hal.

Daarnaast is er ook nog een stroom afkomstig vanaf de KW22. Het gaat hier om rollen voor de Afwerking, rollen bestemd voor een externe verzinklijn en in sommige gevallen ook om rollen bestemd voor Coated Products. De rollen bestemd voor Coated Products worden naar de BM-TO gebracht indien de CA- of CF-hal vol ligt en de PAE-hal, waar slechts 25 rollen kunnen liggen, ook vol dreigt te raken.

De laatste inkomende stroom in de BM-hal bestaat uit rollen afkomstig van de externe productielocaties. Deze rollen zijn bestemd voor de Inpakkerij of de Afwerking.

2.4 Transport

Binnen het probleemgebied kan onderscheid gemaakt worden tussen het interne transport en het externe transport. Het interne transport omvat de transporten binnen de Koudbandwalserij en Coated Products. Het externe transport heeft betrekking op de transporten tussen de Koudbandwalserij en Coated Products.

Voor het interne transport wordt gebruik gemaakt van bovenloopkranen, heftrucks, buiscarren en wagons. In iedere opslaghal bevindt zich een bovenloopkraan voor het transport van rollen binnen de hal, bijvoorbeeld de aan- en afvoer van de installaties. De andere transportmiddelen worden gebruikt voor het transport van rollen tussen hallen. De aan en afvoer van de Inpakkerij wordt grotendeels verzorgd door de heftrucks. De overige transporten tussen de hallen worden voornamelijk uitgevoerd door de buiscarren. De IRT is verantwoordelijk voor het interne transport met wagons, buiscarren en heftrucks. Ook de bovenloopkranen in de BM-TO, BO-TO en DK-hal vallen onder de verantwoordelijkheid van de IRT.

Voor het externe transport wordt gebruik gemaakt van goederenwagons en zogenaamde pallets op poten (POP's). De goederenwagons worden door de afdeling On Site Logistics ingezet tussen de PAD-hal en de BM-hal en tussen de CH-hal en de BM-hal. Het gaat hier voornamelijk om rollen die ingepakt moeten worden bij de IRT. Op een trein, bestaande uit vier goederenwagons, kunnen maximaal 32 rollen worden getransporteerd. Het aantal treinen dat per dag ingezet mag worden is vastgelegd in de

ketenafspraken. De POP's worden gebruikt voor de aanvoer van materiaal naar de verzinklijnen en voor het transport van rollen van de CH-hal naar de BM-hal. In dit laatste geval gaat het om verzinkte rollen bestemd voor de Afwerking. De afdeling Logistiek is verantwoordelijk voor het aansturen van deze transporten. Een overzicht van de transportmiddelen per route is te vinden in Bijlage T.

2.5 Beheersing

De productieplanning voor de installaties binnen De Koudbandwalserij en Coated Products wordt gemaakt door de afdeling logistiek. Het uitgangspunt voor het plannen van de productie is de Supply Chain Planning (SCP) die wordt afgegeven door de gelijknamige afdeling. In de SCP staat de geplande productie per installatie per week in kilotonnen voor het hele jaar. Bij het opstellen van de SCP is rekening gehouden met de stilstanden van de installaties voor gepland onderhoud.

Op basis van de SCP, de beschikbare productiecapaciteit, de beschikbare voorraden en de gewenste voorraden wordt het 7 dagenplan opgesteld. Een voorbeeld van het 7 dagenplan is te vinden in Bijlage I. In het 7 dagenplan wordt voor de komende 7 dagen aangegeven welke en hoeveel ton er van iedere product-familie geproduceerd dient te worden per installatie. Een overzicht van de product-families binnen de Koudbandwalserij en Coated Products is te vinden in Bijlage F. Het 7 dagenplan wordt gemaakt voor de beitsbanen, de koudwalsen, de dompelverzinklijnen en de gloeiovens en wordt iedere dag geactualiseerd. Voor de nawals, de afwerkingsinstallaties en de inpak installaties wordt dus geen 7 dagenplan gemaakt.

Op basis van het 7 dagenplan, de beschikbaarheid van de installatie en de beschikbare voorraad wordt per installatie een gedetailleerde productieplanning gemaakt, dit is de werkuitgifte. In de werkuitgifte wordt voor de komende 8 tot 16 uur gepland welke rollen zullen worden ingezet. Bij het creëren van de werkuitgifte dient per installatie rekening te worden gehouden met verschillende specificaties van de rollen. Bij de beitsbanen kunnen rollen staal bijvoorbeeld alleen achter elkaar op de installatie worden ingezet indien de breedte en dikte van de staalband redelijk overeenkomen en bij het koudwalsen moeten rollen staal per run van breed naar smal worden ingezet. Zo zijn er voor iedere installatie een aantal vergelijkbare zaken op te noemen.

Voor de Afwerking wordt de werkuitgifte gebaseerd op de te verwerken voorraad, de specificaties en de productiecapaciteit van de installaties. De Afwerking is niet opgenomen in het 7 dagenplan, omdat ongeveer de helft van de bewerkingen die hier worden uitgevoerd ongepland zijn. Het koudgewalst-onbekleed (KGO) materiaal wordt na het gloeien en nawalsen altijd afgewerkt en/of geïnspecteerd bij de Afwerking. Deze stroom kan dus wel gepland worden via het 7 dagenplan van de gloeiovens. Het gloeiproces kan enkele dagen in beslag kan nemen, dit levert dus wel een vertraging op.

Voor de inpak installaties wordt geen productieplanning gemaakt. Er wordt aan het begin van de week wel een totaal aantal rollen afgegeven dat naar verwachting ingepakt zal moeten worden. Dit aantal wordt gebaseerd op de Supply Chain Planning.

De beheersing van de voorraad in de opslag hallen is niet centraal geregeld. Er zijn een groot aantal partijen betrokken bij de beheersing. Hieronder wordt per afdeling besproken hoe deze betrokken is bij de beheersing van de voorraad.

Logistiek

Een aantal van de tussenvorraden worden beheerst via het 7 dagenplan. Het gaat om de aanvoerhallen van de installaties in het 7 dagenplan. Deze worden beheerst via de voorraadnormen die zijn opgenomen in het 7 dagenplan. De afdeling logistiek zorgt er bij het maken van de productieplanning voor dat de voorraad niveaus binnen deze hallen aan de gestelde normen voldoen.

Productie afdelingen

Daarnaast worden de opslaghallen binnen de Koudbandwalserij beheerst door de afdelingen die grenst aan de hal. De voorraad in de PAD-hal wordt bijvoorbeeld beheerst door BK22. De voorraad in de DK-hal wordt beheerst door de Afwerking. De voorraad in de BO-TO en de BM-TO wordt beheerst door de IRT. Ook de in te pakken gebeitste rollen in de BD-hal en de in te nemen koudgewalste rollen in de BF-hal vallen onder de verantwoordelijkheid van de IRT. Deze moeten namelijk met een buiscar naar de inpakinstallaties of TROM-hallen.

Logistieke Services Rooswijk

De opslag hallen bij CPR worden beheerst door Logistieke Services Rooswijk (LSR). Aangezien de CA-hal en de CF-hal ook via het 7 dagenplan worden beheerst gaat de aandacht vooral uit naar de CH-hal. Wanneer de CH-hal vol is vallen de verzinklijnen stil. Om dit te voorkomen moet LSR er voor zorgen dat rollen op tijd worden afgevoerd naar de eindmagazijnen (Rooswijk en F-hal) en naar de Afwerking en Inpakkerij in de Koudbandwalserij.

On Site Logistics

De beheersing van de eindmagazijnen is de verantwoordelijkheid van On Site Logistics (OSL). In de eindmagazijnen bevinden zich rollen die gereed zijn om naar de klant verzonden te worden. Binnen het probleemgebied is dit de eindopslag in de BT-, BR-, BO- en BM-hal (TROM-hallen).

Chef van de Wacht

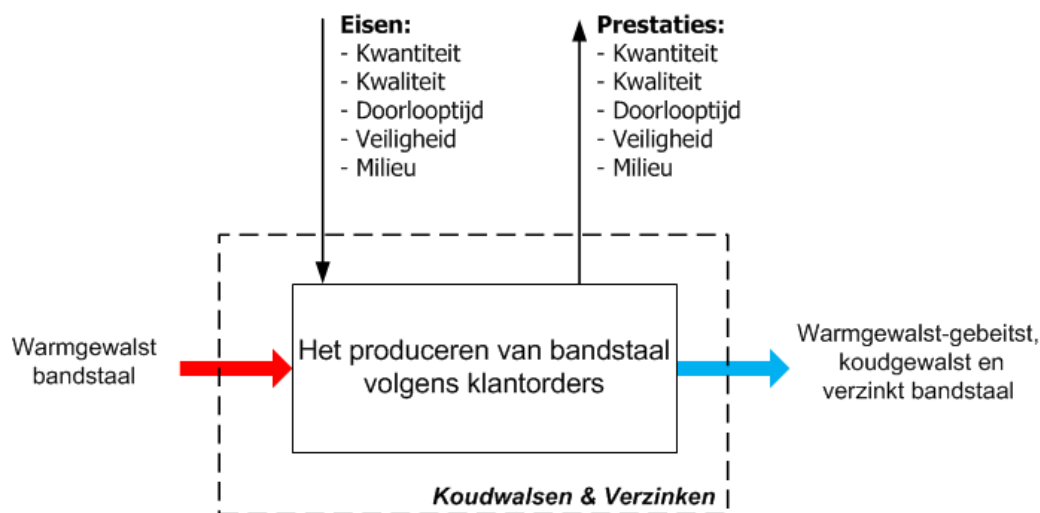
De Chef van de Wacht (CvdW) van de Koudbandwalserij is de operationeel eindverantwoordelijke voor de gehele Koudbandwalserij. Zoals de naam al suggereert is er iedere wacht, dus 24 uur per dag, een CvdW aanwezig. Indien er een beslissing moet worden genomen die betrekking heeft op meerdere afdelingen zal de CvdW hierbij betrokken worden. Ook de beheersing van de hallen binnen de Koudbandwalserij is hier een belangrijk onderdeel van.

3 Analyse van de huidige situatie

In dit hoofdstuk zal het probleemgebied systematisch worden geanalyseerd aan de hand van “The Delfts Systems Approach” (Veeke, Ottjes, & Lodewijks, 2008). Er zal steeds een aggregatieniveau verder worden ingezoomd om tot de oorzaak van de volle tussenvorraden en de daardoor veroorzaakte stilstanden van Beitsbaan 21 te komen. In paragraaf 3.1 wordt het Koudwalsen & Verzinken als systeem beschouwd en wordt onderzoek gedaan naar de capaciteit en beheersing van de processen binnen dit systeem. In paragraaf 3.2 zal worden ingezoomd op de aan- en afvoer rond de BM- en BO-hal.

3.1 Koudwalsen & Verzinken

Bij de analyse van de huidige situatie is de systeemgrens initieel gesteld op het Koudwalsen & Verzinken. Het functiemodel voor dit systeem is weergegeven in Figuur 3.1. De functie van het systeem is het produceren van bandstaal volgens klantorders. De materiaalstroom aan de invoerzijde bestaat uit warmgewalst bandstaal. De uitvoer bestaat uit warmgewalst-gebeitst, koudgewalst en bekleed bandstaal.



Figuur 3.1: Functiemodel van het Koudwalsen & Verzinken

Vanuit TATA Steel IJmuiden worden eisen gesteld ten aanzien van de kwantiteit, de kwaliteit, de doorlooptijd, de veiligheid en het milieu (TATA Steel, Strip Products Mainland Europe, 2013). De prestaties ten aanzien van deze eisen worden wekelijks centraal besproken en teruggekoppeld naar TATA Steel IJmuiden. De eisen met betrekking tot de kwantiteit zijn vastgelegd in het jaarplan (Tata Steel, Koudbandwalserij, 2013) en in de Supply Chain Planning (SCP). In de SCP staat voor alle installaties per week wat de productienormen ten aanzien van het volume zijn.

Voor de kwaliteit zijn per installatie eisen gesteld aan de het maximale percentage afkeur. Daarnaast worden per productgroep de klantklachten gerapporteerd en centraal besproken.

Om de doorlooptijd te kunnen waarborgen wordt binnen het systeem gewerkt met FIFO, spoed orders en een maximale ligduur. Normaal wordt er volgens het FIFO principe gewerkt. Een spoedorder ontstaat wanneer er wordt gesignaleerd dat een leverdatum van een order in gevaar komt. Deze spoed orders krijgen voorrang op andere orders. Van rollen die langer dan vijf dagen in een opslag hal liggen wordt uitgezocht waarom deze nog geen volgende bewerking hebben gehad.

De eisen die aan de veiligheid worden gesteld hebben betrekking op het aantal veiligheidsmeldingen, het aantal verzuimongevallen, het aantal ongevallen met een doktersbehandelingen en het aantal verbandkamerbehandelingen. Ook aan het aantal milieu incidenten zijn eisen gesteld, hierin wordt onderscheid gemaakt in een aantal typen incidenten.

Om inzicht te krijgen in de oorzaak van de volle tussenvoorraden zal worden ingezoomd op het Koudwalsen & Verzinken. In paragraaf 3.1.1 worden de functies en de relaties tussen de functies besproken. In paragraaf 3.1.2 zal onderzoek worden gedaan naar de capaciteit van de verschillende functies. De beheersing van het productieproces zal in paragraaf 3.1.3 worden geanalyseerd.

3.1.1 Functies

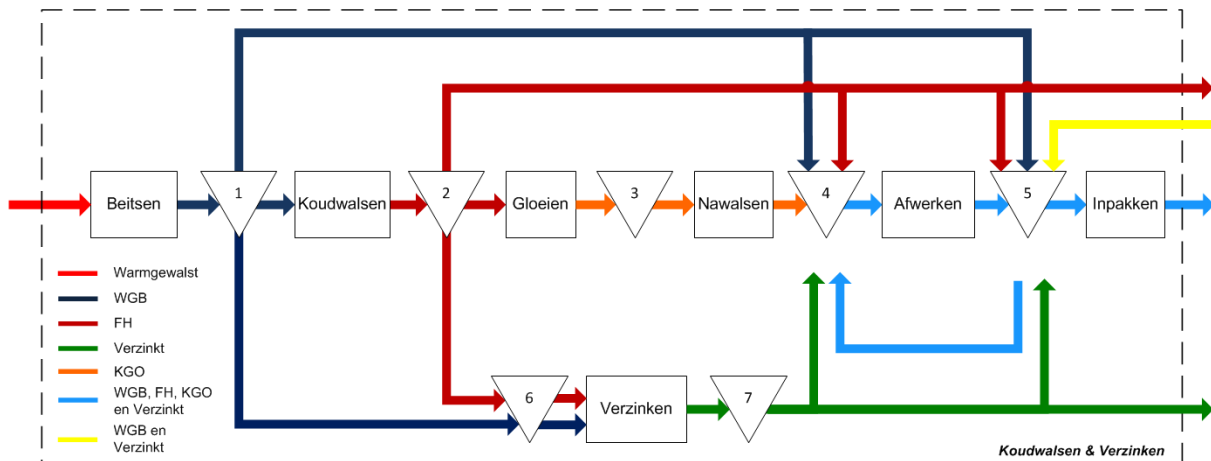
Om het bandstaal volgens klantorder te produceren moeten meerdere functies worden vervuld. Deze functies kunnen worden uitgevoerd door één of meerder installaties, zoals beschreven in paragraaf 2.2. Om inzicht te krijgen in de samenhang van de functies, zijn deze opgenomen in het procesmodel in Figuur 3.2. Tussen de processtappen bevinden zich buffers. De functie van deze buffers is het ontkoppelen van twee opeenvolgende processtappen. Een buffer kan bestaan uit één of meerdere opslaglocaties.

Beitsen: In deze functie wordt warmgewalst bandstaal van de oxidehuid ontdaan. Na het beitsen worden de rollen staal aangeduid als warmgewalst-gebeitst (WGB), dit materiaal wordt tijdelijk opgeslagen in buffer 1. Het WGB materiaal kan vervolgens worden koudgewalst, verzinkt, afgewerkt of ingepakt.

Koudwalsen: In deze functie wordt het gebeitste bandstaal gereduceerd door het te koudwalsen. Na het koudwalsen is het staal erg hard geworden, er wordt in dit stadium dan ook gesproken over Full Hard (FH). Dit materiaal wordt opgeslagen in buffer 2 en kan vervolgens worden gegloeid, verzinkt, afgewerkt, ingepakt of naar het eindmagazijn worden getransporteerd om vanaf daar te worden verzonden.

Gloeien: Bij het gloeien wordt het koudgewalste bandstaal gerekristalliseerd. Dit wordt gerealiseerd door het staal een warmtebehandeling in een van de gloeiovens te geven. Deze rekristallisatie zorgt ervoor dat het staal zachter wordt en verder verwerkt kan worden bij het nawalsen. Na het gloeien worden de rollen in buffer 3 gekoeld totdat de vereiste nawals-temperatuur is bereikt.

Nawalsen: Door het gegloeide materiaal een lichte verlenging te geven wordt de band vlak gemaakt en worden de materiaaleigenschappen verbeterd. De materiaalstroom van gegloeid en nagewalst materiaal wordt aangeduid met koudgewalst-onbekleed (KGO). Na het nawalsen komt het materiaal in buffer 4, het zal vervolgens worden afgewerkt.



Figuur 3.2: Procesmodel Koudwalsen & Verzinken

Verzinken: In deze functie wordt koudgewalst en gebeitst materiaal van een beschermende zinklaag voorzien. De verzinkte rollen worden vervolgens afgewerkt of ingepakt binnen het systeem. Daarnaast kunnen de rollen buiten het systeem worden geleverd.

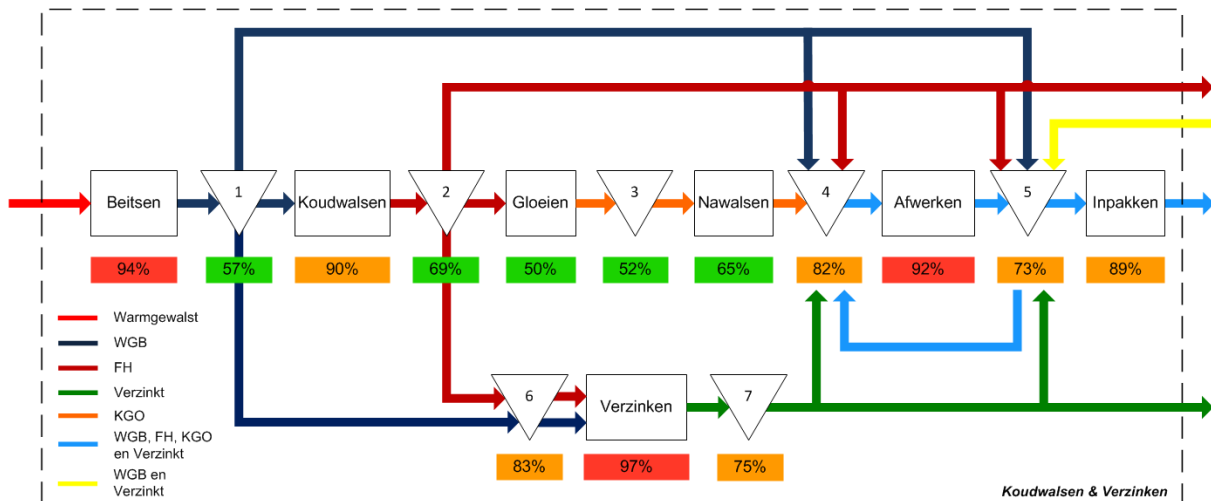
Afwerken: In de functie afwerken wordt de laatste kwaliteitsinspectie van het bandstaal uitgevoerd. Daarnaast worden de rollen klant gereed gemaakt.

Inpakken: In deze functie worden de rollen bandstaal uit buffer 5 gereed gemaakt voor opslag of transport door ze volgens de eisen van de klant in te pakken. Vervolgens verlaten ze het systeem.

Naast de reguliere productie is er ook nog een retourstroom. Deze stroom bestaat uit rollen die buiten het systeem zijn gebeitst of verzinkt, maar het systeem nog wel binnen komen om in te worden gepakt.

3.1.2 Capaciteitsanalyse

Om te bepalen wat de oorzaak is van de volle tussenvoorraden zal onderzoek worden gedaan naar de capaciteit van de functies binnen het probleemgebied. Aan de hand hiervan kan worden bepaald waar de bottleneck in het productieproces ligt en wat de mogelijke oorzaak is van de volle tussenvoorraden. In paragraaf 2.2 is besproken wat de theoretische capaciteit van alle installaties is. Bij het bepalen van deze theoretische capaciteit is geen rekening gehouden met verstoringen in het productieproces. Om de werkelijke capaciteit van de installaties te bepalen is onderzoek gedaan naar de bezettingsgraad en de gerealiseerde productie van alle productieprocessen binnen het systeem.



Figuur 3.3: Bezettingsgraad van de functies binnen het Koudwalsen & Verzinken

De bezettingsgraad van de productieprocessen is bepaald aan de hand van de Overall Equipment Effectiveness (OEE) van de installaties in het boekjaar 2012/2013. Dit is gedaan door te bepalen hoeveel van de beschikbare tijd er daadwerkelijk geproduceerd is. De bezettingsgraad van de buffers is bepaald aan de hand van de opslagcapaciteit en het gemiddeld aantal rollen in de buffers, zie Tabel 3.1. In Figuur 3.3 is de bezettingsgraad van alle functies opgenomen.

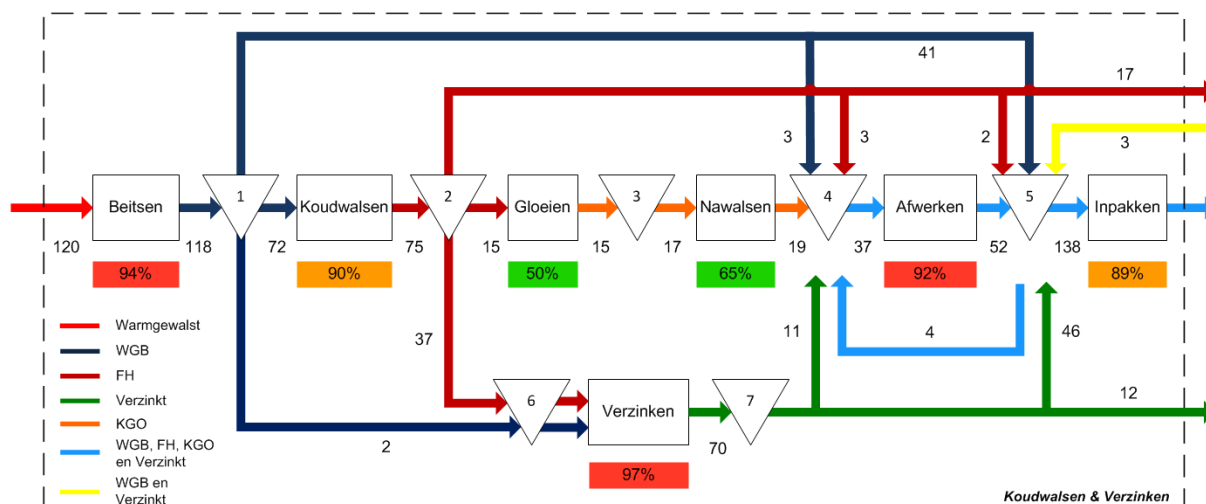
Tabel 3.1: Bezettingsgraad van de buffers

Buffer	Capaciteit [rollen]	Gem bezetting [rollen]	Bezettingsgraad
Buffer 1	800	460	57%
Buffer 2	170	118	69%
Buffer 3	500	261	52%
Buffer 4	300	247	82%
Buffer 5	620	452	73%
Buffer 6	584	485	83%
Buffer 7	280	210	75%

Het beitsen, koudwalsen en verzinken zijn de hoofdfuncties binnen het systeem. Deze productieprocessen voegen de grootste waarde aan het product toe. Dit betekent dat er bij stilstand van deze processen veel potentiële inkomsten misgelopen worden. Het is dus gewenst om de beschikbare productiecapaciteit van deze processen maximaal te benutten. Het onderzoek naar de bezettingsgraad van de processen laat zien dat deze processen wel een hoge bezettingsgraad hebben, maar dat de beschikbare productiecapaciteit niet maximaal gebruikt wordt.

Daarnaast valt op dat de functies afwerken en inpakken en buffer 4 en 5 ook een hoge bezettingsgraad hebben. Om te bepalen of de hoge bezettingsgraad van deze functies de oorzaak is

van de stilstanden bij de beitsbaan is uitgezocht wat de gerealiseerde productie per functies is. In Figuur 3.4 is de gemiddelde productie over het boekjaar 2012/2013 in aantal rollen per wacht te zien.



Figuur 3.4: Gemiddelde productie over het boekjaar 2012/2013 in aantal rollen per wacht

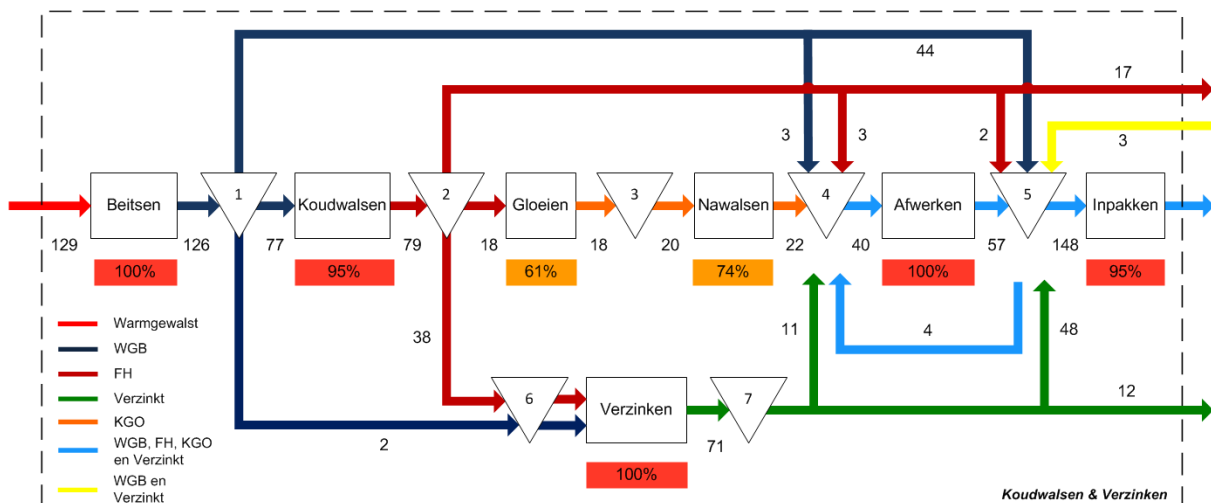
Om een goed overzicht te krijgen van de reguliere materiaalstromen zijn in dit overzicht geen stromen kleiner dan 2 rollen per wacht opgenomen. Hierdoor kan de totale invoer van een buffer enigszins afwijken van de totale uitvoer. Een overzicht van alle materiaalstromen is te vinden in Bijlage H. Daarnaast valt op dat het totale aantal ingevoerde rollen per functie kan afwijken van het totale aantal uitgevoerde rollen. Dit komt voort uit het feit dat één ingezette rol meerdere opbrengst rollen kan opleveren en vice versa.

Tabel 3.2: Berekening van de productiecapaciteit per proces

Proces	Productie [rollen per wacht]		Bezettingsgraad	Capaciteit [rollen per wacht]	
	Invoer	Uitvoer		Invoer	Uitvoer
Beitsen	120	118	94%	129	126
Koudwalsen	72	75	90%	81	83
Gloeien	15	15	50%	30	30
Nawalsen	17	19	65%	27	30
Verzinken	39	70	97%	41	72
Afwerken	37	52	92%	40	57
Inpakken	138	138	89%	145	145

Op basis van de gerealiseerde productie en de bezettingsgraad van productieprocessen kan worden bepaald wat de productiecapaciteit bij een bezettingsgraad van 100% zou zijn. In Tabel 3.2 is de berekende productiecapaciteit van de productieprocessen binnen het systeem in rollen per wacht te zien.

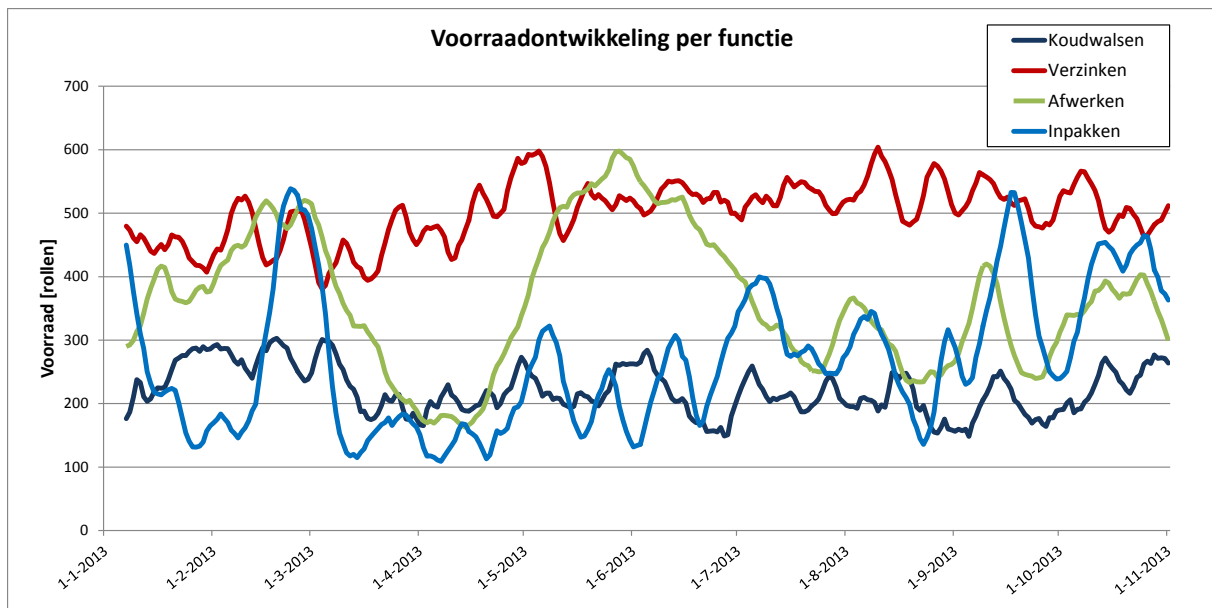
Aan de hand van de berekende productiecapaciteit kan bepaald worden waar de bottleneck in het productieproces ligt bij maximale productie van de hoofdfuncties. Hierbij heeft het verzinkte materiaal de hoogste prioriteit. De productiecapaciteit van het externe verzinklocatie wordt al maximaal benut, deze stroom blijft dus gelijk. Op de tweede plaats komt het KGO materiaal, de resterende capaciteit van het beitsproces wordt ingezet om WGB materiaal te maken. Daarnaast is aangenomen dat het aanbod van warmgewalst materiaal en de vraag naar gebeitst, koudgewalst en verzinkt materiaal geen belemmerende factoren zijn. Het resultaat van deze berekening is te zien in Figuur 3.5.



Figuur 3.5: Bezettingsgraad van functies bij maximale productie bottlenecks

Zoals verwacht kan de beschikbare capaciteit van het verzinken volledig worden gebruikt. Dit geldt niet voor de beschikbare capaciteit van het koudwalsen, deze kan niet maximaal benut worden. Dit wordt veroorzaakt door de beperkte capaciteit bij het afwerken. Het afwerken is dus een bottleneck in het productieproces en zorgt er voor dat er slechts een beperkte hoeveelheid KGO materiaal geproduceerd kan worden. Hierdoor wordt de beschikbare capaciteit van het koudwalsen, gloeien en nawals niet optimaal gebruikt. Dit is een bekend probleem binnen de organisatie. Er wordt op dit moment gewerkt aan het verhogen van de productiecapaciteit van het afwerken door het bouwen van een nieuwe installatie. Hier zal later in dit verslag op terug gekomen worden.

