

## 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 automobielenindustrie, de bouw en de verpakkingenindustrie.

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 hoofdinstanties 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 instanties 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 hoofdinstanties 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.