De resterende capaciteit van de beitsbanen wordt gebruikt voor de productie van WGB-materiaal. Het is voor de afvoer van dit materiaal afhankelijk van de capaciteit van het inpakken. Uit de analyse blijkt dat er gemiddeld gezien voldoende inpak capaciteit is om de beschikbare productiecapaciteit van het beitsen volledig te benutten. Dit wijst er op dat de stilstanden van de beitsbaan zijn ontstaan als gevolg van fluctuaties in het aanbod voor het inpakken. Dit is gezien de hoge bezettingsgraad van het inpakken zeer aannemelijk, er is namelijk weinig overcapaciteit om fluctuaties in het aanbod van materiaal op te vangen.



Figuur 3.6: Voorraadontwikkeling per functie

In Figuur 3.6 is het aantal rollen dat bestemd is voor het koudwalsen, verzinken, afwerken en inpakken in de periode van 1 januari 2013 tot 1 november 2013 te zien. Hierin is goed te zien dat de voorraad voor het inpakken en afwerken sterk fluctueert, terwijl de voorraden voor het koudwalsen en verzinken relatief constant zijn. Aangezien de bezettingsgraad van alle vier de functies hoog is doet dit vermoeden dat dit te maken heeft met de manier waarop het proces wordt beheerd. In de volgende paragraaf zal onderzoek worden gedaan naar de beheersing van het productieproces om een verklaring te vinden voor de sterke fluctuaties in de voorraad voor het afwerken en inpakken.

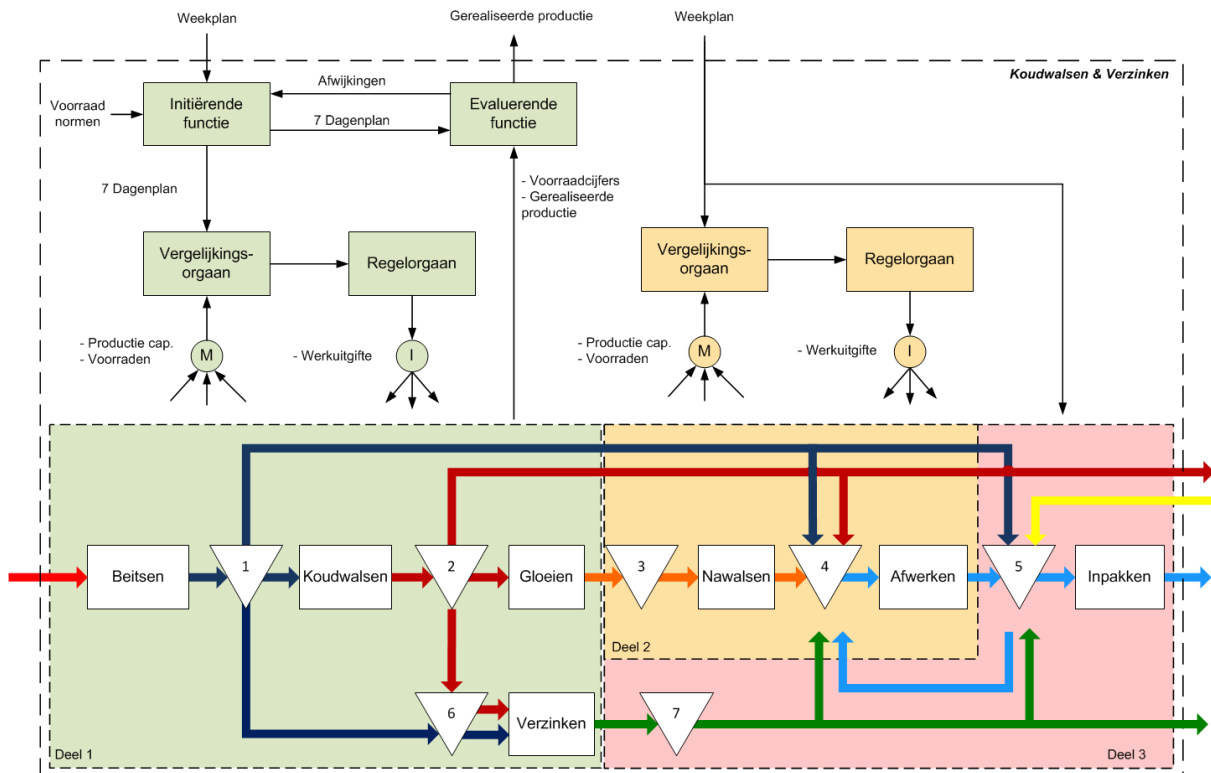
Conclusie bezettingsgraad

Het beitsen, koudwalsen en verzinken zijn de hoofdfuncties binnen het probleemgebied. De beschikbare productiecapaciteit van deze functies moet zo goed mogelijk worden benut, aangezien deze functies de grootste waarde toevoegen aan het product. In de huidige situatie hebben deze functies een hoge bezettingsgraad, maar wordt de beschikbare productiecapaciteit niet volledig benut.

Naast de hoofdfuncties hebben ook het afwerken en inpakken een hoge bezettingsgraad. Uit de analyse blijkt dat de capaciteit van het afwerken verhoogd zal moeten worden om de beschikbare capaciteit van het koudwalsen volledig te benutten. Hier wordt op dit moment aan gewerkt. De capaciteitsanalyse laat zien dat er gemiddeld gezien voldoende capaciteit bij het inpakken is om het totale aanbod van materiaal te kunnen verwerken. De stilstanden van de beitsbaan ontstaan als gevolg van fluctuaties in het aanbod voor het inpakken. Deze fluctuaties zijn ook terug te zien in de voorraad voor het inpakken en afwerken. Om te bepalen hoe deze fluctuaties in de voorraad ontstaan zal onderzoek worden gedaan naar de beheersing van het productieproces.

3.1.3 Beheersing productieproces

Het productieproces binnen de het Koudwalsen & Verzinken wordt beheerst middels de in Figuur 3.7 geïllustreerde beheersingsstructuur. Het weekplan, in de vorm van de Supply Chain Planning (SCP), is de externe eis met betrekking tot de kwantitatieve beheersing van het systeem. Hierin staat de geplande productie in kilotonnen per installatie op weekbasis. In het weekplan wordt rekening gehouden met geplande stilstanden van installaties als gevolg van bijvoorbeeld een revisie.



Figuur 3.7: De kwantitatieve beheersing van de functies binnen het Koudwalsen en Verzinken

De beheersing van het systeem op dit niveau valt grotendeels onder de verantwoordelijkheid van de afdeling logistiek. De beheersingsstructuur is niet voor iedere functie hetzelfde, maar op te splitsen in drie delen. Om duidelijk te maken hoe de beheersing van de functies in zijn werk gaat zal dit per deel worden behandeld. Hierbij is gekeken of de beheersing voldoet aan het steady-state model van (In 't Veld, 1978), zoals weergegeven in Bijlage U.

Beheersing deel 1

Het eerste deel betreft de beheersing van het beitsen, koudwalsen, verzinken, gloeien en de buffers 1, 2 en 6. Voor deze functies wordt op basis van het weekplan, de actuele voorraad en de gestelde voorraadnormen het 7 dagenplan opgesteld. In deze productieplanning is per installatie gespecificeerd hoeveel ton er van iedere productfamilie (Bijlage F) geproduceerd dient te worden om aan het weekplan en de gestelde voorraadnormen te kunnen voldoen. Het gaat op dit niveau om voorraadnormen per productieproces en niet om voorraadnormen per buffer. Hierdoor worden de voorraden in de buffers op dit niveau niet volledig beheerst. De opslag en productiecapaciteit van de functies in deel 2 en deel 3 worden niet meegenomen bij het maken van deze productieplanning.

Het 7 dagenplan wordt iedere dag geëvalueerd en aangepast op basis van de gerealiseerde productie en de actuele voorraden. Op basis van het 7 dagenplan, de beschikbaarheid van de installaties en de beschikbare voorraad wordt voor iedere installatie een werkuitgifte gemaakt. In deze werkuitgifte wordt voor de komende 8 tot 16 uur gepland welke rollen op de installatie zullen worden ingezet. Om de hoofdininstallaties optimaal te benutten worden grote programma's gemaakt, voorbeelden hiervan zijn te zien in Bijlage J. Op deze manier worden omsteltijden en kosten zo veel mogelijk beperkt. Het gevolg hiervan is dat er grote hoeveelheden van een producttype achter elkaar worden geproduceerd, hierdoor ontstaat een fluctuerend aanbod voor de achterliggende installaties.

Beheersing deel 2

Het tweede deel van de beheersingsstructuur betreft de beheersing van het nawalsen, het afwerken en de buffers 3 en 4. Deze functies zijn niet opgenomen in het 7 dagenplan. De werkuitgifte voor deze functies wordt gemaakt op basis van het weekplan, de actuele voorraad en de beschikbaarheid van de installaties.

Het afwerken is niet opgenomen in het 7 dagenplan omdat ongeveer de helft van de bewerkingen die hier worden uitgevoerd ongeplande reparaties zijn, voornamelijk van verzinkte rollen. Het KGO materiaal wordt na het gloeien en nawalsen altijd afgewerkt. Deze materiaalstroom kan dus wel worden aangestuurd door het productieplan van de gloeierij aan te passen. Hierdoor kan de voorraad in buffer 3 en een deel van de voorraad in buffer 4 dus toch beïnvloed worden via de productieplanning. In de huidige situatie wordt de voorraad in buffer 4 op deze manier beheerst. Het nadeel hiervan is dat het gloeiproces enkele dagen in beslag kan nemen en dat de aansturing op deze manier dus een grote vertraging heeft.

Beheersing deel 3

Het derde deel van de beheersingsstructuur betreft de beheersing van het inpakken en de buffers 5 en 7. Aan het begin van de week wordt op basis van het weekplan bepaald hoeveel rollen er die week ingepakt zullen moeten worden. Het inpakken is niet opgenomen in het 7 dagenplan, hierdoor is er geen inzicht in het aanbod van materiaal per dag en kan niet bepaald worden of er voldoende productiecapaciteit is om dit te verwerken. Ook wordt er in de huidige situatie geen werkuitgifte gemaakt voor het inpakken. De productie medewerkers bepalen grotendeels zelf welke rollen worden ingepakt. Er is op dit niveau geen beheersing van de voorraad in buffer 5 en 7 en de materiaalstromen die deze buffers binnen komen.

Conclusie beheersing

Bij het maken van de productieplanning voor de hoofdininstallaties ligt de focus op het maximaliseren van de productie van deze installaties. Hierbij wordt slechts beperkt rekening gehouden met de productiecapaciteit van de overige installaties en de opslagcapaciteit van de tussenvoorraden. Dit veroorzaakt een fluctuerend aanbod voor de achterliggende installaties. Door de hoge bezettingsgraad

van het afwerken en inpakken zijn deze functies niet in staat om het fluctuerende aanbod te verwerken. Bovendien is er geen inzicht in het verwachte aanbod voor het inpakken op dagniveau. Door deze beperkingen in de beheersing ontstaan er fluctuaties in de voorraad voor het afwerken en inpakken.

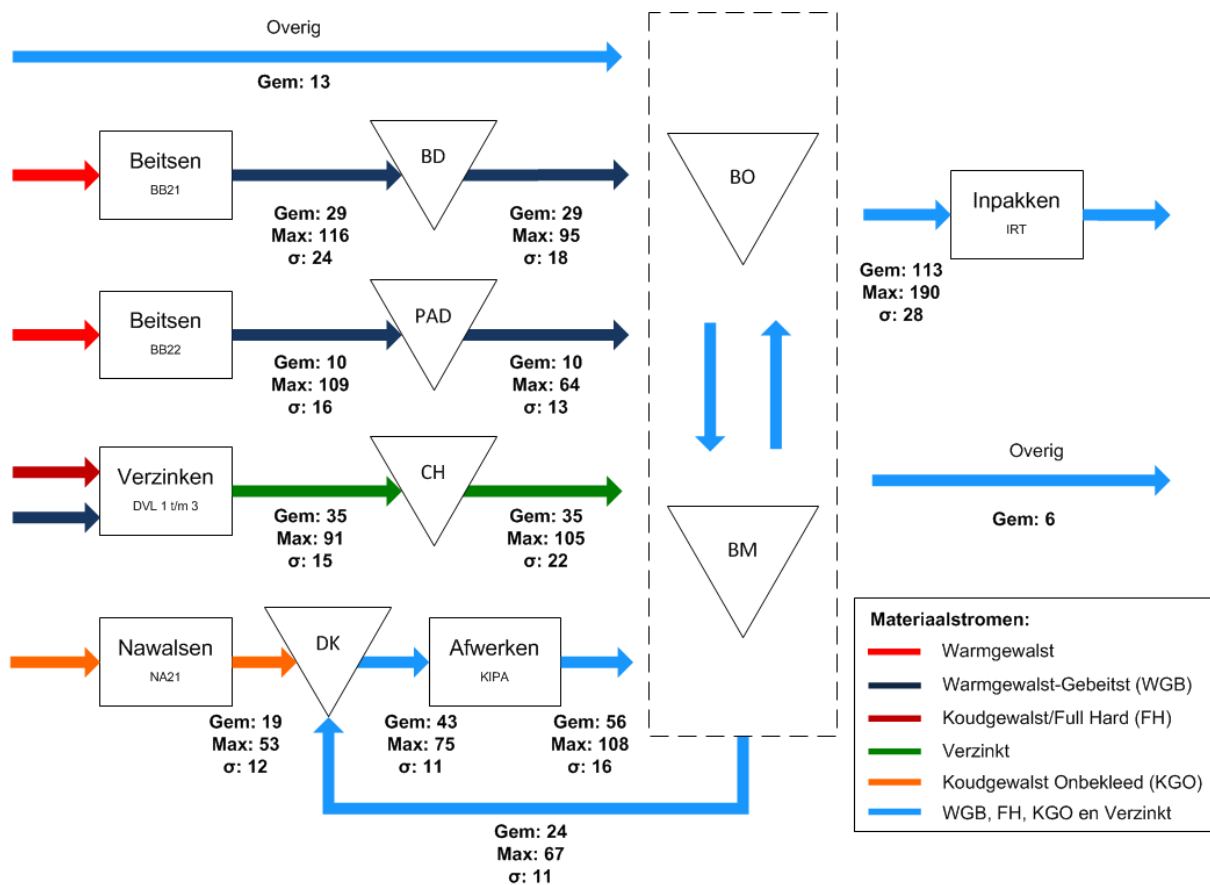
Bij een te hoge voorraad voor het afwerken wordt de productie van KGO materiaal verminderd. Bij het maken van de productieplanning wordt geen rekening gehouden met de productiecapaciteit van het inpakken en de opslagcapaciteit van de buffers in deel 3. Om in meer detail te onderzoeken hoe de beperkte beheersing leidt tot de stilstand van Beitsbaan 21 zal in de volgende paragraaf worden ingezoomd op het gebied dat onvoldoende beheerst wordt.

3.2 Tussenvoorraden

Om te onderzoeken hoe de beperkte beheersing van deel 2 en 3 leidt tot de stilstand van Beitsbaan 21 wordt in deze paragraaf ingezoomd op dit deel van het productieproces. In paragraaf 3.2.1 worden de materiaalstromen gekwantificeerd en wordt onderzocht wat de spreiding is van de materiaalstromen. Paragraaf 3.2.2 laat het voorraad verloop per opslaghallen binnen het probleemgebied zien en verklaart hoe dit de stilstand van Beitsbaan 21 veroorzaakt.

3.2.1 Voorraadbeheersing

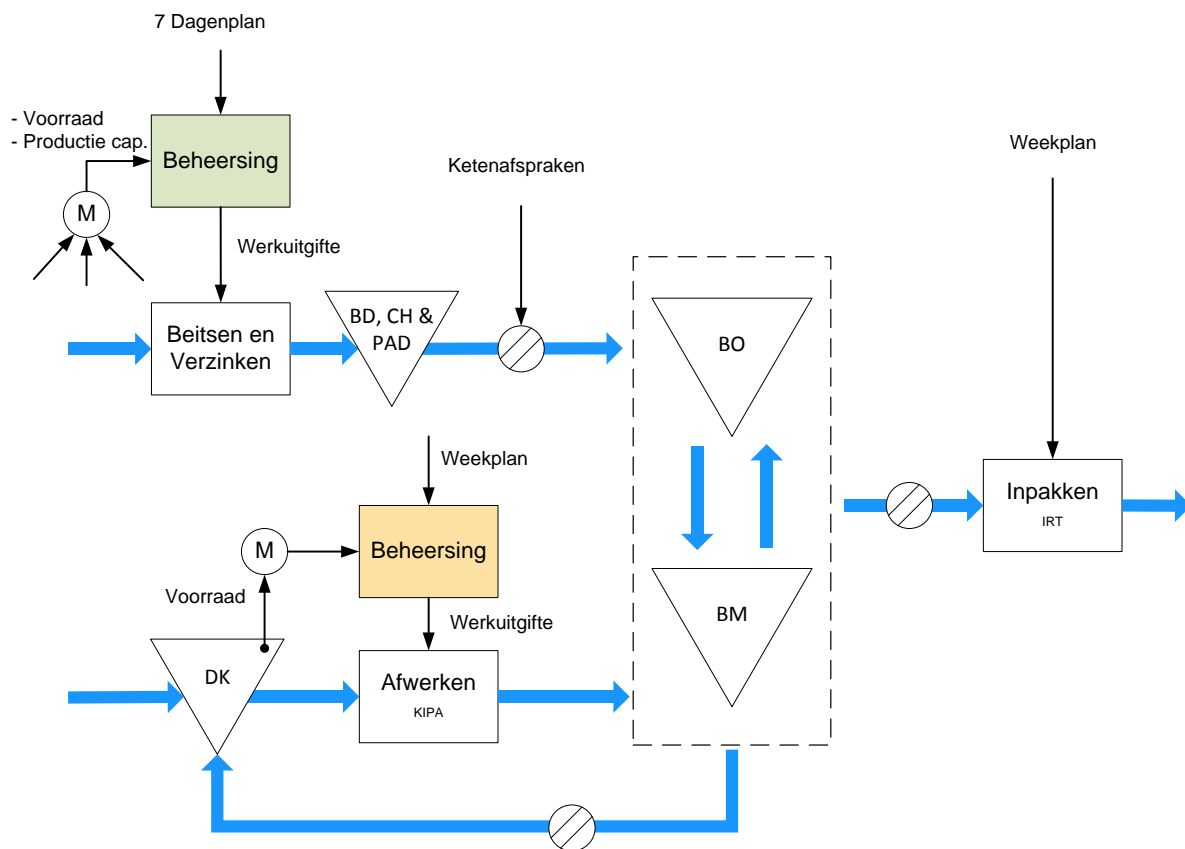
De installaties, opslaghallen en materiaalstromen binnen het probleemgebied zijn te zien in Figuur 3.8. Hierin is te zien dat de BM-hal en de BO-hal een centrale rol spelen. Er is een groot aantal materiaalstromen dat via deze hallen gaat. De grootste stromen zijn afkomstig van het beitsen, het verzinken en het afwerken. De rollen in deze hallen zijn voornamelijk bestemd voor het inpakken en afwerken. In Figuur 3.8 is voor deze stromen aangegeven wat het gemiddelde en maximale aantal geproduceerde en getransporteerde rollen per wacht was in 2013. Daarnaast is ook aangegeven wat de spreiding was. In Bijlage P is te zien hoe de spreiding van de productie en het transport vanaf de beitsbanen, verzinklijnen en de afwerkingsinstallaties er per wacht uit zien.



Figuur 3.8: Materiaalstromen via BM-hal en BO-hal in aantal rollen per wacht

In Figuur 3.8 is te zien dat de maximale productie van de beitsbanen en de verzinklijnen, bestemd voor het afwerken en inpakken, sterk afwijkt van de gemiddelde productie. De spreiding in het aantal geproduceerde rollen is dan ook groot ten opzichte van de gemiddelde productie. Dit komt niet overeen met de Toyota Principes die binnen TATA Steel worden gehanteerd. Volgens Toyota Principe 4 moet de werklast namelijk in balans zijn (Liker, 2004). Wanneer dit niet het geval is kan dit zorgen voor een overbelasting van de mensen en machines bij het afwerken in inpakken.

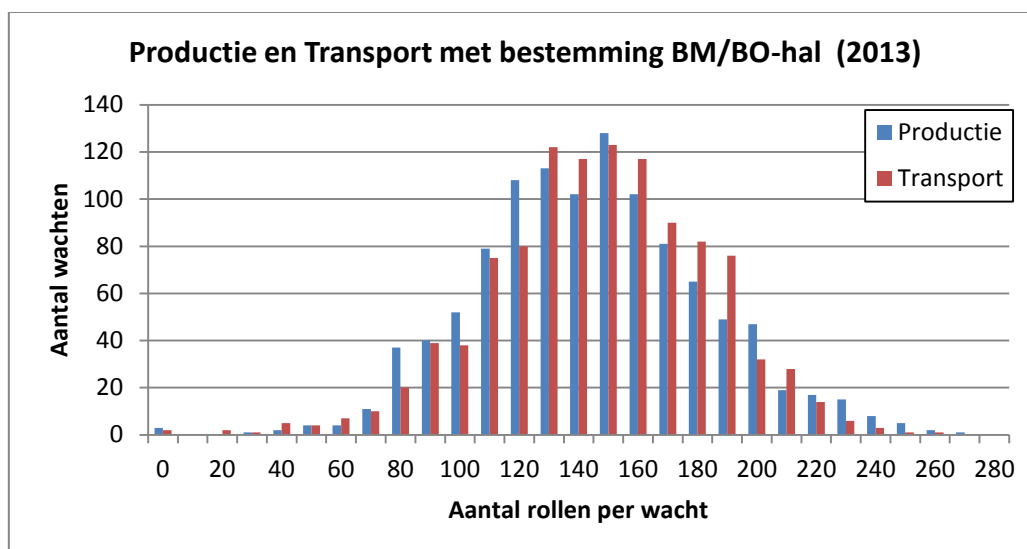
Om een constante aanvoer van materiaal naar de BM- en BO-hal te creëren kunnen fluctuaties worden opgevangen door de CH-, PAD-, en BD-hal. Mede daarom zijn er afspraken gemaakt met betrekking tot het aantal rollen dat per wacht vanaf de CH- en PAD-hal naar de BM-hal getransporteerd mag worden. Per wacht mogen er 20 rollen vanaf de CH-hal naar de BM-hal die bestemd zijn voor het afwerken, daarnaast mogen er nog 30 rollen die bestemd zijn voor het inpakken naar de BM-hal. Vanaf de PAD-hal mogen maximaal 30 rollen per wacht naar de BM-hal. Deze afspraken zijn opgenomen in de zogenaamde ketenafspraken. In Figuur 3.9 is de beheersing van de materiaalstromen rond de BM- en BO-hal te zien. De beheersing van het beitsen, verzinken en afwerken was ook al te zien in paragraaf 3.1.3. In onderstaande model zijn de vergelijkings- en regelorgaan samengevoegd en beheersing genoemd. In dit model is te zien dat de ketenafspraken de enige vorm van beheersing van de materiaalstromen van en naar de BO- en BM-hal zijn.



Figuur 3.9: Beheersing rond BM- en BO-hal

Ondanks de ketenafspraken is in Figuur 3.8 te zien dat ook de transporten tussen de hallen een brede spreiding hebben. De gemaakte afspraken met betrekking tot de transporten resulteren dus niet in een constante aanvoer van materiaal naar de BM-hal. Het aantal rollen dat per wacht vanaf de CH-, PAD-, en BD-hal naar de BO- en BM-hal wordt getransporteerd verschilt sterk.

Dit zou geen probleem zijn als de totale aanvoer van materiaal naar de BM- en BO-hal wel constant is. Figuur 3.10 geeft een overzicht van de totale productie en transport bestemd voor de BM- en BO-hal, hierin is duidelijk te zien dat ook de totale aanvoer van materiaal een grote spreiding heeft. Er komen gemiddeld 143 rollen per wacht binnen, met een standaarddeviatie van 39 rollen. Er is dus geen constante binnenkomende stroom van materiaal. Door de hoge gemiddelde bezettingsgraad van het afwerken in inpakken moeten de fluctuaties in het aanbod grotendeels worden opgevangen door de opslaghallen. Het effect hiervan op de voorraadontwikkeling per hal zal in de volgende paragraaf worden onderzocht.



Figuur 3.10: Productie en Transport met bestemming BM/BO-hal

3.2.2 Voorraadontwikkeling per hal

In de vorige paragrafen is duidelijk geworden dat de productie van de hoofdinstallaties sterk fluctueert en dat er bij het maken van de productieplanning van de (hoofd)installaties slechts beperkt rekening wordt gehouden met de capaciteit van de achterliggende installaties en opslaghallen. In de vorige paragraaf is ook duidelijk geworden dat er ondanks de ketenafspraken een grote spreiding zit in de transporten tussen de hallen. Hierdoor kan het gebeuren dat het totale aanbod van materiaal voor een opslaghal groter is dan wat er verwerkt kan worden.

De beperkte beheersing van de tussenvoorraden is terug te zien in de gemiddelde bezetting en de voorraadontwikkeling per hal. In Tabel 3.3 is de gemiddelde bezettingsgraad van de tussenopslag hallen te zien. Daarnaast is ook aangegeven wat de standaard deviatie en de relatieve standaard deviatie van de bezetting is. De CH-, BM- en DK-hal hebben een hoge gemiddelde bezettingsgraad en

een lage relatieve standaard deviatie. Dit betekent dat deze hallen een constante hoge bezettingsgraad hebben. De BD- en PAD- hal hebben een gemiddelde bezettingsgraad tegen de 50% en een hoge relatieve standaard deviatie. Dit betekent dat er grote fluctuaties zijn in de bezettingsgraad van deze hallen. Dit is ook goed te zien in Figuur 3.11, waarin de voorraad in deze hallen tegen de tijd is uitgezet.

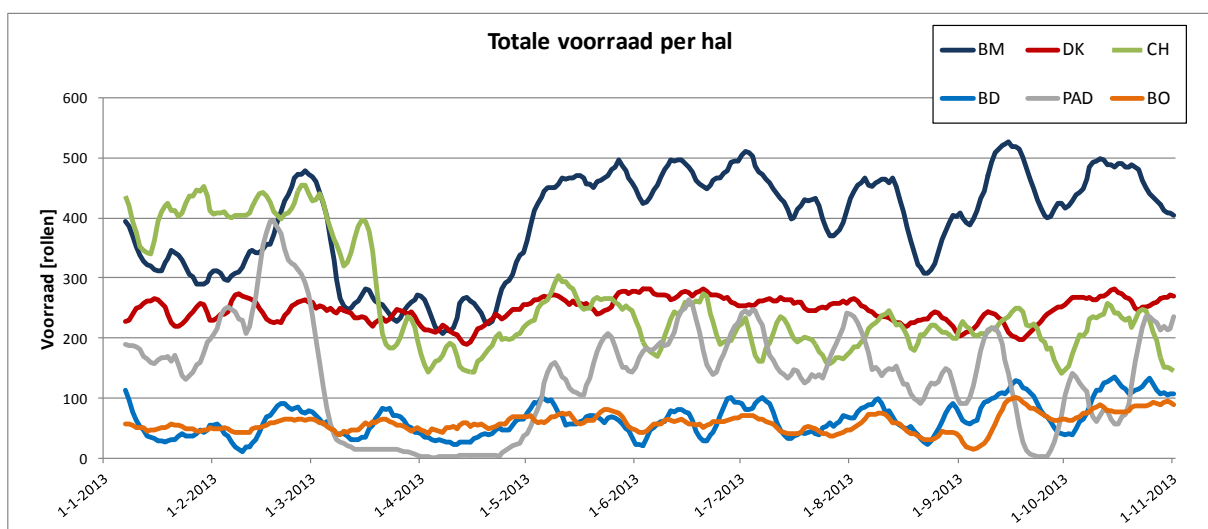
Tabel 3.3: Bezetting van de TO-hallen (jan 2013 – okt 2013)

Hal	Opslag capaciteit [rollen]	Gemiddelde bezetting [rollen]	Gemiddelde bezettingsgraad [%]	Standaard deviatie [rollen]	Relatieve standaard deviatie [%]
BD (W-Eind)	150	66	44%	39	59%
PAD	300	139	46%	100	72%
CH*	280	210	75%	59	28%
BO	100	59	59%	39	35%
BM	500	394	79%	92	23%
DK	300	247	82%	29	12%

**Minder opslag capaciteit in CH-hal vanaf 18 maart 2013*

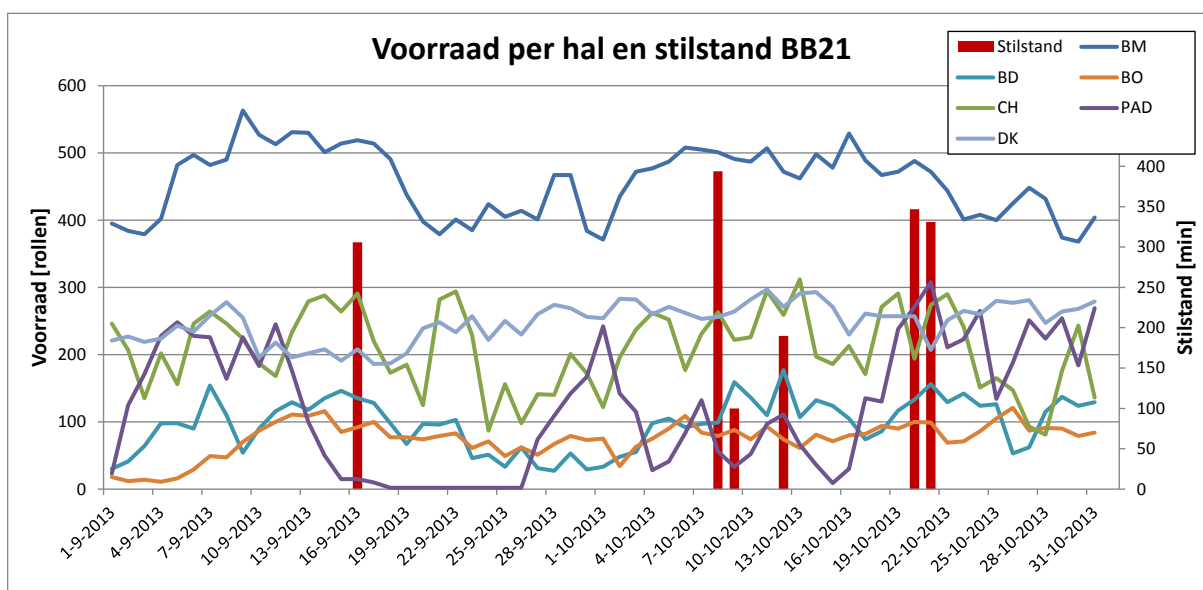
De sterke daling van het aantal rollen in de CH-hal in maart 2013 wordt veroorzaakt door de bouw van de nieuwe afwerkingsinstallatie in deze hal. Hierdoor is de opslagcapaciteit van 450 rollen teruggebracht naar 280 rollen.

Wanneer de voorraadontwikkeling per hal vergeleken wordt met de voorraadontwikkeling per functie (Figuur 3.6) wordt duidelijk dat de hoge bezettingsgraad van de BM- en BO-hal voort komt uit de voorraad bestemd voor het afwerken en inpakken. Op de momenten dat er veel voorraad is voor deze afdelingen is de BM-hal maximaal gevuld (rond de 500 rollen). Door de hoge bezettingsgraad van de BM-hal kunnen de gemaakte afspraken met betrekking tot de transporten vanuit de CH- en PAD-hal niet worden nageleefd en kan er slechts een beperkt aantal rollen vanuit de BD-hal naar de Inpakkerij worden getransporteerd. Hierdoor wordt de afvoer van materiaal vanuit de BD-, CH- en PAD-hal belemmerd en kan de voorraad in deze hallen ook oplopen.



Figuur 3.11: Totale voorraad per tussenopslag hal

In het geval dat een van deze hallen helemaal vol is kan dit een stilstand van een installatie tot gevolg hebben. Gedurende de loop van het onderzoek zijn de stilstanden van de bottleneck installaties als gevolg van volle opslaghallen bijgehouden. Hieruit is gebleken dat Beitsbaan 21 de enige bottleneck installatie is die een aantal keer langdurig stil heeft gestaan als gevolg van volle opslaghallen. Deze stilstanden vonden plaats in de maanden september en oktober van 2013. Deze stilstanden ontstonden op momenten dat er gepland was om WGB materiaal te produceren en zijn het gevolg van een volle BD-, BM- en BO-hal. Dit is te zien in Figuur 3.12, hierin zijn de stilstanden van Beitsbaan 21 uitgezet tegen de voorraad in deze hallen. Op de momenten dat zowel de BM-hal als de BO-hal vol zit is er geen afvoer meer mogelijk vanuit de BD-hal. Op het moment dat ook deze hal vol zit resulteert dit in een stilstand van Beitsbaan 21.



Figuur 3.12: Voorraad per hal en stilstand Beitsbaan 21

Per minuut dat Beitsbaan 21 stil staat gaat gemiddeld €150 aan potentiële inkomsten verloren. Tabel 3.4 geeft een indicatie van de gemiste winst als gevolg van de stilstanden. De totale gemiste inkomsten worden geschat op 250 duizend euro. Naast de gemiste winst als gevolg van de stilstand van Beitsbaan 21 zijn er nog een aantal andere kostenposten die direct of indirect worden veroorzaakt door de beperkte beheersing van de tussenvoorraden. Over deze kosten is meer te lezen in Bijlage N.

Tabel 3.4: Indicatie van gemiste winst als gevolg van stilstand Beitsbaan 21

Datum	Stilstand [min]	Gemiste winst [€]
16-09-2013	306	45.900
08-10-2013	394	59.100
09-10-2013	100	15.000
12-10-2013	190	28.500
20-10-2013	347	52.050
22-10-2013	331	49.650
Totaal	1668	250.200

Tabel 3.5: Bezettingsgraad hallen bij stilstand Beitsbaan 21

	BD	BM	BO	CH	DK	PAD
Capaciteit	150	500	100	280	300	300
16-9-2013	100%	100%	92%	100%	69%	5%
8-10-2013	100%	100%	79%	92%	85%	19%
9-10-2013	100%	98%	88%	79%	88%	11%
12-10-2013	100%	94%	74%	96%	90%	37%
20-10-2013	100%	98%	100%	69%	86%	90%
22-10-2013	100%	94%	99%	98%	69%	100%

In Tabel 3.5 is goed te zien dat niet alle hallen gedurende de stilstanden van Beitsbaan 21 volledig bezet waren. Er is in de meeste gevallen nog ruimte in de CH- of PAD-hal. Wanneer er in deze situaties voorrang was gegeven aan transporten vanuit de BD-hal, hadden de stilstanden voorkomen of verminderd kunnen worden. In het geval er nog ruimte was in de DK-hal had hier materiaal vanuit de BM-hal heen gekund. Op deze momenten ontbrak het dus aan een proactieve aansturing van de transporten. Dit komt doordat er bij het plannen van de transporten onvoldoende wordt gekeken naar bezetting van alle hallen en de verwachte productie van de installaties. Er is geen inzicht in de verwachte ontwikkeling van de voorraden op halniveau.

3.3 Conclusie analyse huidige situatie

Het beitsen, koudwalsen en verzinken zijn de hoofdfuncties binnen het probleemgebied. De beschikbare productiecapaciteit van deze functies moet zo goed mogelijk worden benut, aangezien deze functies de grootste waarde toevoegen aan het product.

Uit de analyse van de capaciteit van de productieprocessen in paragraaf 3.1.2 blijkt dat deze hoofdfuncties een hoge bezettingsgraad hebben, maar dat de beschikbare productiecapaciteit niet volledig wordt benut. Naast de hoofdfuncties hebben ook het afwerken en inpakken een hoge bezettingsgraad. Er is gemiddeld onvoldoende capaciteit bij het afwerken om de beschikbare capaciteit van het koudwalsen volledig te benutten. Er wordt op dit moment gewerkt aan het verhogen van de capaciteit van het afwerken door de bouw van een nieuwe installatie achter de verzinklijnen. Er wordt niet verwacht dat de problemen met bezetting van tussenvoorraden zullen verdwijnen als gevolg van de bouw van de nieuwe afwerkingsinstallatie.

Daarnaast blijkt uit de analyse dat het inpakken gemiddeld voldoende capaciteit heeft om de beschikbare productiecapaciteit van het beitsen en verzinken volledig te benutten. De volle tussenvoorraden worden dus niet veroorzaakt doordat de gemiddelde productiecapaciteit van het inpakken te laag is, maar zijn gevolg van fluctuaties in het aanbod voor het inpakken en afwerken.

Bij het maken van de productieplanning voor de hoofdininstallaties ligt de focus op het maximaliseren van de productie van deze installaties. Hierbij wordt slechts beperkt rekening gehouden met de productiecapaciteit van de overige installaties en de opslagcapaciteit van de tussenvoorraden. Dit

veroorzaakt een fluctuerend aanbod voor de achterliggende installaties. Door de hoge bezettingsgraad van het afwerken en inpakken zijn deze functies niet in staat om het fluctuerende aanbod te verwerken. Bovendien is er geen inzicht in het verwachte aanbod in te pakken materiaal per dag. Door deze beperkingen in de beheersing ontstaan er grote fluctuaties in de totale voorraad voor het afwerken en inpakken.

De voorraad voor het afwerken en inpakken is verdeeld over zes opslaghallen. Deze buffers moeten er voor zorgen dat de productieprocessen in gewenste mate onafhankelijk van elkaar kunnen produceren. Dit betekent dat de voorraad dusdanig over de opslaghallen moet worden verdeeld dat er geen stilstanden van de installaties ontstaan. In de huidige situatie worden een aantal transporten tussen de hallen aangestuurd op basis van de ketenafspraken. Daarnaast zijn er nog een aantal materiaalstromen die nauwelijks aangestuurd worden. In de praktijk resulteert dit niet in een goed afgestemde aanvoer en afname van materiaal tussen deze buffers. Hierdoor is Beitsbaan 21 meerdere keren stil komen te staan met als gevolg een geschatte gemiste winst van 250 duizend euro in 2013.

Uit de analyse blijkt dat niet alle hallen volledig bezet waren gedurende de stilstanden. Door de voorraad beter te verdelen over de hallen hadden een aantal stilstanden voorkomen of verminderd kunnen worden. In de huidige situatie is onvoldoende inzicht in de verwachte ontwikkeling van de tussenvoorraden. Hierdoor kunnen de transporten niet proactief worden aangestuurd en kunnen stilstanden van de hoofdininstallaties ontstaan.

4 Probleemstelling

Door de stilstanden van Beitsbaan 21 als gevolg van de volle tussenvorraden is naar schatting 250 duizend euro aan inkomsten misgelopen. De volle tussenvorraden worden veroorzaakt doordat het afwerken en inpakken onvoldoende productiecapaciteit hebben om de fluctuaties in het aanbod van materiaal te verwerken. Deze fluctuaties ontstaan doordat er bij het maken van de productieplanning van de hoofdininstallaties beperkt rekening wordt gehouden met de productiecapaciteit van de overige installaties en de opslagcapaciteit van de tussenvorraden.

De fluctuaties in het aanbod van materiaal voor het inpakken en afwerken zouden kunnen worden verminderd door de transporten tussen de opslaghallen proactief aan te sturen. In de huidige situatie is er onvoldoende inzicht in de verwachte ontwikkeling van de tussenvorraden om deze transporten goed te plannen.

Om de productiecapaciteit van de hoofdininstallaties optimaal te kunnen benutten zal er voor moeten worden gezorgd dat de volle tussenvorraden geen belemmerde factor zijn in het productie proces. Dit vertaalt zich in de volgende doelstelling:

"Het voorkomen van stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg van volle tussenvorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products."

Onder de hoofdininstallaties worden de beitsbanen, koudwalsen en verzinklijnen verstaan. Om deze doelstelling te bereiken zal het aanbod en de afname van materiaal aan de tussenvorraden beter afgestemd moeten worden op de opslagcapaciteit van de tussenvorraden. De doelstelling kan worden vertaald naar de volgende hoofdvraag:

"Hoe kunnen de tussenvorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products zo beheerst worden dat stilstanden van de hoofdininstallaties voorkomen kunnen worden?"

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden zal worden ingegaan op de volgende deelvragen:

1. Wat zijn mogelijke manieren om de beheersing van de tussenvorraden te verbeteren?
2. Hoe werkt de gekozen oplossing?
3. Welke resultaten kunnen er naar verwachting worden behaald met deze oplossing?
4. Hoe kan deze oplossing worden geïmplementeerd in de organisatie?

5 Mogelijke oplossingen

Er zijn een aantal mogelijke oplossingen om de tussenvoorraden beter te beheersen en de stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg van de volle tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products te voorkomen:

1. Verhogen opslagcapaciteit tussenvoorraden
2. Verhogen productiecapaciteit afwerken en inpakken
3. Ontwikkelen beheersingsstructuur tussenvoorraden

Deze mogelijke oplossingen zullen verder worden toegelicht in paragraaf 5.1 t/m 5.3. In paragraaf 5.4 zal worden toegelicht op welk mogelijke oplossing(en) de keuze is gevallen.

5.1 Verhogen opslagcapaciteit

Door het verhogen van de capaciteit van de tussenopslag kan vermoedelijk worden voorkomen dat de tussenvoorraden stilstanden van de hoofdininstallaties veroorzaken. Met een grotere opslagcapaciteit kunnen fluctuaties in het aanbod van materiaal beter worden opgevangen en zijn de voorraden eenvoudiger te beheersen.

Bij deze mogelijke oplossing wordt de daadwerkelijke oorzaak van het vol raken van de tussenvoorraden echter niet verholpen. Het aanbod en de afname van materiaal worden in dit geval namelijk niet beter op elkaar afgestemd. Hierdoor bestaat de kans dat ook met een de verhoogde opslagcapaciteit men toch weer te maken krijgt met volle tussenvoorraden.

Bovendien zal het verhogen van de opslagcapaciteit waarschijnlijk ook leiden tot een grotere gemiddelde voorraad en dus ook tot een langere gemiddelde doorlooptijd. Deze grotere voorraad en langere doorlooptijd brengen kosten met zich mee, onder andere in de vorm van magazijnkosten, opportuniteitskosten en verliezen als gevolg van schades die ontstaan tijdens de opslag. Daarnaast zal een grote financiële investering gedaan moeten worden om de capaciteit van de tussenopslag te verhogen.

5.2 Verhogen productiecapaciteit

Om er voor te zorgen dat de tussenvoorraden geen stilstanden van de hoofdininstallaties veroorzaken kan de productiecapaciteit van het inpakken en het afwerken worden verhoogd. Op deze manier kan zowel de maximale als de gemiddelde afname van materiaal vanuit de tussenopslag verhoogd worden en dus beter in balans worden gehouden met het aanbod.

5.2.1 Verhogen productiecapaciteit afwerken

Gedurende dit onderzoek wordt al gewerkt aan het verhogen van de capaciteit van het afwerken. Dit wordt gedaan door een nieuwe afwerkingsinstallatie te bouwen achter de verzinklijnen in de CH-hal. Deze installatie (Finishing Line 32) heeft een verwachte capaciteit tussen de 5 en 8 kton per week. Op basis van een gemiddeld rolgewicht van 19,2 ton komt dit neer op een productie van 12 tot 20 rollen per wacht.

In 2013 hebben gemiddeld ruim 12 verzinkte rollen per wacht een bewerking gekregen bij het afwerken. Het lijkt er dus op dat de Finishing Line voldoende capaciteit zal hebben om al het verzinkte materiaal te gaan verwerken. De bouw van de Finishing Line zal naar verwachting in juni 2014 worden afgerond, vervolgens zal het nog ruim een half jaar duren voordat de verwachte capaciteit daadwerkelijk gerealiseerd zal worden.

Het toevoegen van deze extra installatie zal uiteindelijk resulteren in een capaciteitsverhoging van het afwerken van minimaal 33%. De capaciteit die hierdoor vrij komt bij het afwerken binnen de Koudbandwalserij zal gebruikt gaan worden om extra KGO materiaal te produceren. In Bijlage M is geanalyseerd wat dit zal betekenen voor de bezetting van alle installaties binnen het probleemgebied. Hieruit blijkt dat het inpakken een bottleneck in het productieproces zal worden en dat ook het afwerken nog steeds een hoge gemiddelde bezettingsgraad zal hebben. Er wordt dan ook niet verwacht dat de problemen met bezetting van tussenvoorraden zullen verdwijnen als gevolg van de bouw van de nieuwe afwerkingsinstallatie.

5.2.2 Verhogen productiecapaciteit inpakken

In de vorige paragraaf is besproken dat het inpakken ook na de uitbreiding van de productiecapaciteit van het afwerken een bottleneck in het productieproces zal zijn. De druk zal hierbij nog steeds op de inpakinstallaties in de Koudbandwalserij liggen. De productiecapaciteit van het inpakken in de Koudbandwalserij is opgebouwd uit de capaciteit van de RIL, de FIL en de Pijp. De capaciteit van de Pijp is grotendeels afhankelijk van de personele bezetting. Deze capaciteit kan verhoogd worden door de inzet van extra personeel. De productiecapaciteit van de RIL en de FIL is afhankelijk van de machines in de productielijn. Om de personeelskosten laag te houden worden zo veel mogelijk rollen in gepakt op de RIL en de FIL.

Iedere inpak installatie heeft zijn eigen mogelijkheden met betrekking tot de rollen die erop kunnen worden ingepakt. Dit is voornamelijk afhankelijk van de verpakking die moet worden aangebracht en de dimensies van de rol (Bijlage K). In Bijlage L is geanalyseerd hoe er wordt omgegaan met de beschikbare inpak capaciteit van de installaties. Uit deze analyse blijkt dat er rollen op de RIL worden ingepakt die beter op de FIL ingepakt hadden kunnen worden om de beschikbare capaciteit beter te benutten. Dit kan voorkomen worden door het maken van een goede werkuitgifte. Hierdoor kan de

capaciteit van het inpakken met minimaal 5% worden verhoogd. Gedurende dit onderzoek wordt er gewerkt aan een systeem dat de werkuitgifte voor het inpakken zal gaan maken.

Uit de analyse blijkt ook dat er rollen op de RIL worden ingepakt die ook in de Pijp ingepakt kunnen worden. Door het verhogen van de capaciteit van de Pijp kunnen deze rollen hier worden ingepakt en kan de beschikbare capaciteit van de RIL worden gebruikt voor het inpakken van andere rollen (export verpakkingen). Hiermee kan de capaciteit van het inpakken met nog eens 12% worden verhoogd. Om de theoretische capaciteit van de Pijp te verhogen is er in februari 2014 een extra inpak locatie aan de Pijp toegevoegd. De werkelijke capaciteit van de Pijp is afhankelijk van de personele bezetting.

De capaciteit van het inpakken kan dus tijdelijk worden verhoogd door de inzet van extra personeel in de Pijp. Op deze manier kunnen pieken in het aanbod van materiaal worden opgevangen. Dit heeft natuurlijk wel invloed op de personeelskosten, daarom zal moeten worden bepaald of en wanneer er extra personeel ingezet zal moeten worden. Om dit te bepalen zal inzichtelijk moeten zijn wanneer het aanbod voor de tussenvoorraden te hoog wordt en de hoofdininstallaties stil dreigen te vallen.

5.3 Beheersingsstructuur tussenvoorraden

Om er voor te zorgen dat de tussenvoorraden geen stilstanden van de hoofdininstallaties veroorzaken, zal er voldoende opslag capaciteit beschikbaar moeten zijn voor de opslag van de geplande productie van de hoofdininstallaties. Om dit te realiseren zal een beheersingsstructuur ontwikkeld kunnen worden die de verwachte ontwikkeling van de tussenvoorraden per hal inzichtelijk maakt en het mogelijk maakt om de aanvoer en uitvoer per hal af te stemmen op de capaciteit en de bezetting van de hal. Om de aanvoer en uitvoer te kunnen beïnvloeden kunnen de transporten tussen de opslaghallen worden aangestuurd. Daarnaast is het mogelijk om de productiecapaciteit van het inpakken te verhogen door de inzet van extra personeel in de Pijp. Om voldoende tijd te hebben om dit te realiseren zal van te voren bekend moeten zijn dat er extra capaciteit nodig is bij het inpakken.

5.4 Conclusie mogelijk oplossingen

Het uitbreiden van de opslagcapaciteit zal niet verder worden onderzocht aangezien de oorzaak van het probleem hiermee niet wordt verholpen. Daarnaast is de financiële investering die hiervoor moet worden gedaan te groot.

De productiecapaciteit van het afwerken wordt gedurende dit onderzoek verhoogd door het bouwen van een extra installatie in de CH-hal. De extra capaciteit die hierdoor vrij zal komen bij het afwerken in de Koudbandwalserij zal worden gebruikt om meer KGO-materiaal te produceren. Het resultaat hiervan is dat het afwerken nog steeds een hoge gemiddelde bezettingsgraad zal hebben en het inpakken bottleneck zal worden in het productieproces. Er wordt dan ook niet verwacht dat de

problemen met bezetting van tussenvorraden zullen verdwijnen als gevolg van de bouw van de nieuwe afwerkingsinstallatie.

De productiecapaciteit van het inpakken kan met minimaal 5% worden verhoogd door het maken van een werkuitgifte. Ook hier wordt gedurende dit onderzoek aan gewerkt. Mede door de toename van de productie van KGO materiaal zal dit naar verwachting onvoldoende zijn om stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg van volle tussenvorraden te voorkomen. Om pieken in het aanbod op te vangen kan de productiecapaciteit van het inpakken ook tijdelijk worden verhoogd door de inzet van extra personeel in de Pijp. Gezien de personeelskosten die hieraan verbonden zijn zal inzichtelijk moeten zijn wanneer dit personeel ingezet moet worden.

De beste optie om de stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg van volle tussenvorraden te voorkomen is dus het ontwikkelen van een proactieve beheersing van de tussenvorraden. Deze beheersingsstructuur zal inzichtelijk moeten maken hoe de voorraden beheerst kunnen worden door het aansturen van de transporten en het tijdelijk verhogen van de capaciteit bij het inpakken.

6 Beheersingsstructuur tussenvoorraden

Om er voor te zorgen dat de tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products geen stilstanden van de hoofdininstallaties veroorzaken, zal er voldoende opslag capaciteit beschikbaar moeten zijn voor de opslag van de geplande productie van de hoofdininstallaties. Om dit te realiseren zal een beheersingsstructuur ontwikkeld worden die de verwachte ontwikkeling van de tussenvoorraden inzichtelijk maakt en het mogelijk maakt om hierop in te grijpen indien dit nodig is. Daarnaast zal kort worden ingegaan op de beheersing van het afwerken en inpakken.

In paragraaf 6.1 zal worden besproken aan welke eisen de beheersing zal moeten voldoen om naar behoren te presteren. In paragraaf 6.2 zal het ontwerp van de nieuwe beheersingsstructuur worden toegelicht. De werking van het voorraadmodel zal in paragraaf 6.3 worden beschreven. De onzekerheden die voort komen uit de aannames die zijn gemaakt bij de ontwikkeling van het model zullen worden besproken in paragraaf 0. Om het model actueel te houden en te verbeteren zal het model moeten worden geëvalueerd. Hoe dit in zijn werk gaat wordt behandeld in paragraaf 6.5. In paragraaf 6.6 wordt het model gevalideerd.

6.1 Eisen aan beheersing

De nieuwe beheersingsstructuur zal aan de volgende vier essentiële aspecten moeten voldoen om een systeem naar behoren te beheersen (Veeke, Ottjes, & Lodewijks, 2008):

1. Er moet een doel zijn
2. Het systeem moet in staat zijn om dit doel te bereiken
3. Het moet mogelijk zijn om het gedrag van het systeem te beïnvloeden
4. De relatie tussen de ingreep en het resultaat van de ingreep moet bekend zijn

Doel

Het doel van de nieuwe beheersingsstructuur is om er voor te zorgen dat de tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products zo beheerst worden dat de ze geen stilstanden van de hoofdininstallaties veroorzaken.

Haalbaarheid doel

Uit de analyse is gebleken dat het afwerken en het inpakken een hoge gemiddelde bezettingsgraad hebben en ook zullen behouden na de bouw van de nieuwe afwerkingsinstallatie. Gemiddeld gezien komt er bij beide afdelingen voldoende productiecapaciteit om het aanbod van materiaal van de hoofdininstallaties te verwerken. Daarnaast bestaat er bij het inpakken de mogelijkheid om de capaciteit tijdelijk te verhogen door het inhuren van extra personeel. Op basis hiervan kan worden gesteld dat het doel haalbaar is.

In de huidige situatie is het niet altijd duidelijk of de voorraden een belemmering zullen zijn voor de productie van de hoofdininstallaties. De te ontwerpen beheersingsstructuur zal inzichtelijk moeten maken hoe de ontwikkeling van de voorraden er uit zal zien en of deze ontwikkeling een stilstand van een hoofdininstallatie zal veroorzaken. Op basis hiervan kan worden besloten dat er ingegrepen moet worden.

Beïnvloedbaarheid van het systeem

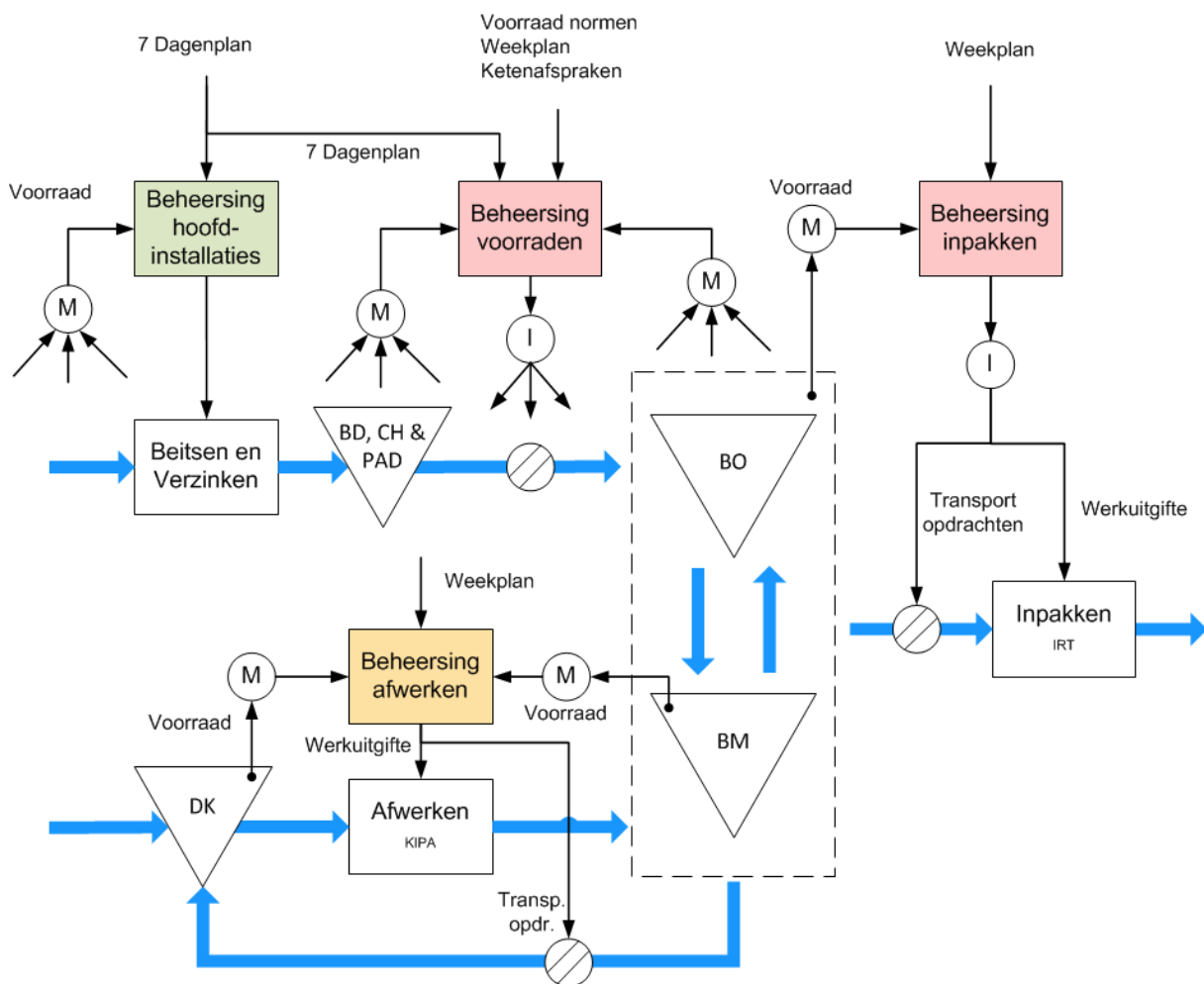
Om het gedrag van het systeem te beïnvloeden zijn er meerdere mogelijkheden. De eerste mogelijkheid is om de geplande transporten aan te passen of extra transport opdrachten te geven. De tweede mogelijkheid is het (tijdelijk) inhuren van extra personeel om de capaciteit van het inpakken te verhogen. Daarnaast is het mogelijk om meer rollen in te pakken in de CH- en PAD-hal in plaats van bij de IRT.

Relatie tussen de ingreep en het resultaat

In de huidige situatie is onduidelijk wat de exacte relatie is tussen een ingreep en het resultaat. De te ontwerpen beheersingsstructuur zal duidelijk moeten maken wat het verwachte resultaat is van een ingreep. Wat is het effect van het wijzigen van een transport of het verhogen van de inpak capaciteit op de tussenvoorraden? Om dit te bereiken zal een visuele presentatie van de voorraden, de geplande productie en de geplande transporten worden gemaakt.

6.2 Ontwerp beheersingsstructuur

In Figuur 6.1 is het ontwerp van de nieuwe beheersingsstructuur te zien. De beheersing van het beitsen en verzinken is al aanwezig in de huidige situatie. De beheersing van het afwerken is uitgebreid om de beheersing van de voorraden ten goede te komen, hier zal in paragraaf 6.2.1 verder op in gegaan worden. Daarnaast is de beheersing van het inpakken toegevoegd om er voor te zorgen dat de beschikbare inpak capaciteit efficiënter gebruikt wordt. Hoe dit helpt bij het beheersen van de voorraad wordt verder uitgelegd in paragraaf 6.2.2. De beheersing van de voorraden is toegevoegd aan het systeem om de tussenvoorraden zo te beheersen dat deze geen stilstanden van de hoofdinstallaties veroorzaken. Het ontwerp van deze beheersing wordt verder uitgewerkt in paragraaf 6.2.3.



Figuur 6.1: Nieuwe beheersingsstructuur van de tussenvoorraden

6.2.1 Beheersing afwerken

In paragraaf 2.3 is duidelijk geworden dat een groot deel van het materiaal voor het afwerken binnen komt via de BM-hal. In de huidige situatie is er geen beheersing van het materiaal dat vanaf de BM-hal naar de DK-hal wordt getransporteerd. Om er voor te zorgen dat het afwerken zo efficiënt mogelijk kan produceren is het van belang dat het juiste materiaal in de DK-hal komt te staan. Op deze manier kunnen zo veel mogelijk rollen achter elkaar worden geproduceerd zonder dat de installaties tussendoor stil hoeven te staan. Daarom zal er bij het maken van de werkuitgifte ook moeten worden gekeken naar de voorraad in de BM-hal. De opdrachten voor het transport van de BM-hal naar de DK-hal kunnen dan worden gemaakt op basis van een zo efficiënt mogelijke werkuitgifte. Aangezien het afwerken een bottleneck is komt dit de totale doorstroom ten goede (Goldratt & Cox, 2010). Deze uitbreiding van de beheersing van het afwerken is gedurende het onderzoek ingevoerd en valt nu onder de verantwoordelijkheid van de afdeling Logistiek. In de rest van dit verslag zal hier niet op worden ingegaan.

6.2.2 Beheersing inpakken

Om de beschikbare inpak capaciteit van het inpakken efficiënter te benutten is er een nieuw systeem in ontwikkeling voor de aansturing van het inpakken. Dit nieuwe systeem gaat voor de in te pakken rollen bepalen op welke installatie deze het beste ingepakt kunnen worden. Dit wordt onder andere gebaseerd op de verpakingscode en de afmetingen van de rol. Aan de hand hiervan kan een transport opdracht en een werkuitgifte gemaakt worden. Hierdoor kan de beschikbare capaciteit van het inpakken efficiënter gebruikt worden. Over de verwachte winst die hiermee te behalen valt is meer te lezen in Bijlage L. Aangezien er al een projectgroep bezig is met de ontwikkeling en implementatie van dit deel van de beheersingsstructuur zal dit in dit verslag niet verder worden behandeld.

6.2.3 Beheersing voorraden

Het doel van de beheersing van de tussenvoorraden is om er voor te zorgen dat de tussenvoorraden geen stilstanden van de hoofdininstallaties veroorzaken. Om dit te bereiken zullen invoer en uitvoer van de tussenvoorraden proactief aangestuurd moeten worden.

Om te bepalen wanneer en hoe moet worden ingegrepen is informatie nodig over de geplande productie van de hoofdininstallaties, de voorraadnormen, de verwachte productie van het afwerken en het inpakken, de transport capaciteit en de actuele voorraad. In paragraaf 6.3 zal worden toegelicht hoe deze informatie wordt verzameld en verwerkt in het voorraadmodel.

6.3 Voorraadmodel

Het ontwikkelde model is een belangrijk onderdeel van de ontworpen beheersingsstructuur. Het model geeft inzicht in de verwachte ontwikkeling van de voorraden en met behulp van het model kan ook

inzichtelijk worden gemaakt wat het resultaat van een eventuele ingreep zal zijn (punt 4 van de eisen die worden gesteld aan een goede beheersing). Hierdoor is het ook mogelijk om een planning te maken met behulp van het model.

Om dit mogelijk te maken heeft het model de invoer van bepaalde informatie nodig. Welke informatie dit is zal worden besproken in paragraaf 6.3.1. Hoe de verwachte ontwikkeling van de voorraad inzichtelijk kan worden gemaakt met behulp van het model zal worden besproken in paragraaf 6.3.2. In paragraaf 6.3.3 zal worden besproken hoe er vervolgens kan worden ingegrepen.

6.3.1 Invoer (informatie)

De informatie die het systeem binnen komt heeft betrekking op de productie, de voorraden en de transporten. Op basis van deze informatie kunnen de verwachte voorraden in de toekomst worden berekend en kan worden bepaald of er moet worden ingegrepen.

Productie

De productieplanning van de beitsbanen, de koudwalsen, de verzinklijnen en de gloeierij is per dag vastgelegd in het 7 dagenplan (Bijlage I). Het model gebruikt deze productieplanning als invoer om de verwachte productie te bepalen. In het 7 dagenplan is per product-familie per 24 uur aangegeven hoeveel ton er in totaal geproduceerd gaat worden. Aan de hand van de product-familie bepaalt het model wat de volgende bestemming van het materiaal zal zijn. In het model wordt gebruik gemaakt van een gemiddeld rolgewicht om op basis van het totale gewicht te bepalen hoeveel rollen er op een dag geproduceerd gaan worden. Deze gemiddelde gewichten zijn per product-familie berekend op basis van de productie in het boekjaar 2012/2013.

De productieplanning van het afwerken en inpakken is niet opgenomen in het 7 dagenplan. Om de totale instroom en uitstroom van materiaal van en naar de tussenvoorraden te bepalen zal ook de verwachte productie van deze afdelingen bekend moeten zijn. Daarom is bepaald wat de gemiddelde productie van deze installaties op een dag is, deze waardes zijn opgenomen in het model. Indien er reden is om hiervan af te wijken kan dit door de gebruiker eenvoudig worden aangepast. Hier zal bij de werking nog op terug worden gekomen.

Voorraden

De productieplanning die wordt ingelezen in het model geeft aan hoeveel er per 24 uur geproduceerd gaat worden. Een productie dag loopt van 6.00 uur 's ochtends tot de volgende dag 6.00 uur. Om een uitgangspositie van de voorraden te hebben zal dus bekend moeten zijn hoe de voorraad er om 6.00 uur uit ziet. Om dit te bepalen worden de gegevens van de voorraden iedere dag om 6.00 uur uit het overkoepelende informatiesysteem gehaald. Hierbij wordt per hal geïnventariseerd hoeveel rollen er liggen en wat de bestemming van deze rollen is. De code die hiervoor wordt gebruikt is terug te vinden in Bijlage Q.

Bij de beheersing van de voorraden moet rekening worden gehouden met de opslagcapaciteit van de hallen. Daarom zijn er voorraadnormen gedefinieerd en opgenomen in het model. Deze normen komen grotendeels overeen met de opslagcapaciteit van de hallen, in sommige hallen is echter een onderverdeling gedefinieerd voor rollen met een bepaalde bestemming of afkomst. Deze normen worden gebruikt bij het bepalen van de transporten.

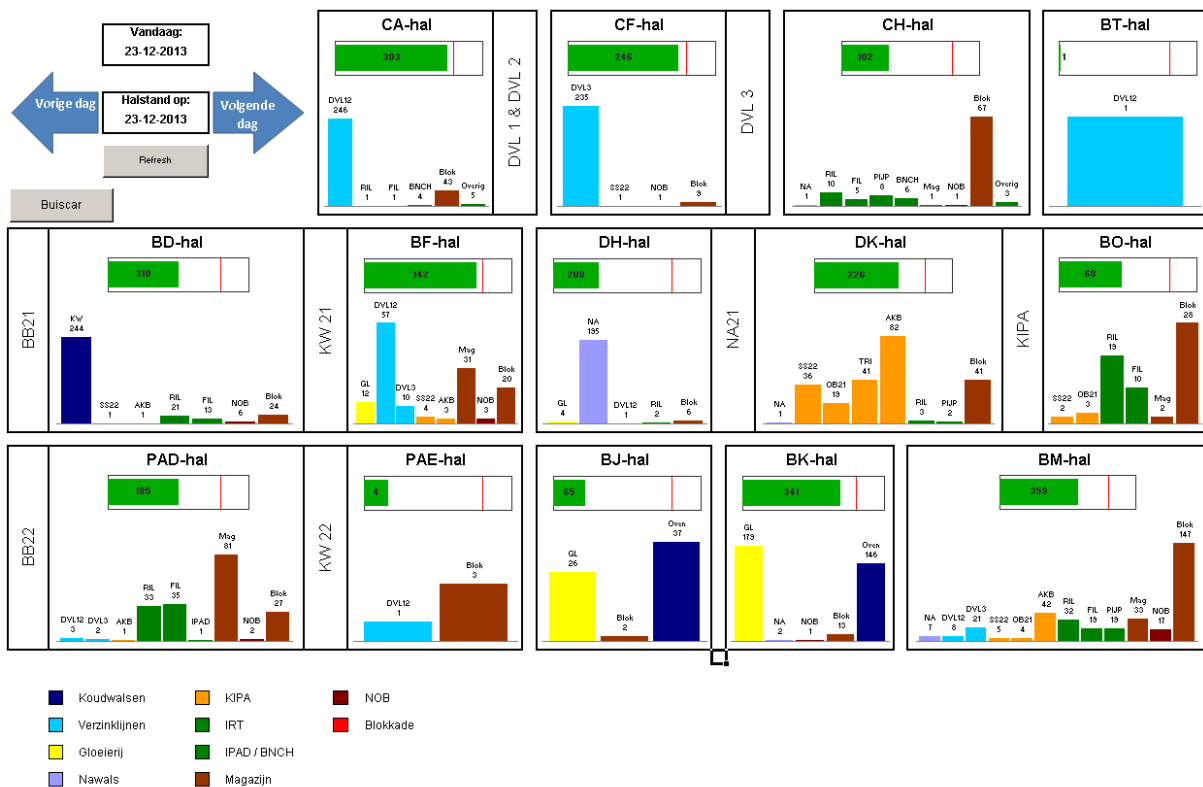
Transport

Bij het transport wordt onderscheid gemaakt tussen interne en externe transporten. Het aantal rollen dat per wacht vervoerd moet worden met externe transporten is grotendeels vastgelegd in de ketenafspraken. Deze afspraken zijn opgenomen in het model. Indien er reden is om hiervan af te wijken kunnen deze aantallen door de gebruiker worden aangepast.

Om de invoer en uitvoer van de buffers zo goed mogelijk in balans te brengen bepaalt het model welke interne transporten moeten worden uitgevoerd. Hierbij wordt rekening gehouden met de capaciteit van de interne transportmiddelen. Voor de capaciteit van deze transporten zijn standaarden opgenomen in het model, deze kunnen naar wens worden aangepast.

6.3.2 Voorraad berekenen

Wanneer het model wordt geopend worden de productieplanning en de voorraad van die ochtend ingelezen in het model. De voorraad wordt gepresenteerd in een visueel overzicht zoals te zien is in Figuur 6.2. Hierin is te zien wat de bezettingsgraad van iedere hal is. Daarnaast is per hal te zien wat de bestemming van alle rollen in de hal is. De mogelijke bestemmingen bestaan uit alle installaties binnen de Koudbandwalserij, de verzinklijnen en het eindmagazijn. Indien een rol is geblokkeerd is of om een andere reden geen bestemming heeft wordt de rol aangeduid als geblokkeerd (Blok). De kleuren geven aan wat de volgende bewerking van de rol is.



Figuur 6.2: Voorraad per hal en per bestemming

Om het model te laten bepalen hoe de voorraad er naar verwachting over 24 uur uit ziet moet op de knop 'Volgende dag' gedrukt worden. Wanneer de gebruiker dit doet verschijnen er een aantal invoerschermen met betrekking tot de productie en het transport. Hierin zijn de standaard waarden opgenomen die bekend zijn in het model, deze waarden kunnen worden aangepast indien er een afwijking is of wanneer ingegrepen moet worden om de halstanden te beheersen. Hier zal later in dit verslag een voorbeeld van behandeld worden. Wanneer alle waarden akkoord zijn gegeven door de gebruiker zal het model de verwachte voorraad gaan berekenen en presenteren, hierbij doorloopt het model een aantal stappen.

Stap 1: productie

Allereerst wordt de geplande productie van de installaties 'uitgevoerd'. Dit betekent dat het aantal rollen dat ingevoerd wordt uit de opslaghal voor de betreffende installatie worden gehaald. Het aantal geproduceerde rollen wordt toegevoegd aan de hal achter de installatie. Afhankelijk van de product-familie wordt meegegeven wat de volgende bewerking in het productieproces is. Het model kijkt hierbij nog niet naar de voorraadnormen, het realiseren van de productie is immers het doel.

Stap 2: Extern transport

De volgende stap is het uitvoeren van de externe transporten. Zoals eerder besproken zijn er afspraken gemaakt over het aantal rollen dat per wacht vervoerd moet worden. Indien deze rollen aanwezig zijn in de betreffende hallen zal het model deze transporten uitvoeren. Dit betekent dat de rollen uit de afkomst hal worden gehaald en worden toegevoegd aan de hal van bestemming. Aangezien dit vaste afspraken zijn neemt het model in dit geval ook nog geen voorraadnormen in acht.

Stap 3: Intern transport

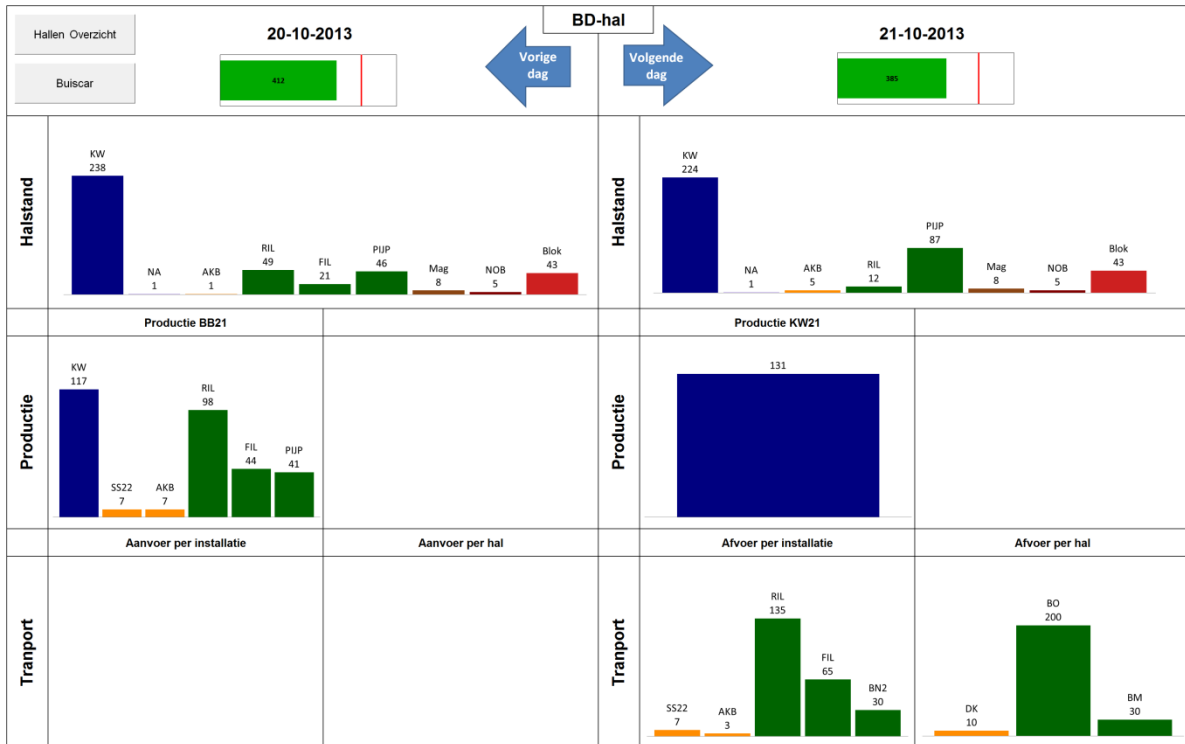
Vervolgens bepaalt het model welke interne transporten plaats moeten vinden om er voor te zorgen dat de voorraden binnen de gestelde normen blijven. Hierbij wordt dus juist wel gekeken naar de voorraadnormen. Daarnaast houdt het model hierbij ook rekening met de transport capaciteit van de interne transportmiddelen. Het grootste deel van de interne transporten wordt uitgevoerd door de buiscar. Om er voor te zorgen dat de buiscar de juiste rollen gaat transporteren maakt het model een werkuitgifte voor de buiscar. Dit is een lijst met daarop een overzicht van de uit te voeren transporten, een voorbeeld hiervan is te zien in Bijlage R. Tot op heden was er nog geen werkuitgifte voor de buiscar.

Stap 4: Visualisatie

De laatste stap betreft het visualiseren van de resultaten. De verwachte tussenvoorraden worden gepresenteerd in het overzicht. Het is hierbij direct zichtbaar of er moet worden ingegrepen of niet. Indien de totale voorraad in een hal niet aan de norm voldoet zal deze namelijk rood zijn, wanneer deze wel aan de norm voldoet is deze groen.

Om extra inzicht te krijgen in de reden van de te volle hal kan op de betreffende hal worden geklikt. Hierdoor wordt naar een ander scherm geschakeld waarop gedetailleerde informatie staat over de betreffende hal. Dit scherm geeft een overzicht van de totale voorraad aan het begin en eind van de dag. Daarnaast is te zien hoeveel rollen er de hal binnen zijn gekomen en de hal uit zijn gegaan als gevolg van productie en transport, daarbij is ook te zien wat de komst en bestemming van de rollen is. In Figuur 6.3 is dit scherm van de BD-hal te zien. Hierin is duidelijk te zien dat de voorraad van de hal binnen de gestelde norm blijft. Beitsbaan 21 gaat volgens het model 117 rollen voor Koudwals 21 en 183 rollen voor de Inpakkerij produceren. Koudwals 21 zal 131 rollen afnemen uit de BD-hal. Om

aan voorraad norm te voldoen worden er in dit voorbeeld 230 rollen naar de Inpakkerij getransporteerd.



Figuur 6.3: Extra inzicht BD-hal

6.3.3 Ingreep

Het model zal niet altijd tot een situatie komen waarin aan alle normen wordt voldaan. Dit heeft vaak te maken met de externe transporten die standaard worden uitgevoerd. In dit geval zal er moeten worden ingegrepen om tot een beheerste situatie te komen. Dit geldt zowel voor het model als voor de werkelijkheid. Het model kan worden gebruikt om te testen welke ingreep zorgt voor een beheerste situatie waarin aan alle normen wordt voldaan, vervolgens kan deze ingreep in de praktijk worden uitgevoerd.

Er kan op een twee manieren worden ingegrepen. De meest voor de hand liggende ingreep is het aanpassen van transporten om op deze manier de invoer en uitvoer met elkaar in balans te brengen. Een andere mogelijk ingreep is het verhogen van de inpak capaciteit door het tijdelijk inhuren van extra personeel. Dit personeel kan in worden gezet in de Pijp om de uitvoer van de BM- en BO-hal te verhogen. Het is ook een optie om dit personeel rollen in te laten pakken in de CH-, PAD- of BD-hal. Hiermee wordt de instroom van materiaal naar de BM- en BO-hal verkleind.

6.4 Onzekerheden voorraadmodel

De Koudbandwalserij en Coated Products vormen een complexe productieomgeving met vele factoren die het productieproces kunnen beïnvloeden. Om het mogelijk te maken om de verwachten voorraden te kunnen berekenen zijn een aantal aannames gedaan. Het voorraadmodel is een vereenvoudiging van de werkelijke situatie, hierdoor zijn er een aantal onzekerheden in het voorraadmodel.

6.4.1 Ongeplande stilstanden

In het voorraadmodel is de productie van de hoofdininstallaties gebaseerd op de productieplanning. De productie van de overige installaties is gebaseerd op gegevens uit het verleden of de invoer van de gebruiker. Bij beide methoden wordt geen rekening gehouden met ongeplande stilstanden van de installaties. In de praktijk zijn er allerlei factoren die er voor kunnen zorgen dat een installatie ongepland stil komt te staan. Hierdoor kan de berekende productie afwijken van de werkelijke productie.

6.4.2 Bepalen bestemming

Om te bepalen naar welke installatie of hal een rol getransporteerd moet worden zal in het model bekend moeten zijn wat de volgende bestemming van een rol is. Voor de rollen in de voorraad wordt de eerst volgende bestemming bepaald bij het inlezen van de voorraad. De bestemming van de rollen die geproduceerd gaan worden op de hoofdininstallaties kan grotendeels gebaseerd worden op de productieplanning. Voor de rollen die worden geproduceerd bij het nawalsen, afwerken en inpakken is dit echter niet mogelijk aangezien deze niet zijn opgenomen in de productieplanning. Om toch een bestemming mee te kunnen geven aan een rol is van het boekjaar 2012/2013 geanalyseerd hoe de procentuele verdeling van de bestemmingen van de rollen die afkomstig waren van deze installaties er uit zag. Op basis van deze verdeling geeft het model een bestemming mee aan de geproduceerde rollen. In de productieplanning is ook niet vast gelegd op welke installatie een rol ingepakt moet worden. Voor deze rollen wordt de installatie van bestemming op dezelfde manier bepaald. Door deze methode kunnen de bestemmingen van de rollen enigszins afwijken van de realiteit. In de praktijk valt van te voren echter ook niet met 100% zekerheid te zeggen wat de bestemming van een rol zal worden.

6.4.3 Voorraad inlezen

De voorraad aan het begin van de dag wordt ingelezen uit het overkoepelde informatie systeem. Deze gegevens blijken in de praktijk niet helemaal overeen te komen met de werkelijkheid. Dit is een bekend probleem binnen de organisatie en er wordt gewerkt aan een aantal verbeteringen om dit te verhelpen. Het verhelpen van dit probleem valt buiten de scope van dit onderzoek. Om er toch voor te zorgen dat de informatie in het model betrouwbaar is zijn een aantal filters ingebouwd om de grootste afwijkingen bij het inlezen van de voorraad buiten beschouwing te laten. Deze filters zijn opgenomen

in de code in Bijlage Q. Ook met deze filters kan de data afwijken van de werkelijkheid, maar deze afwijkingen beperken zich tot enkel rollen per hal.

6.4.4 Bepalen aantal rollen

Binnen de Koudbandwalserij en Coated Products wordt de productie van de installaties, met uitzondering van de Inpakkerij, uitgedrukt in gewichtseenheden. Ook de geplande productie is in tonnen opgenomen in de productieplanning. Aangezien de normen voor de bezetting van de hallen het beste kunnen worden uitgedrukt in aantal rollen is er voor gekozen om in het voorraadmodel te rekenen met aantal rollen in plaats van in tonnen. Om de geplande productie (in tonnen) om te rekenen naar aantal rollen wordt gebruik gemaakt van een gemiddeld rolgewicht per bestemming. Deze gemiddeldes zijn berekend op basis van de productie in het boekjaar 2012/2013. Door de berekening op basis van gemiddeld rolgewicht kan de productie in het voorraadmodel een aantal rollen afwijken van de werkelijke productie.

6.4.5 Interval 24 uur

Bij de ontwikkeling van het voorraadmodel is besloten om de productie van de hoofdininstallaties in het model te baseren op het 7 dagenplan. Hier is voor gekozen aangezien er in het 7 dagenplan voor meerdere dagen is vastgelegd wat de geplande productie is. Het was ook mogelijk om de productie in het model te baseren op de werkuitgiftes van de installaties. Hier is niet voor gekozen aangezien de geplande productie in de werkuitgiftes van sommige installaties slechts voor een aantal uren is vastgelegd. Hierdoor zou de mogelijke tijd om in te grijpen te kort zijn.

Het nadeel van het baseren van de productie op het 7 dagenplan is dat de interval van de informatie 24 uur is. Dit betekent dat er met het model alleen kan worden bepaald hoe de voorraad er naar verwachting over 24, 48 of 72 uur uit ziet. Hierdoor worden pieken in de voorraden die tussentijds optreden niet inzichtelijk. In de aanbevelingen zal hier op terug worden gekomen.

6.5 Evaluerende functie

De productieprocessen binnen de Koudbandwalserij en Coated Products vormen een complexe geheel met vele factoren die in de loop van de tijd kunnen veranderen en het productie- en logistieke proces kunnen beïnvloeden. Het voorraadmodel is een vereenvoudiging van deze complexe werkelijkheid op een bepaald moment in de tijd. Het doel van het voorraadmodel is om inzicht te krijgen in de verwachte ontwikkeling van de voorraad en op basis hiervan in te grijpen om tot een beheerste uitgangssituatie te komen. Om er voor te zorgen dat deze gewenste uitgangssituatie ook bereikt kan worden bij wijzigende omstandigheden, zal er een evaluerende functie aan het model toegevoegd moeten worden.

Op het moment dat er bij gebruik van de model toch stilstanden ontstaan als gevolg van volle tussenvoorraden zal onderzocht moeten worden waardoor dit veroorzaakt wordt. Op basis hiervan kan

het model verbeterd worden door gemaakte aannames of gestelde normen aan te passen. Om uit te kunnen zoeken waar het verschil tussen het model en de werkelijkheid door wordt veroorzaakt, wordt in het model opgeslagen wat de verwachte productie, de verwachte voorraad en het geplande transport is.

Aangezien de problemen met de beheersing van de tussenvoorraden in de toekomst kunnen verschuiven naar andere opslaghallen is ervoor gekozen om alle opslaghallen binnen het probleemgebied op te nemen in het voorraadmodel.

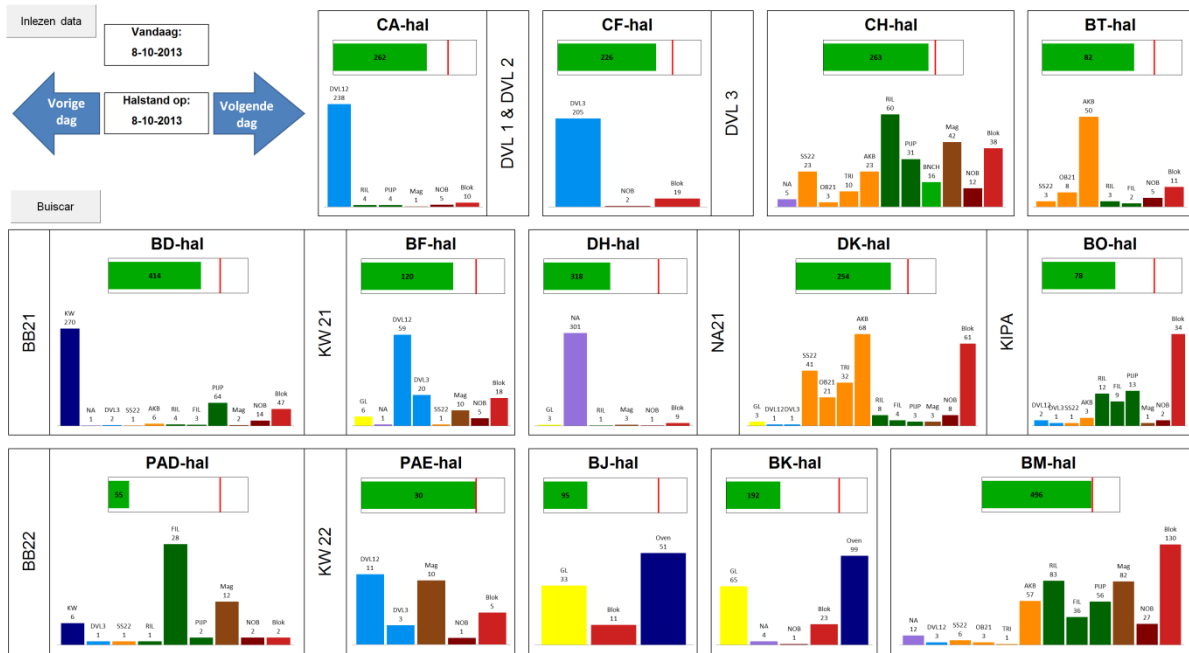
6.6 Validatie voorraadmodel

Om het ontwikkelde voorraadmodel te testen is gekeken of de stilstanden van Beitsbaan 21 voorkomen of verminderd hadden kunnen worden door gebruik te maken van de inzichten die het model verschaft. De stilstanden van Beitsbaan 21 als gevolg van een volle BD-hal vonden plaats in september en oktober van 2013. De langste stilstand vond plaats op 8 en 9 oktober 2013. In paragraaf 6.6.1 is voor deze stilstand onderzocht of deze voorkomen of verminderd had kunnen worden door gebruik te maken van het model en in te grijpen op de transporten. In paragraaf 6.6.2 is voor de stilstand op 16 september onderzocht welke ingrepen nodig zijn om deze te voorkomen. De conclusie van deze testcases is opgenomen in paragraaf 6.6.3.

6.6.1 Wijzigen transporten

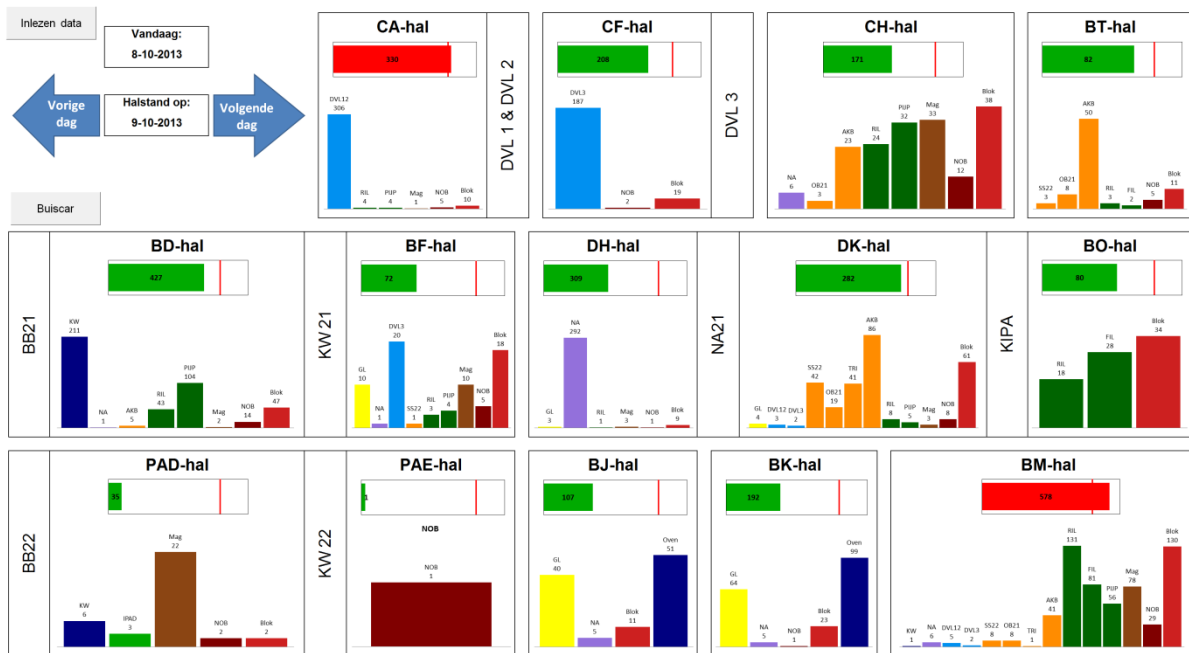
Op 8 en 9 oktober 2013 heeft Beitsbaan 21 in totaal bijna 500 minuten stil gestaan als gevolg van een volle BD-hal. De gemiste winst als gevolg van deze stilstand wordt geschat op 74 duizend euro. Voor deze situatie is onderzocht of deze stilstand voorkomen of verminderd had kunnen worden door gebruik te maken van het voorraadmodel. In Figuur 6.4 is de halstand op 8 oktober om 6.00 uur te zien. De bezettingsgraad van de hallen binnen het probleemgebied is hier al vrij hoog.

Door op de knop volgende dag te drukken rekt het model uit hoe de halstanden er uit komen te zien als de geplande productie wordt gerealiseerd en de afspraken met betrekking tot de externe transporten worden gehandhaafd. Dit geeft het verwacht beeld van de halstanden zoals te zien is in Figuur 6.5. Hierin is te zien dat de CA-hal en de BM-hal niet aan de norm zullen voldoen wanneer de productie en transporten op de berekende wijze zullen worden uitgevoerd. Er zal dus ingegrepen moeten worden om er voor te zorgen dat de tussenvoorraden geen stilstanden van hoofdinstanties veroorzaken.



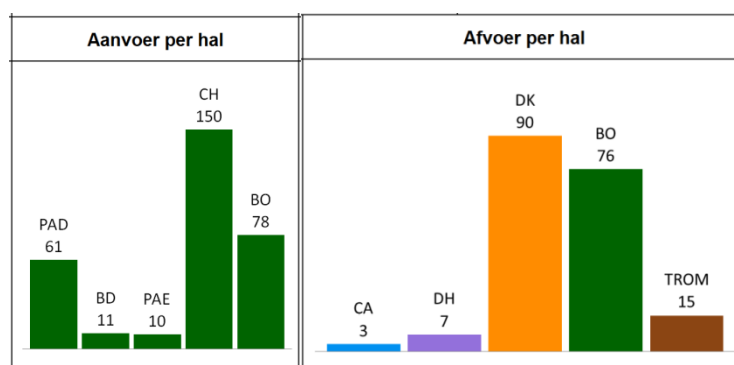
Figuur 6.4: Halstand op 08-10-2013 om 6.00 uur

De problemen met de bezetting van de hallen lijken zich niet te concentreren op de BD-hal, maar op de BM-hal. Dit komt doordat de afvoer van materiaal vanaf de BD-hal naar de inpak installaties in het model al voorrang krijgt op het materiaal vanuit de BM-hal, om te voorkomen dat Beitsbaan 21 stil valt. De problemen met de bezetting van de CA-hal hebben geen directe invloed op de stilstand van de beitsbaan. Deze zullen daarom niet uitgebreid behandeld worden.



Figuur 6.5: Verwachte halstand op 09-10-2013 om 6.00 uur

Zoals in paragraaf 6.3.2 is uitgelegd kan in het model op een hal worden ingezoomd om extra inzicht te krijgen in de oorzaak van een overvolle hal. Door in te zoomen op de BM-hal is onder andere het overzicht van de transporten van en naar deze hal te zien. Figuur 6.6 geeft een overzicht van de verwachte transporten met de bijbehorende afkomst en bestemming hier van. Hieruit blijkt dat het grootste deel van de rollen die binnen komen in de BM-hal afkomstig zijn van de CH-, PAD- en BO-hal. Het grootste deel van de rollen afkomstig van de BO-hal zijn rollen die in de Pijp ingepakt moeten worden. Deze gaan in het model vanuit de BO-hal via de BM-hal naar de Pijp, dit is een stroom die niet gewijzigd kan worden zonder problemen te veroorzaken in de BO-hal. Er zal dus gekeken moeten worden of de instroom van materiaal vanuit de CH- of PAD-hal verminderd kan worden. In Figuur 6.5 is duidelijk te zien dat de transporten vanuit de CH- en PAD-hal niet strikt noodzakelijk zijn, aangezien er aan het einde van de dag voldoende opslag capaciteit beschikbaar is in deze hallen.



Figuur 6.6: Verwachte aanvoer en afvoer BM-hal

In het overzicht van de afvoer valt vooral op dat er maar 15 rollen vanuit de BM-hal naar het magazijn (TROM) worden afgevoerd, terwijl er aan het begin van de dag ruim 80 rollen liggen die het magazijn als bestemming hebben. Dit aantal van 15 rollen is als standaard opgenomen in het model, aangezien dit bij normale omstandigheden voldoende zou moeten zijn om een goede doorstroom van dit type product te realiseren. In deze situatie zal dit aantal dus aangepast moeten worden om een beheerste situatie te creëren.

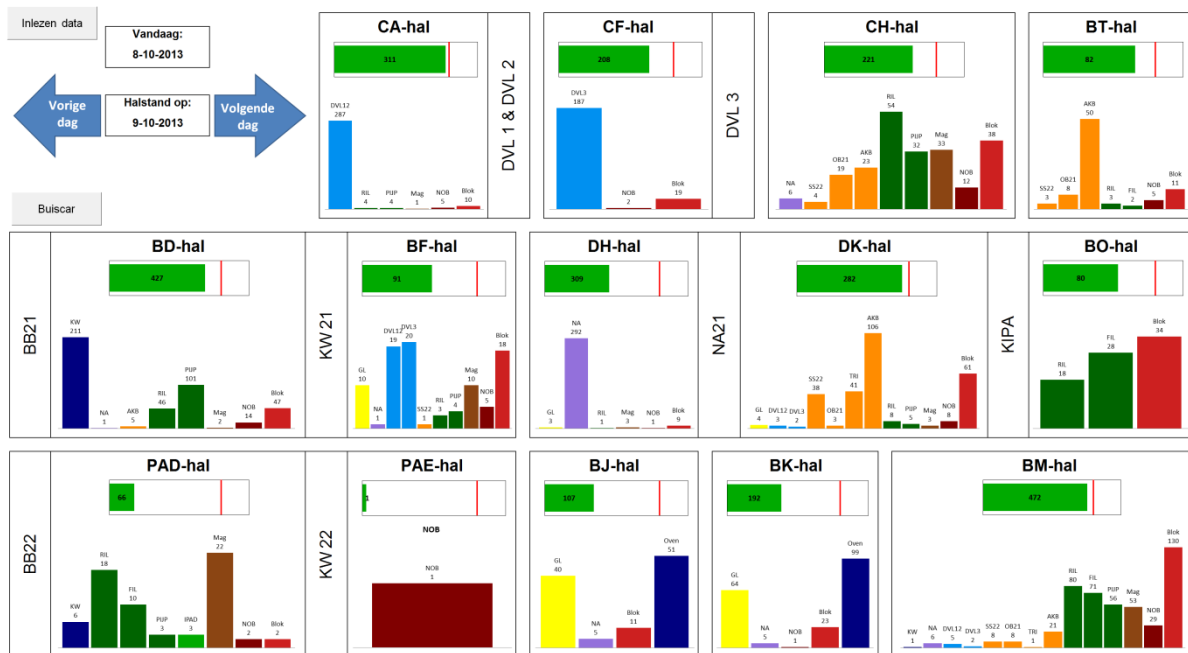
Tabel 6.1: Ingreep op transporten

Transport [aantal rollen]	Standaard	Na ingreep
CH naar DK	60	40
CH naar BM	90	60
PAD naar BM	61	30
BM naar TROM	15	40
BF naar CA	59	40

De problemen bij de beheersing van de hallen komen in deze situatie dus voort uit de hoge instroom van materiaal uit de CH- en PAD-hal en de beperkte afvoer van materiaal uit de BM-hal naar het

eindmagazijn. Om tot een beheerste situatie te komen zullen een aantal ingrepen in de transporten moeten worden doorgevoerd. Met behulp van het model is bepaald welke ingrepen dit moeten zijn, deze zijn te zien in Tabel 6.1.

Deze aanpassing van de transporten zorgen er voor dat de voorraad 24 uur later nog steeds beheerst is (zie Figuur 6.7) en dat de geplande productie van de hoofdinstallaties uitgevoerd kan worden.

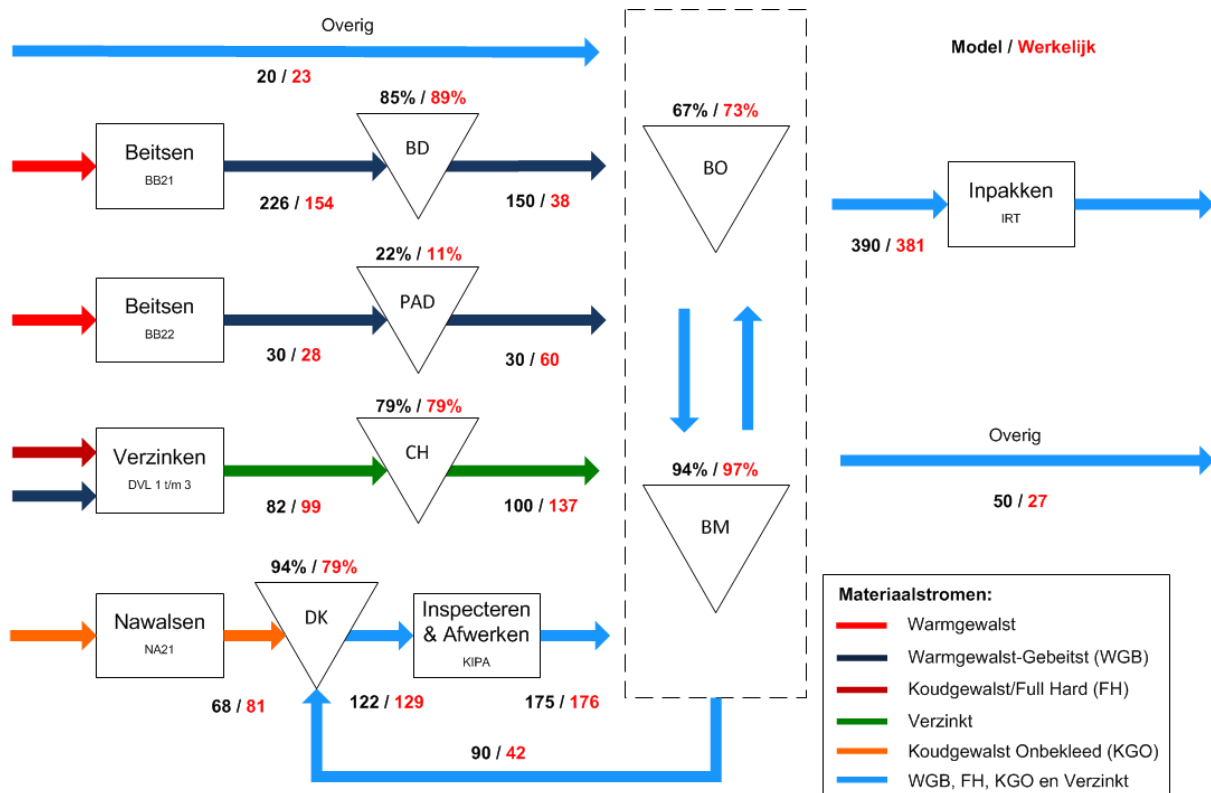


Figuur 6.7: Verwachte halstand op 09-10-2013 met ingrepen

Deze ingrepen zullen dus ook in werkelijkheid moeten worden uitgevoerd. In dit geval betekent dit dat de transporten van de CH-hal en PAD-hal af zullen moeten wijken van de gemaakte ketenafspraken en dat de kraan in de BM-hal opdracht zal moeten krijgen om meer rollen af te voeren naar het eindmagazijn dan gebruikelijk. De interne transporten met de buiscaar zullen moeten worden uitgevoerd aan de hand van de transportplanning voor de buiscaar (Bijlage R).

Om te bepalen waarom er in de praktijk een langdurige stilstand bij de Beitsbaan 21 heeft plaatsgevonden zullen de gegevens uit het model worden vergeleken met de werkelijkheid. In Figuur 6.8 zijn zowel de werkelijke als geplande productie, transporten en bezetting van de hallen aan het einde van de dag weergegeven. Hierin is te zien dat de geplande productie van alle installaties, met uitzondering van Beitsbaan 21, redelijk overeen komt met de werkelijkheid. Zoals besproken in paragraaf 0 kunnen kleine afwijkingen in de productie het gevolg zijn van afwijkende rolgewichten of stilstanden. Bij de transporten zijn, zoals verwacht, een aantal grotere afwijkingen te zien. Er is niet ingegrepen op de transporten vanuit de PAD- en CH-hal, hierdoor zijn er in totaal 67 rollen meer binnen gekomen in de BM-hal dan volgens het model gewenst. Ook bij de afvoer vanuit de BM-hal zijn een duidelijke verschillen te zien. Enerzijds heeft dit te maken met de beperkte afvoer van rollen naar het eindmagazijn, hier is vermoedelijk niet actief op gestuurd. Maar ook de stroom van materiaal van

de BM-hal naar de DK-hal is achter gebleven. Het model heeft niet aangegeven dat er ingegrepen moest worden op deze stroom, dit komt voort uit het feit dat deze stroom onder de beheersing van het afwerken valt, zoals besproken in paragraaf 6.2.1. Gezamenlijk zorgen deze afwijkingen er voor dat er maar 38 gebeitste rollen vanuit de BD-hal naar de BO- en BM-hal getransporteerd konden worden in plaats van de 150 rollen die nodig waren om Beitsbaan 21 volgens de productieplanning te laten draaien.



Figuur 6.8: Berekende en werkelijke situatie

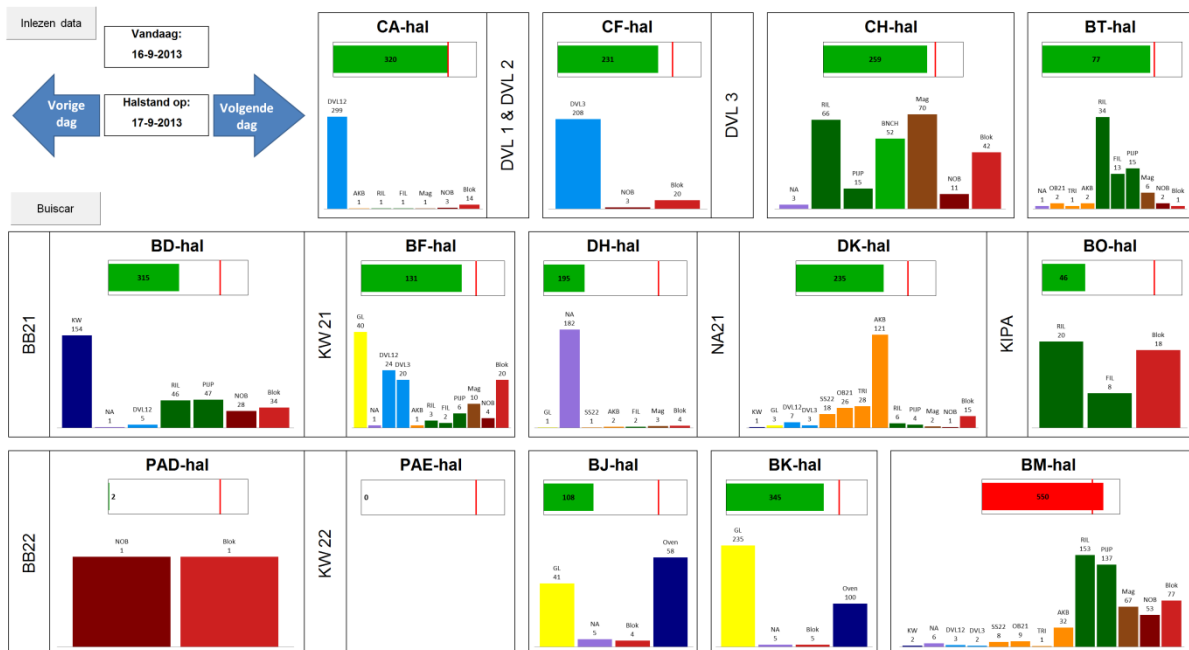
De ingreep op de transporten heeft natuurlijk ook invloed op de bezettingsgraad van de hallen. Het is duidelijk te zien dat de PAD- en DK-hal een hogere bezettingsgraad hebben wanneer er wordt gehandeld op basis van het model. Bij de CH-hal is het verschil in het geplande en werkelijke transport niet terug te zien in de bezettingsgraad. Dit is deels te verklaren doordat de productie van de verzinklijnen in werkelijkheid iets groter was dan verwacht op basis van het productieplan. Daarnaast worden er ook in de CH-hal rollen ingepakt en verzonden, hier zijn in de praktijk blijkbaar minder rollen ingepakt en verzonden dan verwacht.

Om te bepalen of de ingrepen ook tot een langdurige oplossing leiden kan met het model een aantal dagen vooruit worden gekeken wat de verwachte ontwikkeling van de voorraden is en welke ingrepen nodig zullen zijn om de voorraden te beheersen. Dit is ook gedaan voor de situatie van 8 oktober 2012, hieruit blijkt dat er met de juist ingrepen voor gezorgd kan worden dat de voorraden 48 uur later ook nog aan de normen kunnen voldoen.

6.6.2 Extra personeel

In de vorige testcase is alleen ingegrepen op de transporten, dit was voldoende om de voorraden te beheersen en de geplande productie van de hoofdininstallaties uit te voeren. Het ingrijpen op de transporten zal niet altijd voldoende zijn om de voorraden aan de norm te laten voldoen. Zoals eerder is besproken is het in zo'n geval ook mogelijk om de capaciteit van het inpakken te verhogen door extra personeel in te zetten in de Pijp. Een dergelijke situatie deed zich voor op 16 september 2013, met een stilstand van Beitsbaan 21 van 306 minuten tot gevolg.

Met behulp van het voorraadmodel is getracht om de transporten dusdanig aan te passen dat de voorraden aan de normen zouden voldoen. Het best mogelijke resultaat is te zien in Figuur 6.9. Hierin valt op dat de voorraad in de BM-hal met een totale bezetting van 550 rollen nog steeds boven de norm van 500 rollen uit komt. Dit komt doordat er in dit geval niet ingegrepen kan worden in de transporten vanuit de PAD- en CH-hal naar de BM-hal. Er is in dit geval geen transport vanuit de PAD-hal naar de BM-hal omdat hier geen voorraad is. Het transport vanuit de CH-hal naar de BM-hal kan niet worden vermindert omdat de CH-hal zelf al tegen de maximale bezetting aan zit. Er is wel al ingegrepen op het transport van rollen van de BM-hal naar het eindmagazijn.



Figuur 6.9: Verwachte halstand 17-09-2013

De enige manier om er voor te zorgen dat er geen stilstand van een hoofdininstallatie zal ontstaan is het verhogen van de capaciteit van het inpakken, door extra personeel in te zetten in de Pijp. Hiermee wordt de afvoer van materiaal uit de BM-hal verhoogd. In het hallenoverzicht is te zien dat er 137 rollen in de BM-hal liggen die ingepakt moeten worden in de Pijp. De bezetting van de hal zal weer aan de norm voldoen als er minimaal 50 rollen extra worden ingepakt. Een persoon kan per wacht gemiddeld zo'n 25 rollen van een kale verpakking voorzien in de Pijp.

In het geval er gedurende 24 uur 1 extra persoon wordt ingezet in de Pijp zullen er zo'n 75 rollen extra worden ingepakt. De kosten van dit personeel liggen rond de €30,- per uur. De totale kosten voor de inzet van dit extra personeel liggen dus rond de €720,-. Door deze investering kan de stilstand van de beitsbaan voorkomen worden. De gemiste inkomsten als gevolg van de stilstand van de beitsbaan zijn €45.900,-. De kosten van de inhuur van extra personeel zijn in dit geval dus 1,6% van de gemiste inkomsten als gevolg van de stilstand van de beitsbaan.

Wanneer met behulp van het model inzichtelijk kan worden gemaakt dat er extra capaciteit bij het inpakken nodig is om een stilstand van de beitsbaan te voorkomen is dit dus een investering die zichzelf ruim terug betaald. In de huidige situatie is er onvoldoende inzicht om te bepalen wanneer er daadwerkelijk extra personeel nodig is.

6.6.3 Conclusie validatie

Het ontwikkelde voorraadmodel maakt het mogelijk om de tussenvoorraden proactief aan te sturen. Op basis van de productieplanning, de huidige voorraden en de geplande transporten maakt het model inzichtelijk hoe de voorraad er 24 uur later naar verwachting uit zal zien. Hieruit kan worden opgemaakt of de productie van de hoofdininstallaties belemmerd zal worden door volle tussenvoorraden. Op basis van deze informatie kan worden besloten om de geplande transporten aan te passen of extra productiecapaciteit bij het inpakken te creëren. Met behulp van dit inzicht en de mogelijkheid om in te grijpen kunnen de tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products zo beheerst worden dat stilstanden van de hoofdininstallaties voorkomen kunnen worden. Om dit te valideren is het voorraadmodel getest op twee situaties waarbij er een stilstand van de Beitsbaan 21 is ontstaan als gevolg van volle tussenvoorraden.

De langst gemeten stilstand van Beitsbaan 21 vond plaats op 8 en 9 oktober 2013. De totale stilstand bedroeg 494 minuten en de gemiste winst als gevolg van deze stilstand wordt geschat op 74 duizend euro. Het voorraadmodel heeft inzichtelijk gemaakt dat de voorraadniveaus van de tussenvoorraden in deze situatie niet aan de normen zouden voldoen indien er niet ingegrepen zou worden. Het was dus ruim van te voren duidelijk dat er ingegrepen moest worden om een stilstand van de hoofdininstallaties te voorkomen. Met behulp van het model is bepaald welke ingrepen uitgevoerd hadden moeten worden om er voor te zorgen dat de stilstand van de beitsbaan voorkomen had kunnen worden. Door de productie en transporten die bepaald zijn met behulp van het model te vergelijken met de werkelijke productie en transporten is duidelijk geworden dat er in werkelijkheid niet adequaat is ingegrepen. Aan de hand van deze testcase is aangetoond dat de ontwikkelde beheersingsstructuur het mogelijk maakt om stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg van de tussenvoorraden te voorkomen door in te grijpen in op de transporten.

Daarnaast is het ook mogelijk om in te grijpen door de capaciteit van het inpakken tijdelijk te verhogen. Dit bleek noodzakelijk in de testcase van 16 september 2013. Om de stilstand van de

Beitsbaan 21 te voorkomen moest extra personeel worden ingezet bij het inpakken. De kosten hiervan bedroegen 1,6% van de gemiste inkomsten als gevolg van de stilstand van de beitsbaan.

Aan de hand van deze testcases is niet te bepalen hoe vaak het model in staat zal zijn om tot een beheersbare situatie te komen door alleen in te grijpen op het transport en hoe vaak er ook extra personeel ingezet zal moeten worden. In het beste geval zal er nooit extra personeel ingehuurd hoeven worden en kan 100% van de stilstanden voorkomen worden door op basis van de ontwikkelde beheersingsstructuur in te grijpen op de transporten. In het slechtste geval zal er altijd extra personeel ingezet moeten worden. Uit de tweede testcase is gebleken dat de kosten van de inhuur van extra personeel ongeveer 1,6% van de gemiste inkomsten bedragen.

De totale gemiste inkomsten als gevolg van de stilstand van beitsbaan 21 in 2013 worden geschat op 250 duizend euro. In het slechtste geval had er dus 246 duizend euro aan extra inkomsten gegenereerd kunnen worden als er gebruik was gemaakt van het model.

Uit de resultaten kan worden geconcludeerd dat de stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg van de tussenvorraden voorkomen kunnen worden door gebruik te maken van de ontwikkelde beheersingsstructuur. Het voorraadmodel kan gebruikt worden om de transporten voor de komende 24 of 48 uur te plannen en om te bepalen of extra inpak capaciteit noodzakelijk is.

7 Conclusie en aanbevelingen

De doelstelling is aan het begin van het onderzoek als volgt geformuleerd:

"Analyseer de oorzaak van de volle tussenvoorraden binnen de Koudbandwalserij en Coated Products en ontwerp een oplossing om de stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg hiervan te voorkomen."

In paragraaf 7.1 zal de conclusie van het onderzoek naar de oorzaak van de volle tussenvoorraden worden besproken. Daarnaast wordt ingegaan op het ontwerp en de verwachte resultaten van de gekozen oplossing. In paragraaf 7.2 zal worden besproken wat er op basis van het onderzoek wordt aanbevolen. Paragraaf 7.3 beschrijft het implementatieplan van het ontwikkelde voorraadmodel.

7.1 Conclusie

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat het mogelijk is om de stilstanden van de hoofdininstallaties als gevolg van volle tussenvoorraden te voorkomen met behulp van het ontwikkelde beheersingsstructuur.

Uit de analyse blijkt dat de beschikbare capaciteit van de hoofdfuncties niet volledig gebruikt wordt. Het niet volledig gebruiken van de beschikbare capaciteit van het koudwalsen wordt voornamelijk veroorzaakt door de beperkte capaciteit van het afwerken. Op dit moment wordt er gewerkt aan het verhogen aan de capaciteit van het afwerken door de bouw van een nieuwe installatie.

Het niet optimaal benutten van de capaciteit van het beitsen wordt veroorzaakt doordat er bij het maken van de productieplanning beperkt rekening wordt gehouden met de productiecapaciteit van het inpakken en de opslagcapaciteit van de tussenvoorraden. Hierdoor ontstaan fluctuaties in het aanbod voor het inpakken. Door de hoge bezettingsgraad van het inpakken kunnen deze fluctuaties niet direct verwerkt worden. Deze fluctuaties zullen moeten worden opgevangen door de tussenvoorraden.

De voorraad voor het afwerken en inpakken is verdeeld over zes opslaghallen. Deze buffers moeten er voor zorgen dat de productieprocessen in gewenste mate onafhankelijk van elkaar kunnen produceren. Dit betekent dat de voorraad dusdanig over de opslaghallen moet worden verdeeld dat er geen stilstanden van de installaties ontstaan. In de huidige situatie is er onvoldoende inzicht in de verwachte ontwikkeling van de voorraden om de transporten zo aan te sturen dat er geen stilstanden van de hoofdininstallaties ontstaan.

Het ontwikkelde voorraadmodel maakt op basis van de geplande productie en transporten inzichtelijk wat de verwachte ontwikkeling van de voorraden zal zijn. Daarnaast is het mogelijk om met behulp van het model te bepalen wat het effect van een ingreep op het systeem is. Aan de hand hiervan is het mogelijk om de transporten tussen de opslaghallen proactief aan te sturen en stilstanden van de

hoofdininstallaties te voorkomen. Indien er op basis van het model kan worden geconcludeerd dat er op deze manier geen beheerste situatie bereikt kan worden is het ook mogelijk om extra capaciteit bij het inpakken te creëren door het inzetten van extra personeel.

Het model is getest op twee situaties uit de praktijk waarbij een stilstand van Beitsbaan 21 plaats vond. In beide gevallen heeft het model inzichtelijk gemaakt dat de voorraden niet aan de normen zouden voldoen wanneer de geplande productie en transporten uitgevoerd zouden worden. In één situatie heeft het model laten zien dat het met een proactieve aansturing van de transporten mogelijk was geweest om de stilstand van de beitsbaan te voorkomen. In de andere situatie bleek dit niet mogelijk. Om de stilstand in dit geval te voorkomen had de capaciteit van het inpakken verhoogd moeten worden.

De totale gemiste inkomsten als gevolg van de stilstand van de beitsbaan in 2013 worden geschat op 250 duizend euro. In de tweede testcase bedragen de kosten van de inhuur van extra personeel ongeveer 1,6% van de gemiste inkomsten. Aangezien het niet altijd nodig is om extra personeel in te zetten tussen de 246 en 250 duizend euro aan extra inkomsten worden geregenereerd door gebruik te maken van het voorraadmodel.

7.2 Aanbevelingen

In dit onderzoek is aangetoond dat het ontwikkelde voorraadmodel inzichtelijk kan maken wanneer de voorraden niet aan de normen zullen voldoen. Daarnaast kan het model gebruikt worden om te bepalen hoe er moet worden ingegrepen om een beheerste situatie te creëren. Hiermee kunnen stilstanden van de hoofdininstallaties voorkomen worden. In de volgende paragrafen zal worden beschreven wat de aanbevelingen zijn om stilstanden als gevolg van volle tussenvoorraden te voorkomen.

7.2.1 Implementeren beheersingsstructuur

Om de voorraad beter te beheersen en stilstanden van de hoofdininstallaties te voorkomen wordt aanbevolen om de ontwikkelde beheersingsstructuur te implementeren. De volledige beheersingsstructuur bestaat uit de beheersing van het inpakken, de beheersing van het afwerken en de beheersing van de voorraden. Zoals beschreven in paragraaf 6.2 wordt er buiten dit onderzoek om al gewerkt aan de implementatie van de beheersing van het inpakken en afwerken. Het ontwikkelde en geteste voorraadmodel zal gebruikt moeten worden om de voorraden te beheersen. In paragraaf 7.3 wordt besproken hoe het model geïmplementeerd kan worden in de organisatie.

7.2.2 Verbeteringen voorraadmodel

In paragraaf 0 zijn een aantal onzekerheden van het voorraadmodel besproken. Om deze onzekerheden te verminderen kan het model verder worden gedetailleerd. Of dit daadwerkelijk nodig is om de voorraden goed te beheersen zal in de praktijk moeten blijken.

Als in de praktijk blijkt dat het wenselijk is om over gedetailleerdere informatie te beschikken is het aan te bevelen om onderzoek te doen naar het toevoegen van de informatie uit de werkuitgiftes van de installaties. In de werkuitgiftes is op rolniveau bekend wat een installatie gaat produceren. Op basis van deze gegevens kan een betrouwbaardere voorspelling worden gedaan over het aantal rollen dat geproduceerd gaat worden op een installatie. Daarnaast is het ook mogelijk om de volgende bestemming van een rol met een hogere zekerheid te voorspellen. Een ander voordeel is dat er in de werkuitgifte bekend is wat de volgorde van de te produceren rollen is. Op basis van deze informatie kan de interval van 24 uur worden verkleind naar bijvoorbeeld een wacht of een uur. Om dit te bereiken zal er ook gedetailleerde informatie met betrekking tot de transporten beschikbaar moeten zijn.

7.2.3 Vervolgonderzoek naar de productieplanning

Tijdens de analyse is geconstateerd dat er een grote spreiding zit in het aanbod van materiaal voor het inpakken. Om een productieproces te creëren dat beter te beheersen is wordt aanbevolen om een vervolg onderzoek te doen naar de mogelijkheid om de productie van de hoofdininstallaties meer in balans te brengen. Wanneer de productie van de hoofdininstallaties meer in balans is zal ook het aanbod voor het inpakken constanter zijn. De grootste stap kan worden gezet door het aantal rollen dat de beitsbanen produceren voor het inpakken per wacht constant te houden.

7.2.4 Integreeren voorraadmodel in 7 dagenplan

In het kader van dit onderzoek is het voorraadmodel als een losse module ontwikkeld. Er is echter een sterke samenhang met het 7 dagenplan dat door de afdeling Logistiek wordt gebruikt. Wanneer het voorraadmodel wordt geïntegreerd in het 7 dagenplan zou dit voordelen met zich mee kunnen brengen. Zo zou er bij het maken van het 7 dagenplan al kunnen worden ingeschat wat de gevolgen voor de voorraad op halniveau zouden zijn. Bij grote afwijkingen kan direct worden ingegrepen op het 7 dagenplan. Een nadeel is dat het maken van het 7 dagenplan complexer kan worden. Het wordt aanbevolen om de voor en nadelen verder te onderzoeken om te bepalen of het 7 dagenplan en het voorraadmodel geïntegreerd moeten worden.

7.3 Implementatieplan voorraadbeheersing

Het voorraadmodel zal gebruikt moeten gaan worden door de Chef van de Wacht van de Koudbandwalserij of zijn plaatsvervanger. Het model heeft namelijk betrekking op de voorraadbeheersing van de gehele Koudbandwalserij en op de personele bezetting binnen de Koudbandwalserij. Dit zijn zaken die onder de verantwoordelijkheid van de CvdW vallen.

De CvdW zal het model iedere ochtenddienst moeten raadplegen om een goed inzicht te krijgen in de verwachte ontwikkelingen van de voorraad. Dit zal moeten worden opgenomen in de standaard agenda van de CvdW. Het is hierbij van belang dat dit gebeurt nadat de afdeling Logistiek het 7

dagenplan heeft geactualiseerd. Op basis van het inzicht dat de CvdW met behulp van het model heeft gekregen kan hij vervolgens een aantal zaken aansturen bij dagelijkse overleggen die in de loop van de wacht plaats vinden.

Het dagelijkse logistieke overleg van de Koudbandwalserij vindt aan het eind van de ochtend plaats. Bij dit overleg zijn de CvdW, de teamleiders van alle productie afdelingen en iemand van de afdeling Logistiek aanwezig. Hier kan de CvdW de werkuitgifte voor de buiscar meegeven aan de teamleider van de Inpakkerij. Daarnaast kan hij voor iedere afdeling aangeven welke ingrepen er moeten worden gedaan om de voorraden beheersbaar te houden. Dit kan bijvoorbeeld betrekking hebben op transporten die een aangepaste prioriteit hebben, maar ook op het inzetten van personeel van een andere afdeling bij de Inpakkerij. Eventueel kunnen ook wensen die betrekking hebben op het aanpassen van de productieplanning hier worden meegegeven aan logistiek.

Ieder dag is er om 12.00 uur nog een logistiek overleg, het gaat hier om het logistieke overleg van de gehele afdeling Manufacturing Rolling & Coating. Hier worden de voorraden en transporten tussen de Gietwalsinstallatie, de Warmbandwalserij, de Koudbandwalserij en Coated Products besproken. Bij dit overleg zijn de CvdW's van deze werkeenheden aanwezig, daarnaast zijn ook OSL en Logistiek vertegenwoordigd. Indien de CvdW van de Koudbandwalserij op basis van het voorraadmodel heeft geconstateerd dat er transporten tussen Coated Products en de Koudbandwalserij moeten worden aangepast kan dit hier worden kortgesloten met alle betrokken partijen. Het gaat hier dus om transporten die afwijken van de ketenaafspraken.

Bij de wachtoverdracht zal de CvdW van de ochtendploeg de opkomende CvdW op de hoogte moeten brengen van de mogelijke bedreigingen en de ingrepen die hij heeft gedaan om deze bedreigingen te voorkomen. Op basis hiervan kan de opkomende CvdW er op toezien dat de gemaakte afspraken daadwerkelijk worden nageleefd en eventueel bijsturen. Dit geldt ook voor de wachtoverdracht naar de nachtdienst.

Wanneer de CvdW tijdens het gebruik van het model afwijkingen met de werkelijkheid constateert zal onderzocht moeten worden hoe deze afwijking is ontstaan en kan een wijziging worden doorgevoerd in het model. Op deze manier is de CvdW onderdeel van de evaluerende functie die eerder is besproken.

Bibliografie

Goldratt, E., & Cox, J. (2010). *Het doel*. Houten-Antwerpen: Spectrum.

In 't Veld, J. (1978). *Analyse van organisatieproblemen: Een toepassing van denken in systemen en processen*. Amsterdam/Brussel: Elsevier.

Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Slack, N., Chambers, C., & Johnston, R. (2007). *Operations Management*. Harlow: Pearson Education Limited.

Tata Steel Group. (2013). *Annual Report 2012-13*. Mumbai: Tata Steel Limited.

Tata Steel, Koudbandwalserij. (2013). *Jaarplanbijeenkomst Koudbandwalserij AP1314*. IJmuiden: TATA Steel , Koudbandwalserij.

TATA Steel, Strip Products Mainland Europe. (2013). *Het Beste Staal Voor Morgen*. IJmuiden: Tata Steel, Corporate Communications & Public Affairs.

Veeke, H., Ottjes, J., & Lodewijks, G. (2008). *The Delft Systems Approach*. London: Springer.

Visser, H., & Goor, A. (1999). *Werken met logistiek*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

Bijlage A Scientific Research Paper

Deze bijlage bevat the wetenschappelijk onderzoek artikel dat het uitgevoerde onderzoek samenvat.
De paper begint op pagina 62.

Improving stock control at the Cold Rolling Mill at Tata Steel IJmuiden

Wouterus G.P. van Dijk, Dr. Ir. Hans P.M Veeke, Prof. Dr. Ir. Gabriel Lodewijk

Delft University of Technology, The Netherlands

Abstract— The goal of this research is to analyse the cause of the overflowing intermediate stocks within the Cold Rolling Mill and Coated Products and to design a solution to prevent standstills of the main installations caused by overflowing warehouses, according to the Delft Systems Approach. The analyses shows that the available capacity of the main functions is not fully used. This is partly caused by the high occupancy of finishing and partly by an inadequate system control. The capacity of finishing was already being increased during this research. Therefore the system's control was redesigned and a stock model was developed. The model makes clear what the expected stock development will be, based on the planned production and transport. The model can therefore be used to proactively control the intermediate stock, which makes it possible to prevent standstills. This was shown by two test cases where standstills could have been prevented.

Keywords— Tata Steel, Stock control, Cold Rolling Mill, Preventing standstills, system control

I. INTRODUCTION

Tata Steel Group was established in 1907 as Asia's first private sector steel company and is now one of the world's largest steel producers with an annual crude steel capacity of over 29 million tonnes per annum. Tata Steel Group, with a turnover of US\$ 24.82 billion in FY 2012-2013 [1], has over 81,000 employees and operations in more than 50 countries.

As part of the European activities of the Tata Steel Group more than 7 million tonnes of high quality strip steel is produced every year at the production site in IJmuiden. This steel is mainly intended for the automotive, construction and packaging industry.

At the Tata Steel site in IJmuiden steel is produced from the raw materials iron ore and coal. The production process at Tata Steel IJmuiden is split into two departments, Manufacturing Iron & Steel and Manufacturing Rolling & Coating. Within the Manufacturing Iron and Steel department iron ore and coal is converted into liquid steel. This liquid

steel is formed into strip steel in the Manufacturing Rolling & Coating department. The Direct Sheet Plant, the Hot Rolling Mill, the Cold Rolling Mill and Coated Products are the factories that are part of Manufacturing Rolling & Coating. The Direct Sheet Plant and the Hot Rolling Mill produce hot rolled strip. The hot rolled strip can be further reduced in thickness at the Cold Rolling Mill. Depending on the application, a protective layer of zinc or paint can be applied at Coated Products.

The production process at the Cold Rolling Mill consists of a number of process steps. Between these steps there are intermediate stocks with semi-finished product to ensure that the processes are capable of producing independently to an desired extent. In the period prior to this study problems with these stocks were detected. The production of the installations within the Cold Rolling Mill and Coated Products was jeopardized because of the overflowing of the intermediate stocks. This resulted in several standstills in 2013 at Pickling Line 21, one of the main installations of the Cold Rolling Mill. The total loss of profit as a result of the standstills is estimated at 250 thousand euros, as can be seen in Figure 1.

Date	Standstill [min]	Loss of profit [€]
09/16/2013	306	45.900
10/08/2013	394	59.100
10/09/2013	100	15.000
10/12/2013	190	28.500
10/20/2013	347	52.050
10/22/2013	331	49.650
Total	1668	250.200

Fig. 1. Loss of profit caused by standstills of Pickling Line 21

To avoid these standstills in the future, the objective of this study is formulated as follows:

“Analyse the cause of the overflowing intermediate stocks within the Cold Rolling Mill and Coated Products and design a solution to prevent standstills of the main installations caused by this.”

To analyse the cause of the overflow the current processes are analysed with the Delft Systems Approach, which is

developed by in 't Veld [2] and Veeke et al [3]. According to [3] the DSA is a method to analyse and design industrial systems using conceptual models, therefore it is appropriate for this research.

II. ANALYSIS

Pickling, cold rolling and galvanizing are the main functions within the system. These functions add the greatest value to the product. In order to gain maximum profit from this it is desired to fully exploit the available capacity of these functions.

Figure 2 shows the occupancy rate per function and the number of coils that were produced with this occupancy. The analysis shows that the available capacity of the main functions is high but that they are not fully utilized. The available pickling capacity is used for 94%, the cold rolling capacity is used for 90%, and the galvanizing capacity is used for 97%.

The annealing and tempering function have a low occupancy rate, respectively 50% and 65%. The occupancy rates of finishing (92%) and packaging (89%) on the other hand are high.

Process	Production [coils per 8h]		Occupancy rate	Capacity [coils per 8h]	
	Input	Output		Input	Output
Pickling	120	118	94%	129	126
Cold rolling	72	75	90%	81	83
Annealing	15	15	50%	30	30
Tempering	17	19	65%	27	30
Galvanizing	39	70	97%	41	72
Finishing	37	52	92%	40	57
Packaging	138	138	89%	145	145

Fig. 2. Production and occupancy rate per function in FY 2012-13

The available capacity of cold rolling is not fully used, this is caused by the limited capacity of finishing, which is the bottleneck within the process. To overcome this problem a new finishing line is being constructed to increase the total capacity of finishing. By increasing the capacity of the bottleneck, other processes within the system can be utilized better, therefore the capacity of the entire system is increased [4]. Based on the calculated capacity of all functions it is expected, however, that the occupancy rate of the finishing lines will remain high.

The non-optimal use of the capacity of the pickling process is caused by the production planning. When making the production planning (work order) for the main processes, the limited capacity of packaging and storage are not taken into account, as is illustrated in Figure 3. This causes fluctuations

in the demand for packaging. Due to the high average occupancy of packaging these fluctuations cannot be processed immediately. These fluctuations will have to be absorbed by the intermediate stocks.

The stock for packaging and finishing is spread over six warehouses. These buffers have to ensure that the manufacturing processes can function independently to a desired extent. This means that the stock needs to be divided in such a way that no standstills of the installations occur. In the current situation there is insufficient understanding of the expected development of the stocks. Therefore the intermediate stocks are controlled insufficiently and standstills of the main processes cannot be avoided.

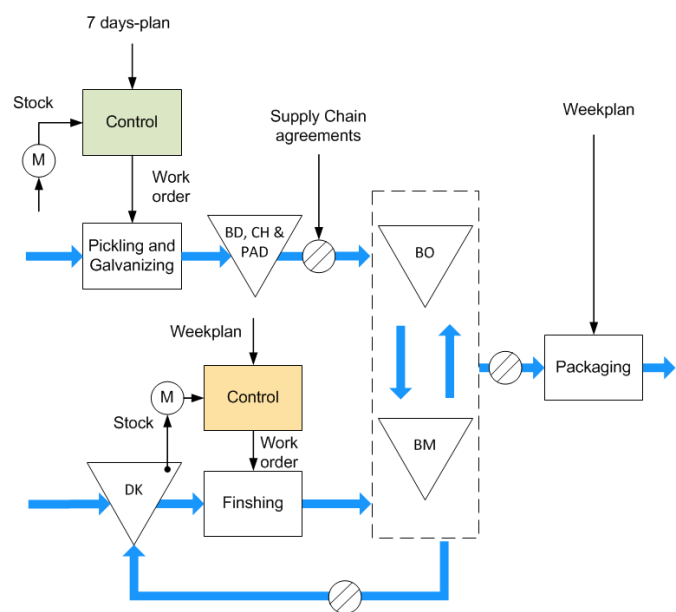


Fig. 3. System control in the current situation

III. PROBLEM STATEMENT

The analysis made clear that the main reason for the overflowing of the intermediate stocks within the Cold Rolling Mill is inadequate system control. This is why this study will focus on the improvement of the control of the intermediate stocks.

IV. IMPROVEMENTS

In order to improve the control of the intermediate stocks, the following solutions have been investigated:

1. Increase capacity of intermediate stocks
2. Increase capacity of finishing and packaging
3. Develop system control for the intermediate stocks

Increasing the storage capacity does not solve the cause of the problem and costs a lot of money, therefore this is not a good option. During this study a new finishing line is already being built to increase the capacity of finishing. The capacity of packaging can be increased with 5% when working with work order. A scheduling program which is going to provide a work order is being developed during this study. In addition, the capacity of packaging can temporarily be increased by the deployment of additional staff. By developing system control for the intermediate stocks, it is possible to balance the input of the buffers with the output.

It was decided to develop a new structure of control for the intermediate stocks in which the flexible capacity of packaging can be used.

V. FRAMEWORK FOR REDESIGN

Veeke et al. [3] distinguish four essential aspects that enable a process in a system to be controlled properly:

1. There must be an objective
2. The system must be capable of realising this objective
3. It must be possible to influence the system's behaviour in one way or another
4. The relationship between the interference and the resulting behaviour must be known

Objective

The objective of the system control is to ensure that the level of the intermediate stocks within the Cold Rolling Mill and Coated Products do not cause shutdowns of the main installations.

Feasibility

The analysis showed that finishing and packaging have a high average occupancy even after the construction of the new finishing line. On average both functions will have sufficient capacity to process the supply from the main installations. In addition it is possible to temporarily increase the capacity of packaging by hiring additional staff.

In the current situation it is not clear whether the stocks will disturb the production of the main installations. The new design will have to make clear what the expected development of the stocks will be, to know when it is necessary to intervene.

Influencing behaviour

To influence the behaviour of the system there are several options. The first option is to modify the planned transport or to order additional transport. The second option is the temporary employment of additional staff to increase the

packaging capacity. There are several locations where the additional staff can be deployed.

Consequence of intervention

In the current situation it is unclear what the resulting behaviour of an intervention will be. In the new design it will have to be possible to know what the result of a possible intervention will be. To achieve this, a visual presentation of the expected stocks, planned production and planned transports will be made.

VI. REDESIGN OF SYSTEM CONTROL

Figure 4 shows an illustration of the redesigned control system. There are three control functions which are different from the current situation. The control of the main installations, pickling and galvanizing, did not change.

The control of the finishing function was extended to better control the material flow between the BM- and DK-storage hall. This makes it possible to make more efficient work orders, with less changeovers, for the finishing lines.

In order to exploit the available capacity of packaging in a better way a new system for controlling this function is being developed. By working with work orders the capacity of packaging can be increased with 5%. This new system will also control the transport of coils to the packaging department.

The most important change in the system control is the addition of the stock control function. The goal of the stock control function is to make sure that the level of the intermediate stocks do not disturb the production of the main processes. To achieve this, the input and output of the buffers will have to be controlled proactively.

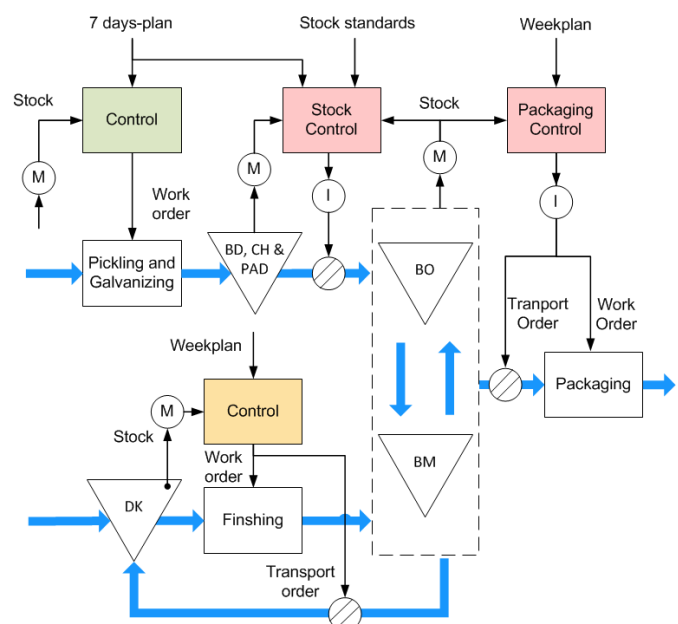


Fig. 4. Redesigned the control system

As part of the new stock control function a stock model is developed. This model makes clear what the expected stock development will be, based on the planned production and transport. In addition the model can be used to make clear what the influence of an intervention on the transport will be. Based on this information can be determined whether and how to intervene on the transport to control the intermediate stocks. In case an intervention on the transport is insufficient to control the stocks, the model can be used to determine the amount of extra packaging capacity that is needed to meet the standards.

VII. RESULTS

The stock model has been tested for two situations in which there was a standstill of a pickling line caused by the overflow of the intermediate stocks. In both cases the model showed that the stocks would not meet the standards when the planned production and transport were carried out. This means it was clear on forehand that intervention was needed to avoid a standstill.

In one situation the model was used to show that with proactive control of transport the standstill of the pickling line could have been avoided. In the other situation the intervention in transport was not sufficient, to avoid the standstill of the pickling line in this case the capacity of packaging should have been increased.

The total loss of income in 2013 due to the standstill of the pickling line is estimated at 250 thousand euros. The cost of hiring additional staff are approximately 1.6% of the lost revenue. Since the deployment of additional staff is not always necessary to control the intermediate stock, every year between 246 and 250 thousand euros in additional revenue can be generated by using the model.

VIII. CONCLUSION

This study demonstrates that the developed stock model can provide insight in the development of the intermediate stocks and if they will meet the standards. In addition, the model can be used to determine what intervention needs to be executed to create a controlled situation. Hereby the standstills of the main processes can be prevented. It is shown that with use of the control model it is possible to generate between 246 and 250 thousand euro's in additional revenue.

IX. RECOMMENDATIONS

Based on the conclusion of the research it is recommended to implement the developed system control according to the implementation plan.

Since the model is a simplification of reality, there are some uncertainties. If during the use of the stock model there appears to be the need for more detailed information in order to control the stocks in all situations, it is recommended to add the information from the work order. This allows a number of uncertainties in the model to be eliminated.

To create a production process which is easier to control it is recommended to investigate the possibility to balance the production of the main processes.

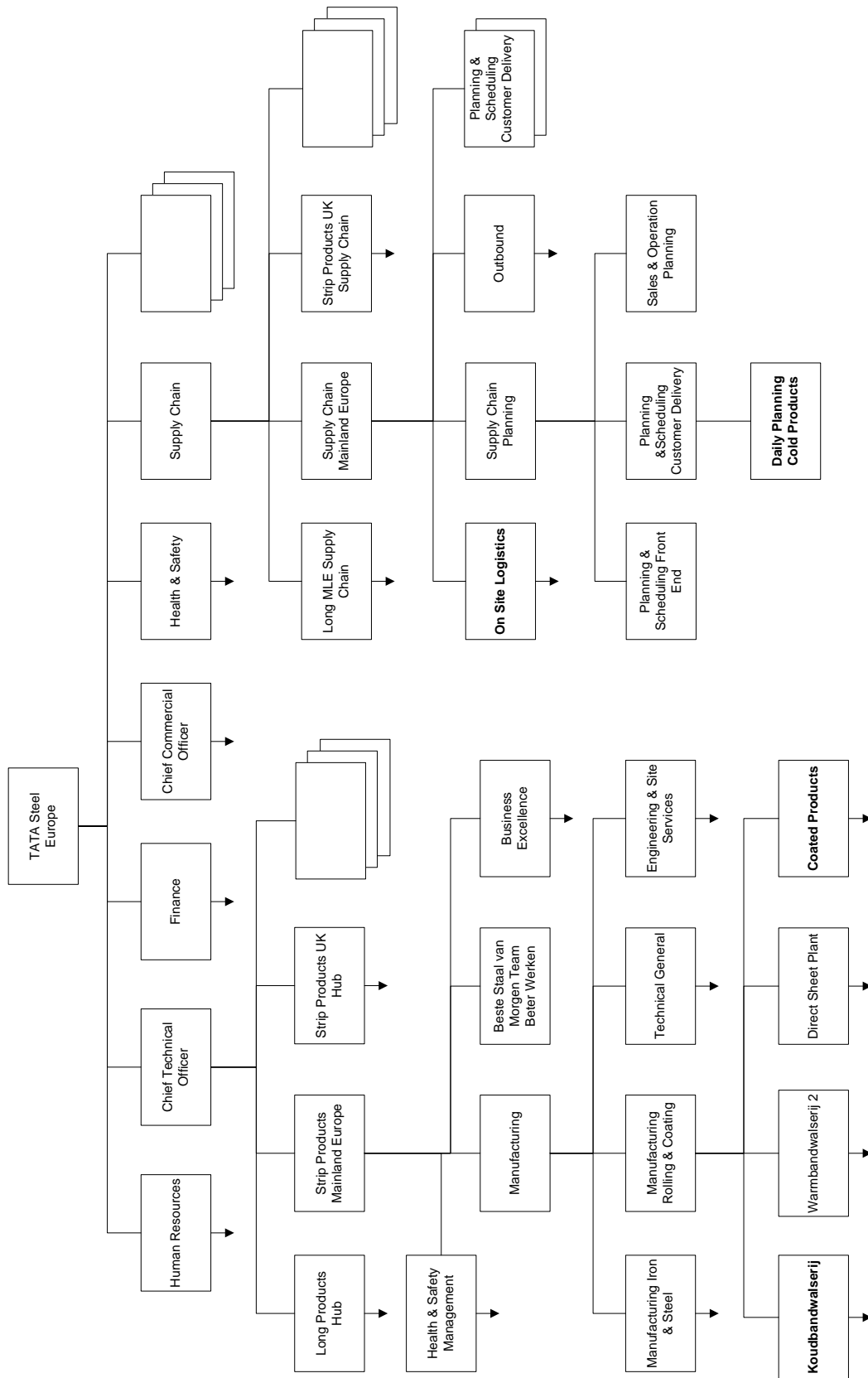
In addition it is recommended to explore ways to integrate the stock model within the 7 days-plan.

REFERENCES

- [1] Tata Steel Group (2013). *Annual Report 2012-13*. Mumbai Available: <http://www.tatasteel.com/investors/annual-report-2012-13/annual-report-2012-13.pdf>
- [2] in 't Veld, J. (1988). *Analyse van organisatieproblemen: Een toepassing van denken in systemen en processen*. Leiden: Stenfert Kroese.
- [3] Veeke, H.P.M., Ottjes, J.A. & Lodewijks, G. (2008). *The Delft Systems Approach: Analysis and Design of Industrial Systems*. London: Springer-Verlag London Ltd.
- [4] Goldratt, E., & Cox, J. (2010). *Het doel*. Houten-Antwerpen: Spectrum.

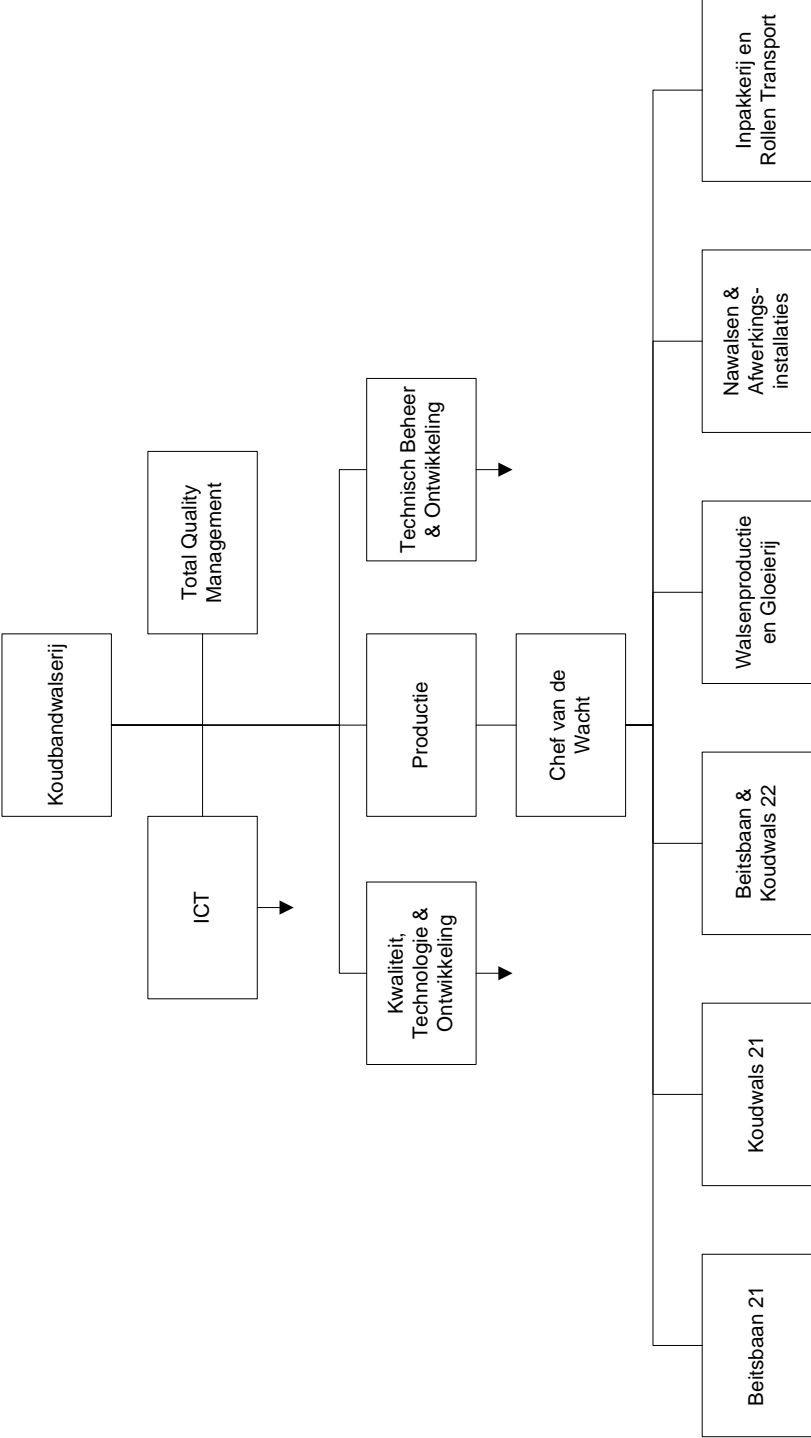
Bijlage B

Organogram TATA Steel Europe



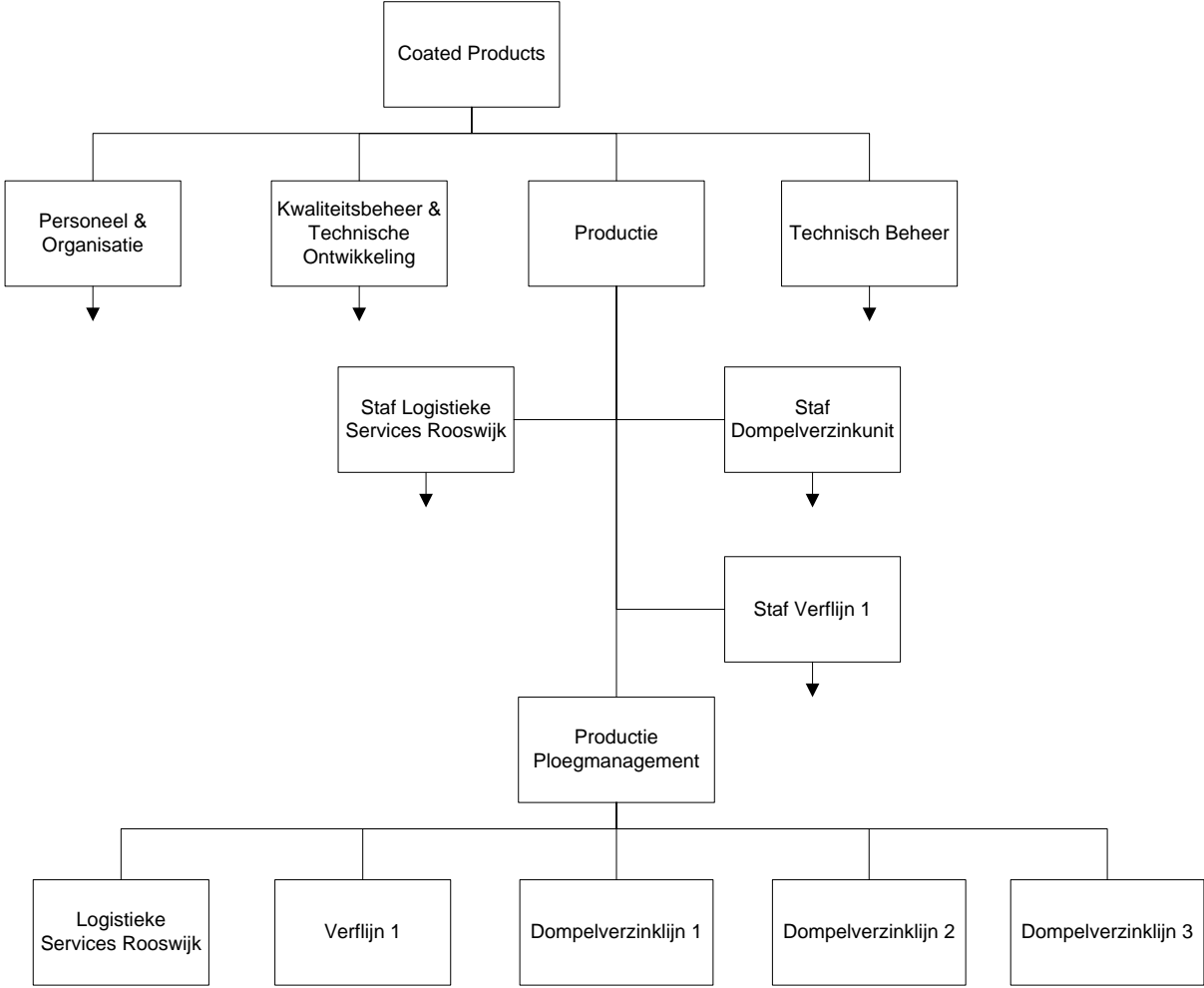
Bijlage C

Organogram Koudbandwalserij



Bijlage D

Organogram Coated Products



Bijlage E Installaties per afdeling

In Tabel E.1 zijn alle installaties binnen het probleemgebied opgenomen. Hierbij is aangegeven wat de afkorting van de installaties is, welke processtap de installatie vervult en bij welke afdeling (Rayon) de installatie hoort.

Tabel E.1: Installaties per afdeling

Installatie	Afkorting	Processtap	Afdeling
Beitsbaan 21	BB21	Beitsen	BB21
Beitsbaan 22	BB22	Beitsen	BK22
Koudwals 21	KW21	Koudwalsen	KNW
Koudwals 22	KW22	Koudwalsen	BK22
Dompelverzinklijn 1	DVL1	Verzinken	CPR
Dompelverzinklijn 2	DVL2	Verzinken en/of verven	CPR
Dompelverzinklijn 3	DVL3	Verzinken	CPR
Verflijn 1	VL1	Verven	CPR
Slijpbanken	WPR	Walsenproductie	WEG
Gloeiovens	GL	Gloeierij	WEG
Nawals 21	NA21	Nawalsen	KNW
Trekrichtinstallatie	TRI/TR21	Kwaliteitsinspectie en product afwerking (KIPA)	KIT
Strokenschaar	SS22	Kwaliteitsinspectie en product afwerking (KIPA)	KIT
Overwikkelbaan	OB21	Kwaliteitsinspectie en product afwerking (KIPA)	KIT
Rollen inpak lijn	RIL	Inpakken	KIT
Folie inpak lijn	FIL	Inpakken	KIT
De pijp	Pijp	Handmatig inpakken	KIT
Inpakken PAD-hal	IPAD	Handmatig inpakken	BK22
Folie inpak lijn CH-hal	FIL-CH	Inpakken	CPR

Bijlage F Product-families

De Koudbandwalserij en Coated Products zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor de productie van warmgewalst-gebeitst, koudgewalst en bekleed bandstaal. Deze hoofdproducten zijn onder te verdelen in een aantal typen, de zogenaamde product-families. Tabel F.1 geeft een overzicht van deze product families. De families zijn ingedeeld in W- of K-materialen en in de installaties waarop ze een bewerking moeten ondergaan. De W-materialen zijn warmgewalst en gebeitst, de K-materialen zijn ook koudgewalst. Bij de dompelverzinklijnen wordt onderscheid gemaakt tussen GI en MZ. Dit heeft betrekking op het soort zink dat wordt toegepast, Galvanised (GI) of MagiZinc (MZ). De bestemming DVK staat voor keuze materiaal, dit is bandstaal dat zowel op DVL 1 als op DVL 2 kan worden verzinkt.

Tabel F.1: Overzicht van product-families

Bestemmingen	W-materialen	K-materialen
Gloeierij	geen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ GL (KGO)
DVL 1	geen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DV1 GI ▪ DV1 VL1 (GI) ▪ DV1 VL1 (MZ)
DVL 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DV2 GIW ▪ DV2 WMZ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DV2 GI ▪ DV2 MZ ▪ DV2 VL1 (GI) ▪ DV2 VL1 (MZ) ▪ DV2 VL2 (MZ)
DVL 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DV3 GIW 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DV3 GI ▪ DV3 SO1 ▪ DV3 VL1 (GI)
DVK	geen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DVK VL1 (GI) ▪ DVK VL1 (MZ)
Segal	geen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SE GI ▪ SE GA
KIPA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ WGB KNA (vanaf BB21) ▪ WGB AFKB (vanaf BB22) 	geen
Klant	<ul style="list-style-type: none"> ▪ WGB BO (vanaf BB21) ▪ WGB PAD (vanaf BB22) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ FH OV

Bijlage G Eisen aan producten

Bij de afwerking en inspectie (KIPA) wordt de kwaliteit van het bandstaal getest ten aanzien van een groot aantal zaken. De belangrijkste eisen zijn de oppervlakte-eis, de tape-eis en de ruwheids-eis.

De oppervlakte-eis, aangeduid met SO, geeft aan hoeveel fouten er in het materiaal mogen voorkomen. De SO's die worden gebruikt zijn SO1, SO2, SO6 en SO8. Hoe lager de SO waarde hoe minder fouten er in het materiaal mogen voorkomen. SO1 materiaal mag dus nauwelijks fouten bevatten en wordt bijvoorbeeld gebruikt voor buitenonderdelen in de automobielinindustrie. SO2 wordt gebruikt voor buitenonderdelen van witgoed en SO6 voor niet zichtbare binnendelen. SO8 wordt gebruikt als declassering van het materiaal en zal nooit op voorhand worden geproduceerd.

Tabel G.1 Eisen aan producten

Oppervlakte-eis	Tape-eis	Ruwheids-eis	Installatie
SO1	-	MM	KW21
SO2	-	EF / GL / MM	KW21
	tape 2 / 3	EF / GL / MM	KW21
SO6	-	-	BB21 BB22
	-	EF / GL / MM	KW21 BK22 (alleen MM, geen tape)
	tape 2 / 3	EF / GL / MM	KW21 BK22 (alleen MM, geen tape)
SO8	-	-	BB21 BB22
	-	-	BB21 BB22

De tape-eis heeft betrekking op de reinheid van het oppervlak. Tape-materiaal wordt koudgewalst met verchroomde walsen en is bestemd voor klanten die een schoner oppervlak dan gewoonlijk eisen, bijvoorbeeld een radiatoren fabrikant. Er wordt onderscheid gemaakt tussen tape 2 en tape 3, waarbij tape 2 schoner is dan tape 3.

Tijdens het koudwalsen of het nawalsen kan de ruwheid van het oppervlak worden bepaald, dit wordt ook aangeduid als de mattering. De matteringen die gehanteerd worden zijn bad mat, midden mat, fijn mat ruit, fijn mat streep en extra fijn.

Naast de eisen ten aanzien van het oppervlak zijn er ook eisen met betrekking tot de bescherming door middel van een olielaag. De beschermende olielaag kan verschillen diktes hebben, namelijk; licht, gewoon, middel en zwaar.

Bijlage H Materiaalstromen

In de figuren in het verslag zijn niet alle stromen opgenomen om de figuren overzichtelijk te houden. In de tabellen hieronder wordt een totaal overzicht gegeven van alle materiaalstromen in het boekjaar 2012/2013. Tabel H.1 geeft een overzicht van de invoer, de uitvoer en de materiaalstromen tussen de processen binnen het systeem. In Tabel H.2 is ook dit verder uitgesplitst per installatie. De aantallen zijn afgerond op het aantal rollen per wacht.

Tabel H.1: Materiaalstromen tussen de processen

[gemiddeld aantal rollen per wacht]		Bestemming								Totaal
		BB	KW	DVL	GL	NA	KIPA	Inpakken	Uitvoer	
Afkomst	Invoer	120	-	-	-	-	-	3	-	123
	BB	-	72	2	-	0	3	41	-	118
	KW	-	-	37	15	1	3	2	17	75
	DVL	-	-	-	-	1	11	46	12	70
	GL	-	-	-	-	15	-	-	-	15
	NA	-	-	1	0	-	17	0	1	19
	KIPA	-	0	1	0	0	4	46	-	52
	Inpakken	-	-	-	-	-	-	-	138	138
Totaal	120	72	41	15	17	37	138	168		

Tabel H.2: Materiaalstromen tussen de installaties

[rollen per wacht]		Bestemming															Totaal		
		BB21	BB22	KW21	KW22	DVL 1/2	DVL 3	GL	NA21	SS22	TRI	OB21	IPAD	CH	RIL	FIL		PIJP	Uitvoer
Afkomst	Invoer	88	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	123
	BB21	-	-	55	-	1	0	-	0	1	-	-	-	-	13	6	7	-	83
	BB22	-	-	0	17	1	0	-	0	2	0	0	7	-	5	4	0	-	35
	KW21	-	-	-	-	12	13	15	1	1	0	-	-	-	0	-	0	17	60
	KW22	-	-	-	-	11	2	-	0	1	0	-	-	-	0	-	1	0	15
	DVL 1/2	-	-	-	-	-	-	-	0	3	1	2	-	20	7	1	0	12	46
	DVL 3	-	-	-	-	-	-	-	0	2	0	3	-	9	8	1	0	-	24
	GL	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	NA21	-	-	-	-	0	0	0	-	5	7	5	-	-	0	0	0	1	19
	SS22	-	-	0	-	1	0	0	0	1	0	0	-	-	11	4	6	-	24
	TRI	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0	0	-	-	7	2	2	-	12
	OB21	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	1	-	-	10	2	2	-	16
	IPAD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	CH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
	RIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65
	FIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
	PIJP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Totaal	88	32	56	17	26	16	15	17	16	8	13	7	29	65	20	18	168	-	

Bijlage I 7 dagenplan

Datum: 09-12-13	Weeknr: 201350	H2BK H2BJ H2BKBJ	HNXBK HNXBJ HNXBKBJ	VOORRAAD BB21																											
				GL	DVL1			DVL2			DVL3			SEGAL			FH			W-EIND											
					GL	DV1	DV1	DV1	DV2	WDV2	DV2	DV2	DV3	WDV3	DV3	WDV3	DV3	WDV3	DV3	WDV3	DV3	WDV3	DV3	WDV3	DV3	WDV3	DV3	WDV3	DV3	WDV3	
maandag 9-12-13 0 2 1	Beitsbaar	25665	1938	0	0	95	0	0	0	3065	0	662	131	1	0	0	0	59	4134	4422	432	2981	110	167	4039	128					
dinsdag 10-12-13 0 3 1	Beitsbaar	35163	5075	0	0	95	0	0	0	3756	0	947	182	45	0	0	59	5164	5704	741	3606	406	244	6442	128						
woensdag 11-12-13 0 4 1	Beitsbaar	30219	4069	0	0	95	1	75	0	3756	0	947	182	45	0	0	59	3815	5753	785	3858	430	244	4419	128						
donderdag 12-12-13 0 5 1	Beitsbaar	24194	2198	0	0	95	-1240	75	0	3756	0	947	182	45	0	0	59	2921	5753	785	3858	430	244	2401	128						
vrijdag 13-12-13 0 6 1	Beitsbaar	18189	1498	0	0	95	-1240	75	0	2619	0	-832	182	45	0	0	59	1401	5753	785	3021	430	244	2434	128						
zaterdag 14-12-13 0 7 1	Beitsbaar	10573	-402	948	0	0	-1240	75	1118	0	-832	182	45	0	0	59	-115	5753	21	1635	430	244	2430	128							
zondag 15-12-13 1	Beitsbaar	2853	-1882	-53	0	0	-1240	75	-404	0	-832	182	45	0	0	59	-795	5753	9	108	430	244	930	128							

Figuur I.1: Geplande voorraad per productfamilie voor Beitsbaan 21 in 7 dagenplan

Datum: 09-12-13

Weeknr: 201350

HQBK HNBK HZBJ HNBK

PRODUCTIE BB21

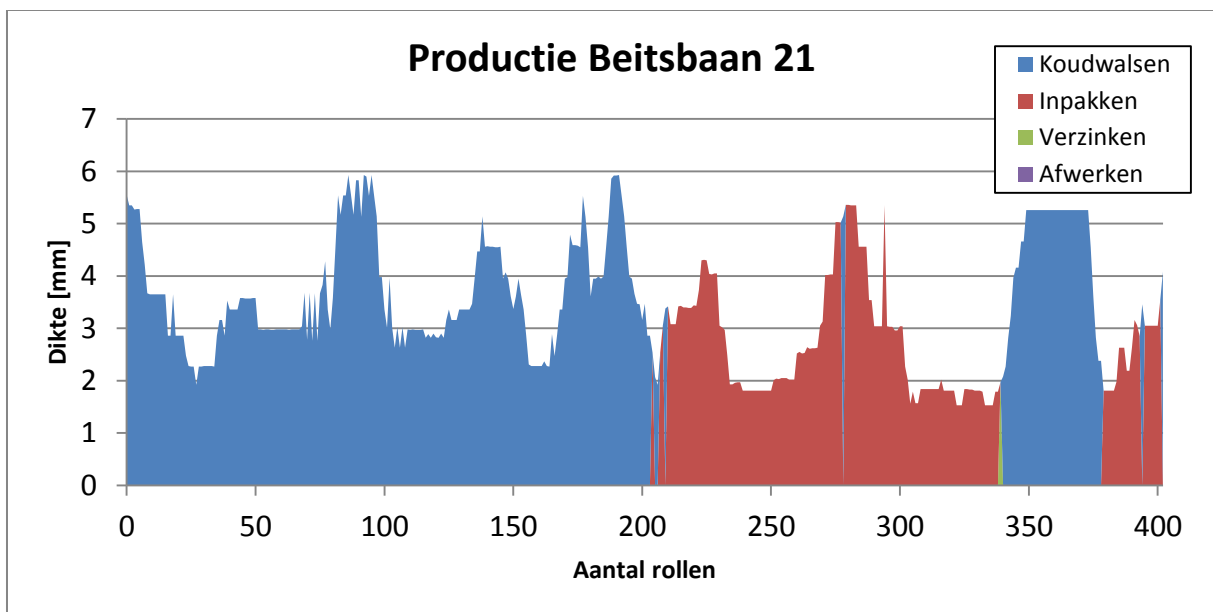
Weeknr:	201350	hulp:	#uren	#tonn totaal	#tonn w-mat	#tonn k-mat	#uren	#uren	GL	DVL1			DVL2			KEUZE			DVL3			SEGL			FH	W.EIND				
										DV1 GI	DV1 MZ	DV1 MZV1	DV2 GI	DV2 MZ	DV2 MZV1	DV3 GI	DV3 MZ	DV3 MZV1	SEGL GI	SEGL GA	DV3 GI	DV3 MZ	DV3 MZV1	SEGL GI		SEGL GA	DV3 GI	DV3 MZ	DV3 MZV1	WGB BO
maandag	0	8,9	2592	2039	553	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2039	0			
9-12-13	0	15,2	4691	1500	3191	0	0	0	1410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0			
2	1		7283	3539	3744	0	0	0	3,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,1	0,0			
dinsdag	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10-12-13	0	24,0	6966	3150	3817	0	0	0	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3150	0		
3	1		6966	3150	3817	0	0	0	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	0,0		
woensdag	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11-12-13	0	24,0	7051	3045	4006	0	0	0	1871	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3045	0		
4	1		7051	3045	4006	0	0	0	5,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,4	0,0		
donderdag	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12-12-13	0	21,0	6066	27	6038	0	0	0	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0		
5	1		6066	27	6038	0	0	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
vrijdag	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-12-13	0	24,0	7616	4	7612	0	0	0	1900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0		
6	1		7616	4	7612	0	0	0	5,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zaterdag	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-12-13	0	24,1	7720	1500	6220	0	0	0	1480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0		
7	1		7720	1500	6220	0	0	0	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,1	0,0		
zondag	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-12-13	0	24,0	8258	40	8218	0	0	0	1822	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0		
1			8258	40	8218	0	0	0	5,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
plan scp			32,4	19,2	13,2	0	0	0	7,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,2	0,0		
realisatie			6,8	2,7	4,1	0	0	0	2,957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	0,0		
prog. EW			49,5	14,0	35,5	0	0	0	11,6	3,4	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0		
plan scp LW+1			32,1	14,6	17,4	0	0	0	8,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	0,0		
201351									GL																					

Figuur I.2: Geplande productie per productfamilie van Beitsbaan 21 in 7 dagenplan

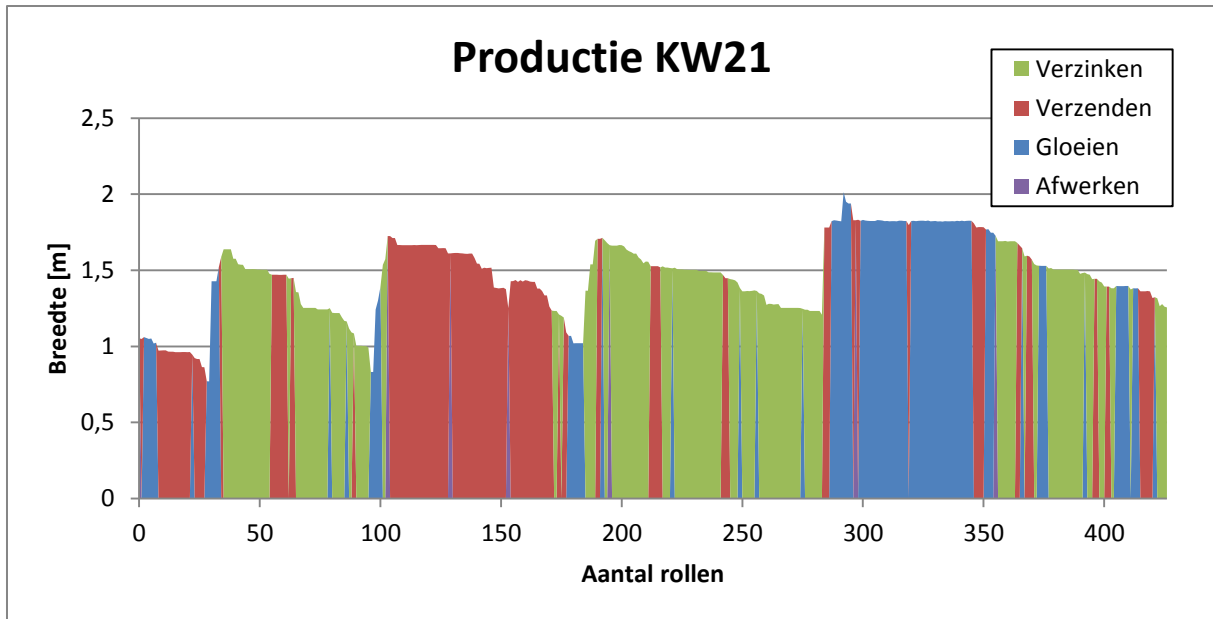
Bijlage J Batch productie

In onderstaande grafieken is te zien hoe de productieprogramma van Beitsbaan 21 en Koudwals 21 er uit zien. Bij het maken van de werkuitgifte dient rekening te worden gehouden met een groot aantal variabelen. Voorbeelden hiervan zijn de breedte, de dikte, de oppervlaktekwaliteit, de ruwheid, de bollering en de snelheid waarmee geproduceerd kan worden.

Bij de beitsbanen mag bijvoorbeeld geen grote overgang in de dikte tussen twee rollen zitten. Daarnaast is de snelheid waarmee geproduceerd wordt afhankelijk van de productfamilie. WGB materiaal kan op een lagere snelheid worden geproduceerd dan materiaal dat naar de Koudwals gaat. In Figuur J.1 is te zien dat deze producten daarom zo veel mogelijk apart van elkaar worden geproduceerd. Dit heeft als gevolg dat het aanbod voor het inpakken niet gelijkmatig verdeeld is, maar in grote hoeveelheden achter elkaar komt.



Figuur J.1: Productie Beitsbaan 21 met dikte en bestemming



Figuur J.2: Productie Koudwals 21 met breedte en bestemming

Bij het koudwalsen dient rekening te worden gehouden met de breedte, de bollering en de oppervlaktekwaliteit. In Figuur J.2 is te zien hoe de breedte van de rollen bij een nieuwe wals snel wordt opgebouwd en vervolgens langzaam wordt afgebouwd. Ook hier is te zien dat rollen voor een bestemming veel achter elkaar worden geproduceerd.

Bijlage K Limieten inpak installaties

De inpak installaties hebben allen hun eigen limieten met betrekking tot de dimensies van de rollen die er kunnen worden ingepakt. Een overzicht van deze limieten is te zien in Tabel K.1. Daarnaast heeft iedere inpak installatie zijn eigen mogelijkheden met betrekking tot de verpakkingen die er kunnen worden aangebracht. Meer hierover is te lezen in Bijlage L

Tabel K.1: Maximale dimensies van rol per inpak installatie

	FIL-CH	IPAD	RIL	FIL	PIJP
Min. breedte (mm)	700	700	550	700	500
voor positie I8			750		
voor positie WG			750		
Max. breedte (mm)	2050	1650	2000	1810	2135
bij haspelgat 508				1500	
Min. diameter (mm)	900	800	700	900	700
voor positie I3			900		
voor positie I8			900		
voor positie I9			900		
Max. diameter (mm)	2800	2050	2000	1900	2800
Min. dikte (mm)	0	0	0	0	0
Max. dikte (mm)	999999	999999	999999	6	9999999
Min. rolgewicht (kg)	2700	4000	3000	3000	3000
Max. rolgewicht (kg)	30000	33200	30000	30000	45000
Min. haspelgat (mm)	508	610	508	508	508
Max. haspelgat (mm)	610	610	610	610	610
Max. kantelfactor	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
bij diameter > 850	3,0				

RIL Posities	
I3	Foliemachine
I8	Haspelgatbandmachine
I9	Langsbandmachine (buikbanden)
WG	Weegschaal

Bijlage L Verhogen productiecapaciteit Inpakkerij

Binnen TATA Steel IJmuiden wordt gewerkt met een gestandaardiseerde verpakkingen, die worden aangeduid met een verpakkingscode (VPC). Deze verpakkingscodes kunnen worden onderverdeeld in een aantal typen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een kale verpakking, een papieren verpakking, een folieverpakking en een exportverpakking. Iedere inpak installatie heeft zijn eigen mogelijkheden met betrekking tot de verpakkingen die er aangebracht kunnen worden.

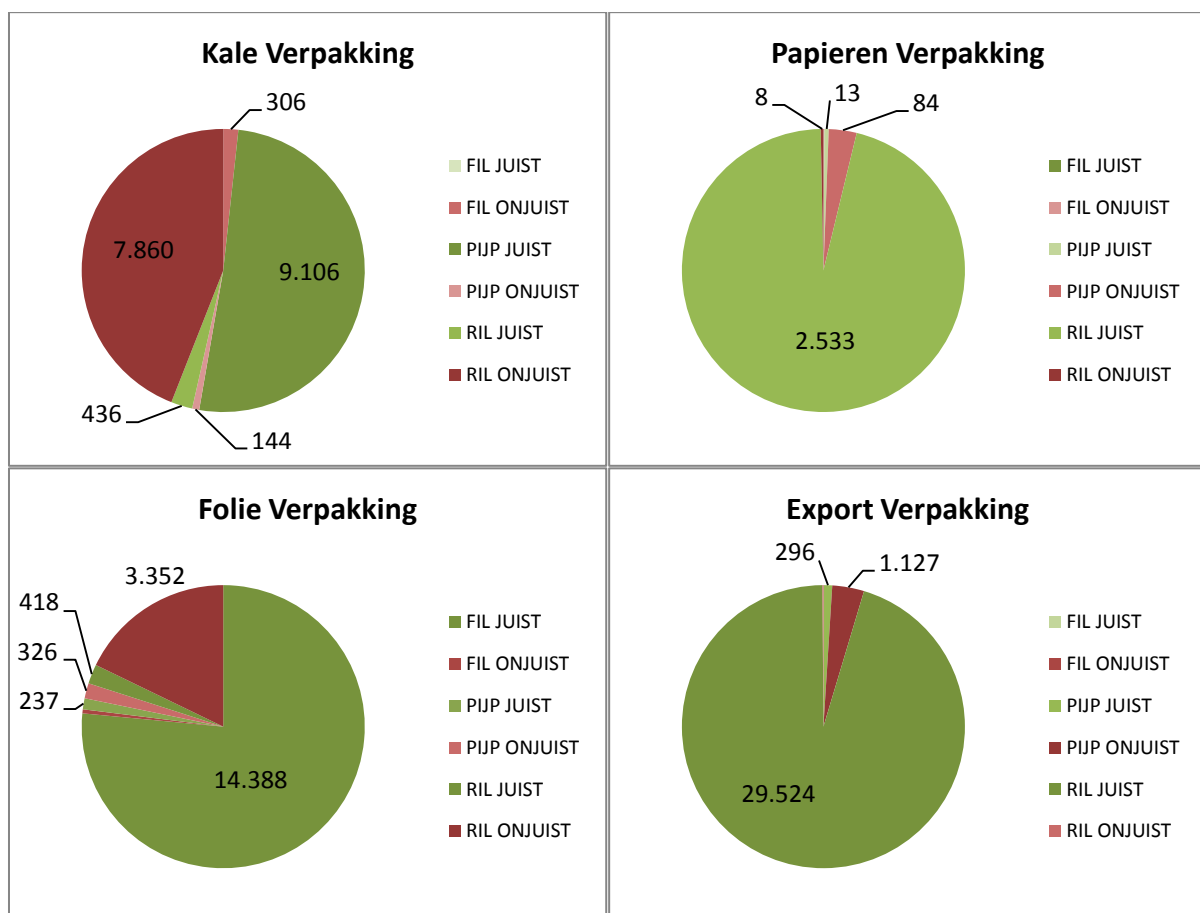
Verpakking		Installatie				
TYPE	VPC	BNCH	IPAD	FIL	RIL	PIJP
Kaal	RL01					1
	RL02					1
	RL04					1
	RL05			3	2	1
	RL10			3	2	1
	RL11			3	2	1
	RL12				2	1
	RL14				2	1
	RL15				1	2
	RL18				2	1
	RL19				1	2
	RL25				2	1
	RL26				2	1
	Papier	RL30		4	1	2
RL32					1	2
RL34					1	2
RL35					1	2
RL36					1	1, 2
RL37					1	2
RL38					1	2
Export		RL70				1
	RL74			2	1	1, 2
	RL78			2	1,2	1, 2
Folie	RL81			1	2	
	RL82			1	2	
	RL83			1	2	
Export-PE	RL85			2, 3	1, 2	3
	RL88			2	1, 2	1, 2

Figuur L.1: Verpakkingscodes per installatie

In Figuur L.1 is met groen aangegeven welke verpakkingscodes op een installaties aangebracht kunnen worden. De oranje velden geven aan dat op de betreffende installatie slechts een deel van de verpakking aangebracht wordt. Daarnaast heeft iedere installatie zijn eigen limieten met betrekking tot de dimensies van een in te pakken rol. De getallen geven aan welke installatie de voorkeur heeft. Als een dimensies van een rol buiten de limieten van de installatie vallen zal deze rol op de volgende installatie van voorkeur ingepakt worden.

Bij het bepalen van deze voorkeur is rekening gehouden met het aanbod van de in te pakken rollen en de capaciteit van de individuele installaties. De papieren en export verpakkingen moeten grotendeels op de RIL worden ingepakt. Aangezien dit het grootste deel van de capaciteit van de RIL in beslag neemt moeten de meeste kale verpakkingen in Pijp worden aangebracht. Aangezien de FIL een relatief lage gemiddelde bezettingsgraad heeft moeten folie verpakkingen bij voorkeur op de FIL worden aangebracht.

Voor de inpak installaties wordt nog geen werkuitgifte gemaakt, dit betekent dat de ploegen zelf bepalen welke rollen ze inpakken en op welke installatie ze dit doen. De normen die zijn gesteld voor het inpakken hebben betrekking op het aantal ingepakte rollen en niet op de installatie waarop een rol wordt ingepakt en het type rollen dat ingepakt moet worden. Hierdoor is de kans aanwezig dat ploegen afwijken van de voorkeur en er voor kiezen om voornamelijk eenvoudige rollen in te pakken. Om te bepalen of dit gebeurt is voor de periode van januari 2013 tot en met juli 2013 geanalyseerd welke rollen op welke installatie zijn ingepakt. Om te bepalen of dit de installatie was die de voorkeur had is gekeken naar zowel de verpakingscode als de dimensies van de ingepakte rollen. In Figuur L.2 is voor de vier typen eindverpakkingen te zien op welke installatie deze zijn ingepakt en of dit de installatie was die de voorkeur had.



Figuur L.2: Rollen ingepakt op juiste installatie (jan 2013 – juli 2013)

Uit de analyse blijkt dat een groot deel van de folieverpakkingen is aangebracht op RIL in plaats van op de FIL. Wanneer deze 3.352 rollen waren ingepakt op de FIL, had de vrijgekomen capaciteit op de RIL voor andere rollen gebruikt kunnen worden. Op jaarbasis resulteert dit in een extra inpak capaciteit van circa 5.750 rollen. De papieren en export verpakkingen worden wel grotendeels op de juiste installatie aangebracht.

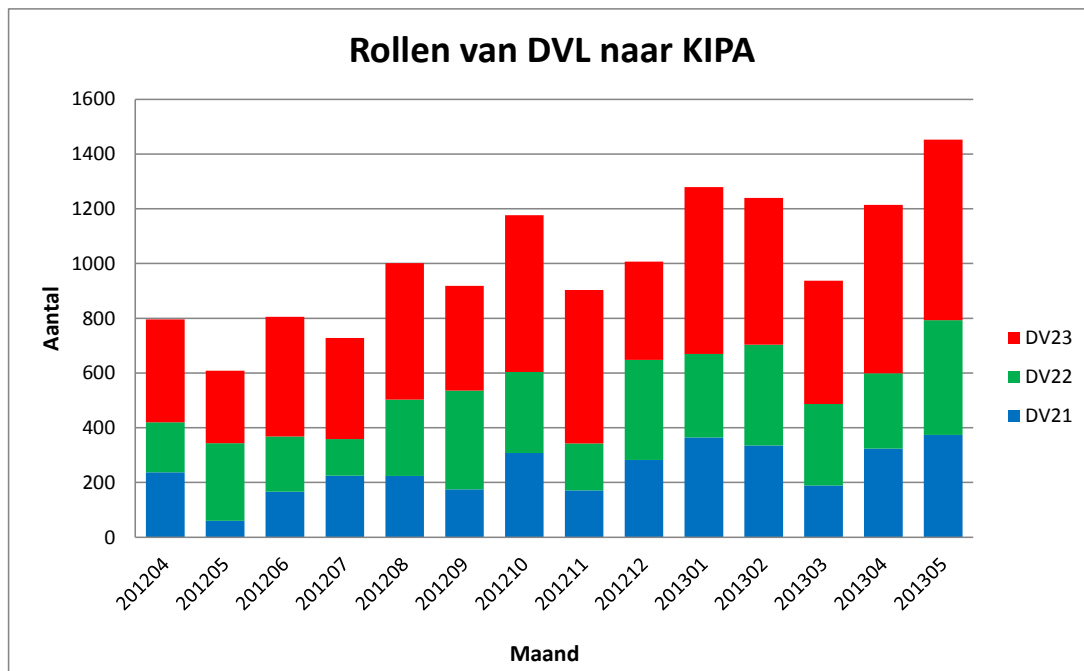
Uit de analyse blijkt ook dat 7.860 rollen met een kale verpakingscode gedurende de geanalyseerde periode zijn ingepakt op de RIL, terwijl deze bij voorkeur in de Pijp ingepakt moeten worden. Dit is bijna de helft van alle kale verpakkingen. Aangezien er geen cijfers bekend zijn met betrekking tot de bezettingsgraad van de Pijp valt niet te exact bepalen hoeveel van deze rollen in de Pijp ingepakt hadden kunnen worden. Indien alle kale rollen in het vervolg in de Pijp ingepakt worden resulteert dit in een extra capaciteit van ongeveer 13.500 rollen per jaar op de RIL. Dit is afhankelijk van het aantal inpak locaties in de Pijp en de personele bezetting van de IRT. Om de (maximale) capaciteit van de Pijp te verhogen is er in februari 2014 een extra inpak locatie aan de Pijp toegevoegd.

Op basis van deze analyse kan worden geconcludeerd dat er niet altijd verstandig wordt omgegaan met de beschikbare inpak capaciteit. Om dit te voorkomen wordt er gedurende de loop van dit onderzoek gewerkt aan een systeem dat de werkuitgiftes voor de RIL, FIL en PIJP zal gaan maken. Dit systeem gaat voor de rollen in de BM- en BO-hal bepalen op welke installatie en in welke volgorde deze ingepakt moeten worden. Hierbij zal echter geen rekening gehouden worden met de bezettingsgraad van de hallen.

In totaal zijn er in het boekjaar 2012/2013 ruim 112.000 rollen ingepakt op de RIL, FIL en Pijp. Door het maken van een goede werkuitgifte zullen minimaal 5.750 rollen extra ingepakt kunnen worden. Indien er voldoende capaciteit is in de Pijp kunnen nog eens 13.500 rollen extra worden ingepakt. Het maken van een goed werkuitgifte resulteert dus in een capaciteitsverhoging van de IRT tussen de 5% en 17%, dit is afhankelijk van de capaciteit in de Pijp.

Bijlage M Verhogen productiecapaciteit Afwerking

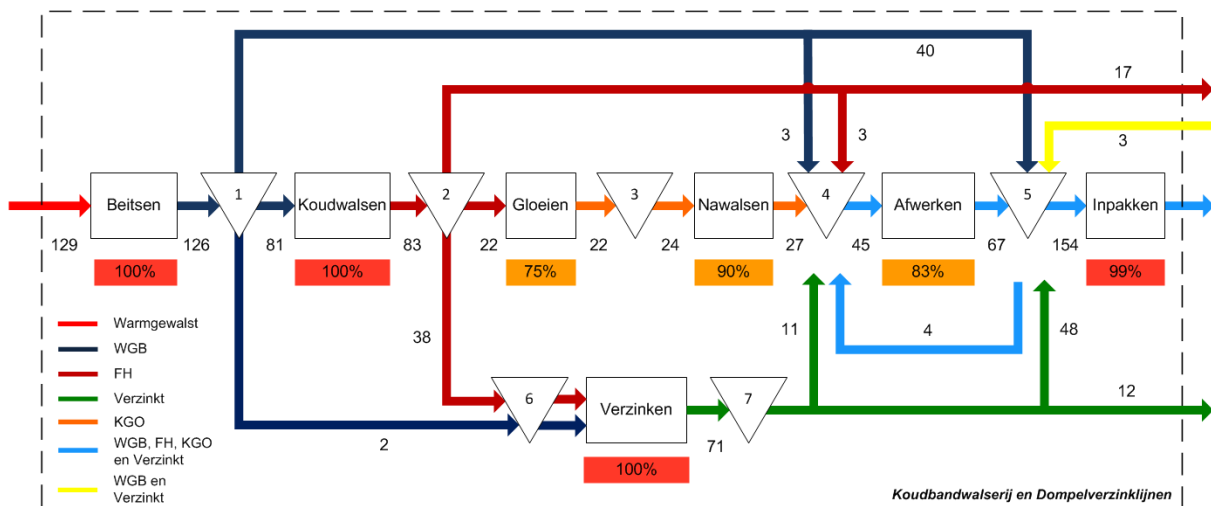
Het aantal rollen dat vanaf de dompelverzinklijnen naar de Koudbandwalserij is getransporteerd om een behandeling bij de Afwerking te ondergaan is de afgelopen tijd flink toegenomen, zoals te zien is in Figuur M.1. Dit komt voornamelijk voort uit de steeds hogere eisen die worden gesteld aan het verzinkte materiaal. Aangezien het afwerken een bottleneck is in het productieproces resulteert dit erin dat de stroom KGO materiaal moet worden afgeremd. Hierdoor wordt de beschikbare capaciteit van de beitsbanen, de koudwalsen, de gloeierij en de nawals niet optimaal benut.



Figuur M.1: Aantal rollen van Coated Products naar de Afwerking

Om de beschikbare capaciteit van deze installaties beter te benutten is besloten om de capaciteit van het afwerken te vergroten door het bouwen van een nieuwe afwerkingsinstallatie achter de verzinklijnen. Gedurende dit onderzoek wordt er gewerkt aan de bouw van deze installatie in de CH-hal. Deze installatie krijgt de naam Finishing Line 32 en krijgt naar verwachting een capaciteit tussen de 5 en 8 kton per week. Op basis van een gemiddeld rolgewicht van 19,2 ton komt dit neer op een productie van 12 tot 20 inzetrollen per wacht. Het aantal opbrengst rollen van de FL32 zal naar verwachting een factor 1,7 hoger liggen doordat een groot deel van deze rollen opgedeeld zal worden in een aantal kleinere rollen. De bouw van de Finishing Line zal naar verwachting in mei 2014 worden afgerond, vervolgens zal het nog minimaal een half jaar duren voordat de verwachte capaciteit daadwerkelijk gerealiseerd zal worden.

Wanneer FL32 in gebruik wordt genomen zal minder materiaal vanaf de verzinklijnen naar het afwerken bij de Koudbandwalserij gaan. In het boekjaar 2012/2013 hebben gemiddeld 11 verzinkte rollen per wacht een bewerking gekregen bij de Afwerking. Het lijkt er dus op dat de Finishing Line voldoende capaciteit zal hebben om al het verzinkte materiaal te gaan verwerken. De capaciteit die hierdoor vrij komt bij het afwerken (KIPA) kan benut worden door de extra inzet van KGO materiaal. Hierdoor zullen de beitsbanen, koudwalsen, gloeierij en nawals dus meer moeten gaan produceren en kan de productiecapaciteit van de hoofdininstallaties beter benut worden.



Figuur M.2: Verwachte materiaalstromen en bezettingsgraad van de functies inclusief FL32

In Figuur M.2 zijn de verwachte stromen in aantal rollen per wacht te zien wanneer de nieuwe afwerkingsinstallatie volledig operationeel is. Door het verwaarlozen van de stromen kleiner dan 2 rollen per wacht komen de totalen niet overal overeen. Bij deze analyse is ervan uitgegaan dat FL32, met een capaciteit 14 rollen per wacht, gemiddeld voldoende capaciteit zal hebben om de stroom vanaf de verzinklijnen te verwerken. Daarnaast is aangenomen dat de beschikbare capaciteit bij de beitsbanen, koudwalsen en verzinklijnen maximaal gebruikt wordt.

Aan de hand hiervan is berekend wat dit betekent voor de verwachte bezettingsgraad van het gloeien, nawalsen, afwerken en inpakken. Hieruit valt op te maken dat het inpakken met een gemiddelde bezettingsgraad van 98% een bottleneck in het productieproces wordt. Door de beperkte inpak mogelijkheden in de CH- en PAD-hal (Bijlage L) zal de druk voornamelijk op het inpakken in de Koudbandwalserij komen te liggen. Zowel FL32 als de afwerkingsinstallaties binnen de Koudbandwalserij krijgen naar verwachting een gemiddelde bezettingsgraad van 85%. Gezien de beperkingen van de Trekrichinstallatie is ook de gemiddelde bezetting van het afwerken nog steeds vrij hoog.

Aangezien het afwerken en vooral het inpakken nog steeds een hoge gemiddelde bezetting houden wordt niet verwacht dat de problemen met de bezetting van de tussenvoorraden zullen verdwijnen als gevolg van de bouw van de nieuwe afwerkingsinstallatie.

Bijlage N Overige kosten voorraad

De hoge voorraden binnen het systeem brengen een aantal kosten met zich mee. Visser en Goor spreken met betrekking tot de kosten van het houden van de voorraad over een vijftal R's: Rente, Ruimte, Risico, Reparatie en Restvoorraden (Visser & Goor, 1999). De kosten met betrekking tot de rente en het risico zijn zeker aanwezig. (Toelichten) De kosten met betrekking tot reparatie en restvoorraden zijn veel minder sterk aanwezig aangezien het grootste deel van de productie op klantorder geschiedt. De kosten van de ruimte zijn moeilijk te beïnvloeden en worden daarom niet verder uitgewerkt. Naast de kosten van het houden van voorraad zelf zijn er ook nog andere kosten die worden veroorzaakt door hoge voorraden, zoals de stilstand van hoofdininstallaties en het verborgen houden van problemen. Hieronder zal kort op de verschillende kosten worden ingegaan.

Rente kosten

De gemiddelde waarde van voorraad in de hallen (BD, PAD, CH, BO, BM en DK) bedraagt net iets meer dan €11,0 miljoen. De berekening hiervan kan niet in dit rapport worden gegeven in verband met de vertrouwelijke informatie die hier in is verwerkt. Wanneer uit wordt gegaan van een rentepercentage van 10% betekent dit dus dat de rente kosten over de voorraad in de hallen €1,1 miljoen bedragen. Dit betekent dat een gemiddelde vermindering van de voorraad met 10% een besparing van 110 duizend euro per jaar op zal leveren.

Risico kosten

Door het in voorraad houden van producten ontstaat de kans op schade door diverse oorzaken, dit valt onder de kosten met betrekking tot het risico van de voorraad. Goede voorbeelden hiervan binnen het probleemgebied zijn de kosten die ontstaan als gevolg van transport- en opslagschades en het roesten van rollen in de PAD-hal. Bij een hoge voorraad nemen de transport- en opslagschades toe doordat er wordt getracht om zoveel mogelijk rollen in een hal neer te zetten. De totale kosten van de atmosferische roest in de PAD-hal als gevolg van volle opslaghallen bedroeg in de periode van augustus 2012 t/m juli 2013 €148.164. Hierbij moet vermeld worden dat er gedurende deze periode vermoedelijk ook zuurlekkages zijn geweest bij Beitsbaan 22, die het roestproces hebben versneld. In Bijlage O is te lezen hoe deze kosten zijn berekend.

Kosten door verborgen houden van problemen

Volgens de just-in-time theorie zorgen hoge voorraden er voor dat ongewenste eigenschappen van het proces niet zichtbaar worden (Slack, Chambers, & Johnston, 2007). Hierdoor wordt het proces niet aangepast en blijven de problemen in het proces aanwezig. Het kwantificeren van deze kosten is zeer complex en in het kader van dit onderzoek niet verder uitgewerkt.

Bijlage O Atmosferische roest PAD-hal

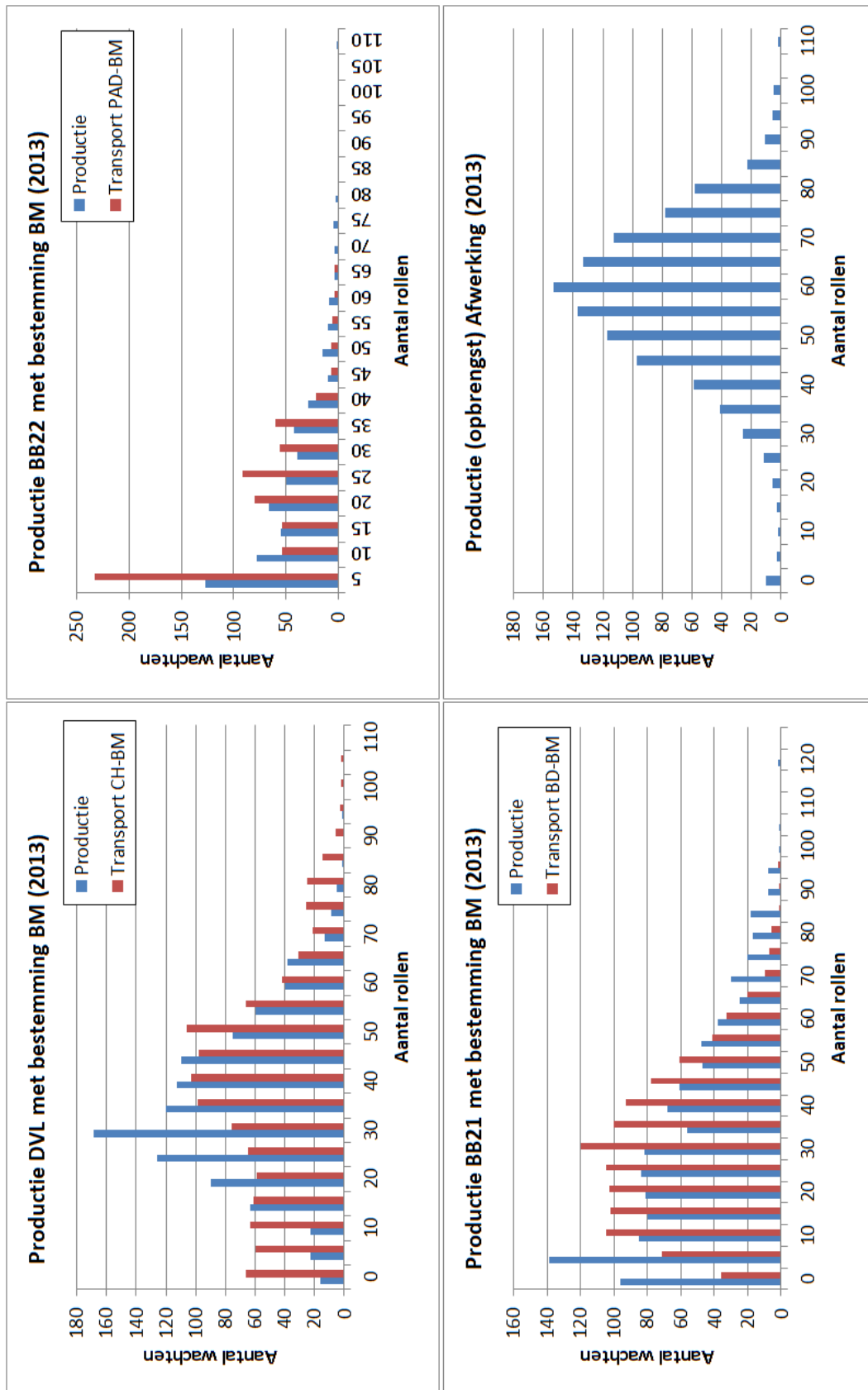
De PAD-hal is in tegenstelling tot andere hallen niet geconditioneerd. Hierdoor is de kans op het ontstaan van atmosferische roest hier een stuk hoger. Om te voorkomen dat gebeitste rollen roesten is er in de hal een maximale ligduur voor gebeitste rollen. De maximale ligduur is afhankelijk van de aanwezigheid van een beschermende olielaag op de rol. Gebeitste rollen die geoliede zijn mogen maximaal 3 dagen in de PAD-hal blijven, ongeoliede rollen mogen hier slechts een aantal uur blijven liggen. De rollen zullen moeten worden ingepakt of naar een geconditioneerde opslag locatie gebracht voordat de maximale ligduur bereikt is. Het grootste deel van de gebeitste rollen uit de PAD-hal gaat naar de BM-hal. In de praktijk blijkt echter dat de rollen niet altijd snel genoeg worden afgevoerd naar de BM-hal om atmosferische roest te voorkomen.

Om een indicatie te geven van de financiële gevolgen die dit heeft is voor de periode van augustus 2012 t/m juli 2013 geanalyseerd hoeveel materiaal er in de PAD-hal is aangetast door atmosferische roest. Binnen deze periode is alleen gekeken naar periodes waarin de BM-hal voor meer dan 80% gevuld was (minimaal 200 van 250 rollen in BM-slagveld).

In deze periodes zijn er in de PAD-hal in totaal ruim 320 gebeitste rollen aangetast door atmosferische roest. Hiervan waren 21 rollen zo erg aangetast dat deze niet meer te repareren waren, deze rollen werden afgekeurd. Dit gebeitste materiaal heeft een waarde vermindering tussen de €114 en €145 per ton. Het totale gewicht van de deze rollen was 326 ton. De minimale totale kosten van deze afkeur zijn dus $326 \text{ ton} \times 114 \text{ €/ton} = €37.164$.

De overige 300 rollen hadden een totaal gewicht van rond de 6.000 ton. Deze rollen konden wel worden gerepareerd. De gemiddelde kosten van deze reparatie zijn €18,50 per ton. De totale reparatiekosten bedroegen dus $6.000 \text{ ton} \times 18,5 \text{ €/ton} = €111.000$.

De totale kosten van de atmosferische roest in de PAD-hal op de momenten dat de rollen beperkt konden worden afgevoerd naar de BM-hal bedroeg in deze periode dus $€111.000 + €37.164 = €148.164$. Hierbij moet vermeld worden dat er gedurende deze periode vermoedelijk ook zuurlekkages zijn geweest bij Beitsbaan 22. Deze zuren kunnen het roest proces in de PAD-hal versneld hebben. Helaas is niet meer te achterhalen in welke periodes deze lekkages precies plaats hebben gevonden en konden deze oorzaak dus niet worden uitgesloten in de analyse.



Figuur P.1: Productie en transport van de installaties die leveren aan de BM- en BO-hal

Figuur P.1 weergeeft de productie van het beitsen, verzinken en het afwerken in 2013 in aantal rollen per wacht dat bestemd is voor de BM- en BO-hal. Daarbij is ook het transport van materiaal vanuit de BD-, PAD- en CH-hal naar de BM- en BO-hal te zien. In deze grafieken is de brede spreiding van de productie per installatie duidelijk te zien, dit geeft aan dat er grote pieken en dalen zitten in de productie van de betreffende installaties.

Deze spreiding in de productie kan worden opgevangen door de buffers (CH, PAD en BD), dit zou kunnen zorgen voor minder fluctuerende stroom van materiaal vanuit deze buffers naar de BM- en BO-hal.

Bijlage Q Code inlezen huidige voorraad

```
WITH V01 AS (  
    SELECT DAG_BEGIN  
           ,DAG_EIND  
    FROM P.VANDAAG  
)  
,V02 AS (  
    SELECT B.*  
    FROM V01  
    JOIN P.P94T03 B  
        ON B.DATUM_TYD_OPBOEKEN BETWEEN V01.DAG_BEGIN  
           AND V01.DAG_EIND  
    WHERE B.WACHT      = 'O'  
        AND B.ORDERPOST_IDENT = ''  
)  
,V03 AS (  
    SELECT DATUM_TYD_OPBOEKEN  
           ,MAT_IDENT_17  
           ,ORDERPOST_IDENT  
           ,FABRIEK_SCP  
           ,OPSLAG_ID  
           ,LOK_IN_OPSLAG  
           ,TE_BEWERKING_SCP  
           ,EVB  
           ,EVB_GEPLAND_MAT  
           ,BLOKKADE_AFDELING  
           ,GEWICHT_MAT  
           ,LENGTE_SCP  
           ,BREEDTE_SCP  
           ,DIKTE_SCP  
           ,DIAM_ROL  
           ,C_VERP_AFW  
           ,STATUS_SCP  
           ,BEW_VR_NAAM_HEV  
           ,I_COLLO  
           ,OB_NOB_SCP  
           , ' ' AS C_KORTE_VERP  
    FROM V02  
    WHERE (OPSLAG_ID IN ('PAE', 'BD', 'BF', 'CA', 'CF', 'CH'  
           , 'BJ', 'BK', 'DH', 'DK')  
        OR (OPSLAG_ID = 'PAD' AND STATUS_SCP = 'GEBEITST')  
        OR (OPSLAG_ID = 'BT' AND (LOK_IN_OPSLAG LIKE 'TO%'
```



```

OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'M5%'))
OR (OPFLAG_ID = 'BO' AND LOK_IN_OPFLAG LIKE 'TO%' AND
LOK_IN_OPFLAG NOT LIKE 'TO 8%' )
OR (OPFLAG_ID = 'BM' AND (LOK_IN_OPFLAG = ''
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'TO%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'BM%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'ALG%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'KLRZVK%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'KZV%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'SPOOR%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'FIL%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'RIL%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'PIJP%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'M5%'
OR (LOK_IN_OPFLAG LIKE 'M6%'
AND SUBSTR(LOK_IN_OPFLAG,3,2) >= '01'
AND SUBSTR(LOK_IN_OPFLAG,3,2) <= '04')
))
)
)
,V04 AS (
SELECT B.*
FROM V01
JOIN P.P94T03 B
ON B.DATUM_TYD_OPBOEKEN BETWEEN V01.DAG_BEGIN
AND V01.DAG_EIND
WHERE B.WACHT = 'O'
AND B.ORDERPOST_IDENT <> ''
)
,V10 AS (
SELECT DATUM_TYD_OPBOEKEN
,MAT_IDENT_17
,ORDERPOST_IDENT
,FABRIEK_SCP
,OPFLAG_ID
,LOK_IN_OPFLAG
,TE_BEWERKING_SCP
,EVB
,EVB_GEPLAND_MAT
,BLOKKADE_AFDELING
,GEWICHT_MAT
,LENGTE_SCP
,BREEDTE_SCP
,DIKTE_SCP

```

```

,DIAM_ROL
,C_VERP_AFW
,STATUS_SCP
,BEW_VR_NAAM_HEV
,I_COLLO
,OB_NOB_SCP
FROM V04
WHERE (OPSLAG_ID IN ('PAE', 'BD', 'BF', 'CA', 'CF', 'CH'
                    , 'BJ', 'BK', 'DH', 'DK')
OR (OPSLAG_ID = 'PAD' AND STATUS_SCP = 'GEBEITST')
OR (OPSLAG_ID = 'BT' AND (LOK_IN_OPFLAG LIKE 'TO%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'M5%'))
OR (OPSLAG_ID = 'BO' AND LOK_IN_OPFLAG LIKE 'TO%' AND
    LOK_IN_OPFLAG NOT LIKE 'TO 8%')
OR (OPSLAG_ID = 'BM' AND (LOK_IN_OPFLAG = ''
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'TO%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'BM%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'ALG%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'KLRZVK%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'KZV%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'SPOOR%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'FIL%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'RIL%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'PIJP%'
OR LOK_IN_OPFLAG LIKE 'M5%'
OR (LOK_IN_OPFLAG LIKE 'M6%'
AND SUBSTR(LOK_IN_OPFLAG,3,2) >= '01'
AND SUBSTR(LOK_IN_OPFLAG,3,2) <= '04')
))
)
)
,V11 AS (
SELECT V10.*
      ,T32.C_KORTE_VERP
FROM V10
LEFT JOIN P.V14T32 T32
ON V10.ORDERPOST_IDENT = T32.ORDERID_IVV
)
,V15 AS (
SELECT *
FROM V03
UNION ALL
SELECT *
FROM V11

```

```

)
,V16 AS (
  SELECT V15.*
    ,TGL.IDENT_INSTAL_GL
    ,TGL.LADING_VOLGNR_GL
  FROM V15
  LEFT JOIN P.W30TGL TGL
    ON V15.MAT_IDENT_17 = TGL.ROL_IDENT
)
,V17 AS (
  SELECT V16.*
    , CASE WHEN TLE.ID_MELDING_GL_KGP LIKE 'G021%'
      THEN 'UITSTAPELBAAR'
      WHEN V16.IDENT_INSTAL_GL <> ''
      THEN 'GLOEIEN'
      ELSE '' END AS GLOEISTATUS
  FROM V16
  LEFT JOIN P.W30TLE TLE
    ON V16.IDENT_INSTAL_GL = TLE.IDENT_INSTAL_GL
    AND V16.LADING_VOLGNR_GL = TLE.LADING_VOLGNR_GL
    AND TLE.ID_MELDING_GL_KGP LIKE 'G021%'
)
,V20 AS
(SELECT
V17.*
,T40.BESTEMMING_NA_PROD
,T40.C_DIAM_HASPELGAT_R
,T40.SO_ROL
FROM V17
LEFT JOIN DB2A30.P.W30T40 T40
ON V17.MAT_IDENT_17 = T40.ROL_IDENT
)
,V30 AS
(SELECT
V20.*
, CASE WHEN V20.GEWICHT_MAT BETWEEN 3000 AND 30000
AND ((V20.BREEDTE_SCP BETWEEN 700 AND 1500)
OR ((V20.BREEDTE_SCP BETWEEN 1500 AND 1801)
AND (V20.C_DIAM_HASPELGAT_R <> 'M'))))
AND V20.DIAM_ROL BETWEEN 900 AND 1900
AND V20.C_DIAM_HASPELGAT_R = 'G'
AND V20.DIKTE_SCP < 6001
AND V20.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2'
THEN 'JA' ELSE 'NEE' END AS FIL

```

```

, CASE WHEN V20.GEWICHT_MAT BETWEEN 3000 AND 30000
AND V20.BREEDTE_SCP BETWEEN 550 AND 2000
AND ((V20.DIAM_ROL BETWEEN 950 AND 2000)
OR ((V20.DIAM_ROL BETWEEN 900 AND 951)
AND (V20.c_korte_verp > 'RL26'))))
AND V20.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2'

THEN 'JA' ELSE 'NEE' END AS RIL
, CASE WHEN V20.GEWICHT_MAT BETWEEN 3000 AND 45000
AND V20.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2'
THEN 'JA' ELSE 'NEE' END AS PIJP
,CASE WHEN V20.BLOKKADE_AFDELING = ''
THEN 'NEE' ELSE 'JA' END AS I_BLOKKADE
FROM V20
)
,V40 AS
(SELECT
V30.*
,CASE WHEN (V30.C_KORTE_VERP IN ('RL04') OR V30.BEW_VR_NAAM_HEV =
'SEGAL-VR') AND V30.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2' THEN 'RL04'
WHEN V30.c_korte_verp IN ('RL30','RL81','RL82','RL83')
AND V30.FIL = 'JA' AND V30.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2' THEN 'FIL'
WHEN V30.c_korte_verp IN ('RL30','RL81','RL82','RL83','RL12','RL14'
, 'RL15'
, 'RL18','RL19','RL25','RL26','RL32','RL34','RL35'
, 'RL36','RL37', 'RL38','RL70','RL71','RL85','RL87')
AND V30.RIL = 'JA' AND V30.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2' THEN 'RIL'
WHEN V30.c_korte_verp IN ('RL74','RL78','RL88') AND V30.PIJP = 'JA'
AND V30.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2' THEN 'PIJP'
WHEN V30.c_korte_verp <> '' AND V30.PIJP = 'JA'
AND V30.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2' THEN 'PIJP'
WHEN V30.c_korte_verp = ''
AND V30.BESTEMMING_NA_PROD = 'BN2' THEN 'BN2'
ELSE '' END AS INPAK_INST
FROM V30
)
,V50 AS
(SELECT
V40.*
,CASE WHEN V40.I_COLLO = 'J' THEN 'MAGAZIJN'
WHEN V40.I_BLOKKADE = 'JA' THEN 'BLOKKADE'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BT' THEN 'BT'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'KW' THEN 'KW'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'GL' AND V40.GLOEISTATUS = ''

```

```

        THEN 'GL'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'GL' AND V40.GLOEISTATUS = 'GLOEIEN'
        THEN 'OVEN'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'GL' AND V40.GLOEISTATUS =
        'UITSTAPELBAAR' THEN 'NA'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'NA' THEN 'NA'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'DV'
AND V40.BESTEMMING_NA_PROD IN ('DV1', 'DV2') THEN 'DVL 1/2'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'DV'
AND V40.BESTEMMING_NA_PROD = 'DV3' THEN 'DVL 3'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'DV'
AND V40.OPSLAG_ID = 'CA' THEN 'DVL 1/2'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'DV'
AND V40.OPSLAG_ID = 'CF' THEN 'DVL 3'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'DV'
AND (V40.BESTEMMING_NA_PROD = ''
AND V40.OPSLAG_ID NOT IN ('CA', 'CF')) THEN 'DVL 1/2'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'OW'
AND (V40.BESTEMMING_NA_PROD = 'S22') THEN 'SS22'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'OW'
AND (V40.BESTEMMING_NA_PROD = 'O21') THEN 'OB21'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'OW'
AND (V40.BESTEMMING_NA_PROD = 'T21') THEN 'TRI'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'OW'
OR V40.TE_BEWERKING_SCP = 'PK' THEN 'AKB'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BN'
AND V40.INPAK_INST = 'RIL' THEN 'RIL'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BN'
AND V40.INPAK_INST = 'RL04' THEN 'MAGAZIJN'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BN'
AND V40.INPAK_INST = 'FIL' THEN 'FIL'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BN'
AND V40.INPAK_INST = 'PIJP' THEN 'PIJP'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BN'
AND V40.BESTEMMING_NA_PROD IN ('BNH', 'BNV', 'BNC')
THEN 'BNCH'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BN'
AND V40.BESTEMMING_NA_PROD = 'BNP' THEN 'IPAD'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BN'
AND V40.INPAK_INST = 'BN2' THEN 'BN2'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'BN' THEN 'BN2'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = 'VR' THEN 'MAGAZIJN'
WHEN V40.TE_BEWERKING_SCP = '1L' THEN 'VL'
WHEN V40.OB_NOB_SCP = 'NOB' THEN 'NOB'

```

```
ELSE " END AS BESTEMMING  
FROM V40  
)  
SELECT *  
FROM V50  
WHERE 1 = 1  
ORDER BY OPSLAG_ID
```

Bijlage R Transportlijst Buiscar

Met behulp van het voorraadmodel kan een werkuitgifte voor de buiscar worden gemaakt, zie Figuur R.1. In deze werkuitgifte is opgenomen hoeveel rollen er de komende 24 uur getransporteerd moeten worden tussen 2 hallen om een beheerste situatie te creëren waarbij de voorraden geen stilstanden van de hoofdinstallaties veroorzaken.

Prioriteitenlijst trekker chauffeur (24h)								
Datum: 20-10-2013								
Prio	Van Hal	Naar Hal	Installatie	Plan	Aantal gereden			Resultaat
					Ochtend	Middag	Nacht	
	BD	BO	RIL	135				
			FIL	65				
	BD	BM	PIJP	0				
	BD	DK	KIPA	10				
	BD	DH	NA21	0				
	BF	CF	DVL 3	24				
	BF	BO	RIL	0				
			FIL	0				
	BF	BM	PIJP	0				
	BF	BJ	GL	15				
	BF	BK	GL	30				
	BF	TROM	OSL	6				
	BJ	DH	NA21	6				
	BK	DH	NA21	26				
	DK	TROM	OSL	0				
	DK	BO	RIL	5				
			FIL	4				
	DK	BM	PIJP	0				
	BM	DH	NA21	7				
Totaal:				333				

Figuur R.1: Werkuitgifte buiscar op basis van voorraadmodel

Bijlage S MSc thesis in het Nederlands

Datum 13 mei 2013
Oms kenmerk GL/JS/13.1954
Contactpersoon Mevrouw J.W.M. Spoek-Schouten
Telefoon/fax 015 27 82889/+31 (0)15 27 81397
E-mail j.w.m.spoek-schouten@tudelft.nl
Onderwerp MSc thesis in het Nederlands

Tata Steel
De heer Nieko Mijnen, SPME R&C KBW PRD
Postbus 10.000
1970 CA IJmuiden



Technische Universiteit Delft

Werktuigbouwkunde, Maritieme
Techniek en Technische
Materiaalwetenschappen
Afdeling Maritieme Techniek en
Transporttechniek

Bezoek
Leeghwaterstraat 17
2628 CA Delft

Correspondentie
Mekelweg 2
2628 CD Delft

Gebouw 34

www.mtt.tudelft.nl

Geachte heer Mijnen,

In antwoordt op uw e-mail van 07 mei 2013 deel ik u namens de examencommissie mee dat zij akkoord gaan met het schrijven van het afstudeerwerk van student Wout van Dijk in het Nederlands. Hij dient wel een Engelstalige samenvatting bij ondergetekende in te leveren voorafgaand aan het afstuderen.

De examencommissie is van mening dat zij, gelet op het op te leveren product en de doelgroep, een uitzondering kan maken op de regel die stelt dat de MSc thesis in het Engels gesteld moet worden.

De examencommissie hecht eraan nadrukkelijk te stellen dat zij het schrijven van een MSc thesis in het Nederlands als uitzondering beschouwt.

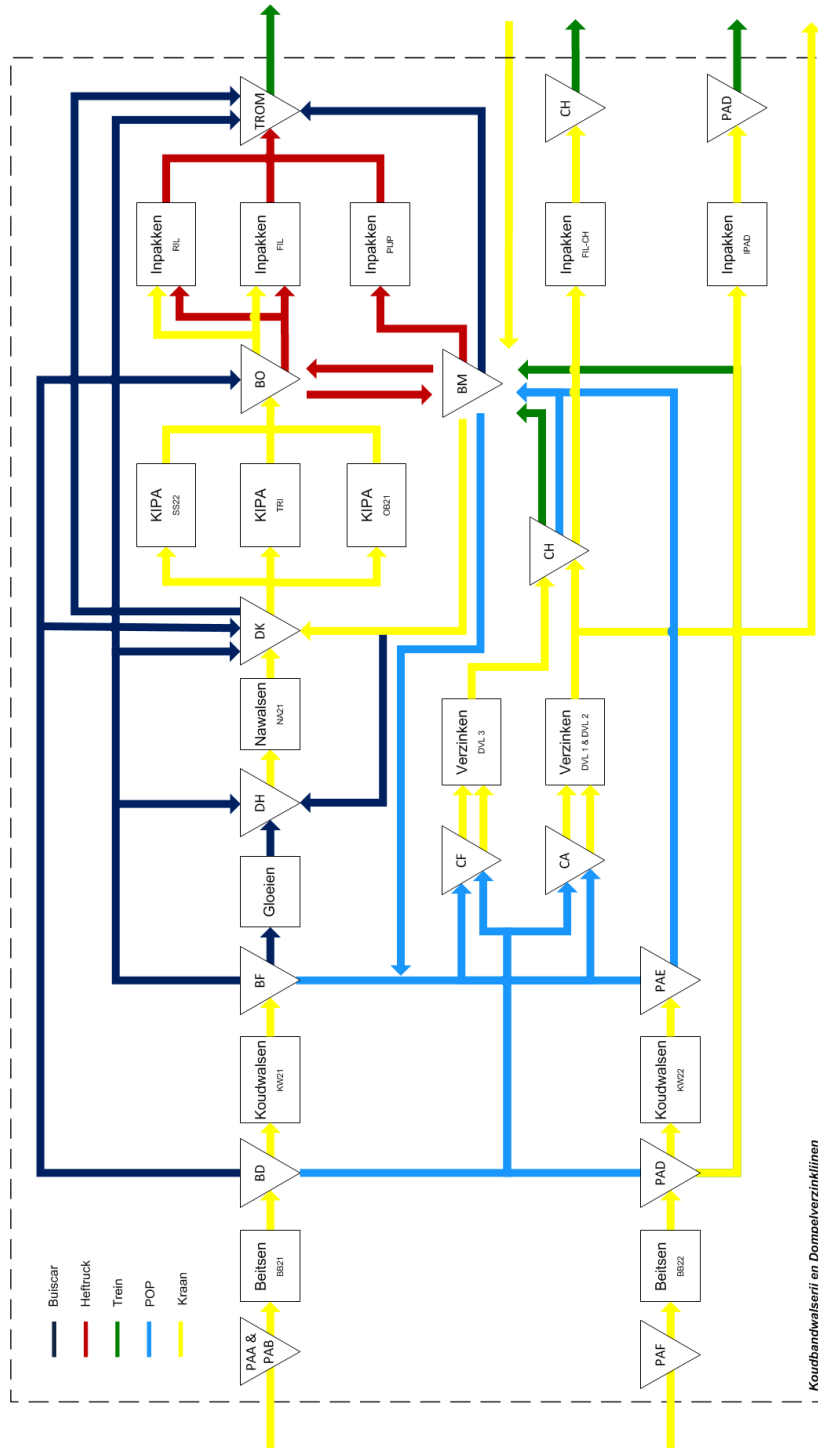
Met vriendelijke groet,



Prof. dr. Ir. G. Lodewijks
Voorzitter van de afdeling M&TT, vice-decaan van 3ME

Bijlage T Transportmiddelen per route

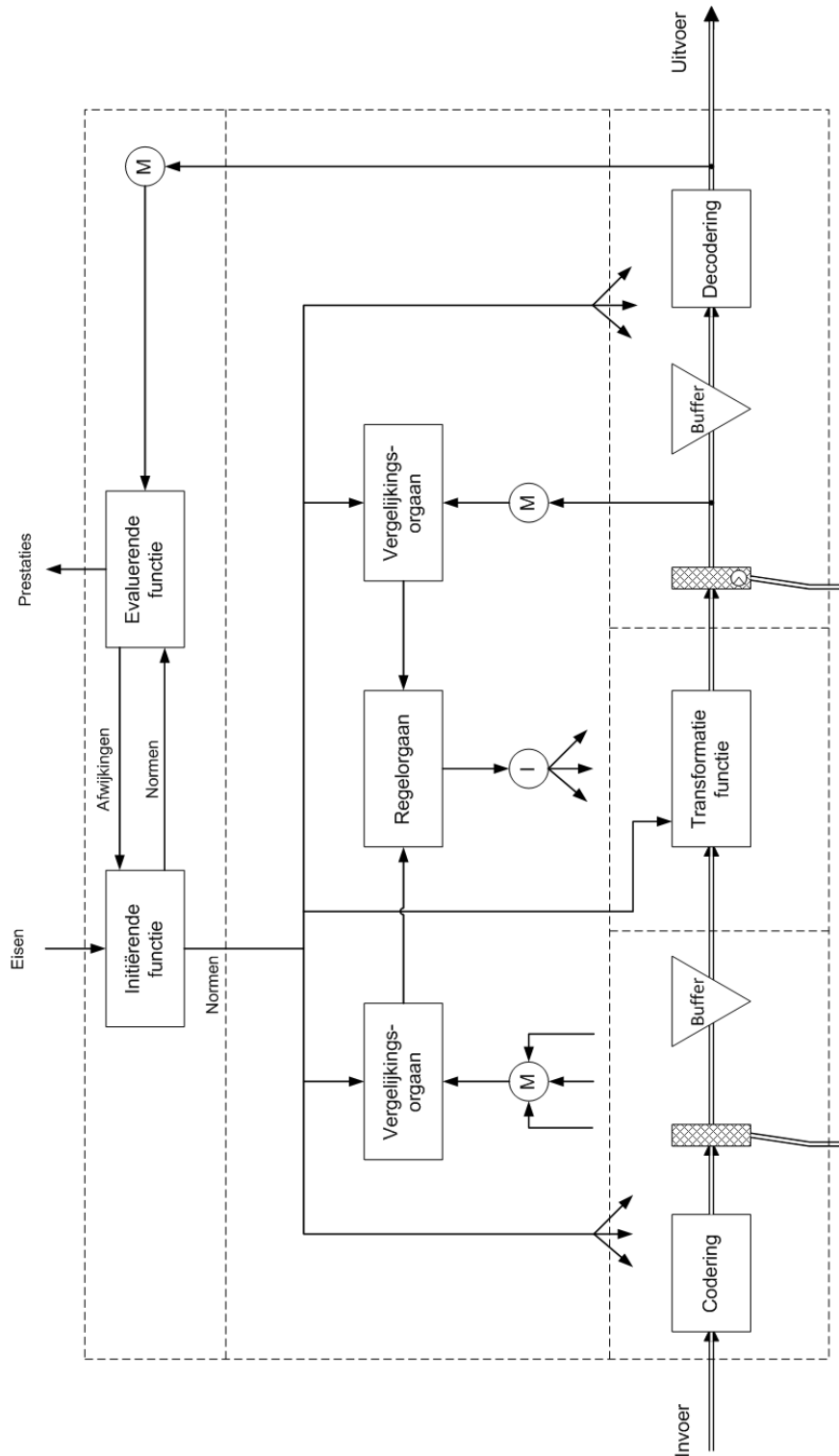
Voor het transport binnen het probleemgebied wordt gebruik gemaakt van meerder transportmiddelen. Het betreft bovenloopkranen, heftrucks, treinen, buiscarren (of wagons) en pallets op poten. Figuur T.1 geeft een overzicht van transportmiddelen die per route worden ingezet.



Figuur T.1: Transportmiddelen per route

Bijlage U Steady-state model

In Figuur U.1 is het steady-state model weergegeven. Met steady state wordt een situatie bedoeld waarbij de processen zo zijn ingericht dat het mogelijk is op beheerste wijze bepaalde behoefte te blijven vervullen (In 't Veld, 1978).



Tabel U.1 Steady-state model