|  |  |
| --- | --- |
| Vertrouwelijk: EMI buffer management | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Naam** | **Studentnummer** | **Eerste examinator** | **Bedrijf** | **Datum** |
| S. A. Rang | 1655299 | Jos Schmeltz | EKB Houten | 23-5-2018 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Sjabloon: V4.0

# Voorwoord

# Managementsamenvatting

**Inhoudsopgave**

[Voorwoord 2](#_Toc514855242)

[Managementsamenvatting 3](#_Toc514855243)

[Begrippenlijst 5](#_Toc514855244)

[1 Inleiding 6](#_Toc514855245)

[2 Organisatorische Context 7](#_Toc514855246)

[2.1 Het bedrijf 7](#_Toc514855247)

[2.2 Bedrijfsgegevens 8](#_Toc514855248)

[2.3 Persoonsgegevens 8](#_Toc514855249)

[3 De Opdracht 9](#_Toc514855250)

[3.1 De kwestie 9](#_Toc514855251)

[3.2 De afstudeeropdracht in het kort 9](#_Toc514855252)

[3.3 Doelstelling 9](#_Toc514855253)

[3.4 Hoofdvraag en deelvragen 10](#_Toc514855254)

[3.5 Onderzoeksmethoden 10](#_Toc514855255)

[4 Theoretisch Kader 11](#_Toc514855256)

[5 Onderzoek 12](#_Toc514855257)

[Literatuur 13](#_Toc514855258)

# Begrippenlijst

|  |  |
| --- | --- |
| **Begrip** | **Definitie** |
| Buffervoorraden | De voorraad van producten of halffabricaten die staat te wachten tussen twee productielijnen tot ze verder verwerkt kunnen worden |
| EKB Manufacturing Intelligence | Een industrieel webbased automatiserings-software pakket voor verzameling en visualisatie van real-time informatie over productielijnen |
| Machine learning | Het verwerken van data d.m.v. een algoritme dat niet zelf geprogrammeerd is, maar wordt gegenereerd (voor meer informatie zie hoofdstuk Theoretisch Kader) |
| Productielijn | Een serie geschakelde verzameling machines waarmee in een fabriek producten worden geproduceerd |
| Theory of Constraints | Volgens Goldratt en Cox (2007) is TOC een manier om de bottleneck van een systeem te vinden en deze te exploiteren totdat een ander gedeelte van het systeem de bottleneck wordt. Hierna wordt het proces herhaalt. De doorstroom van een systeem is de belangrijkste factor. Voorraden en bedrijfskosten zijn de twee andere belangrijke factoren. |

# Inleiding

# Organisatorische Context

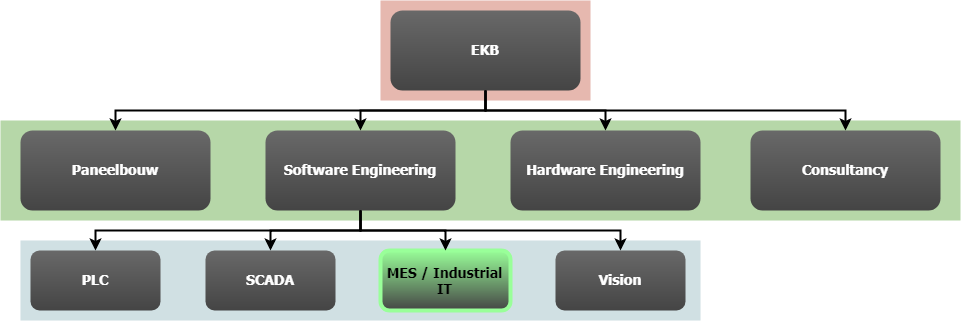
## Het bedrijf

EKB is actief op het gebied van industriële automatisering en richt zich vooral op het aaneensluiten en implementeren van processen hierbinnen.

Met 200 medewerkers verdeeld over vijf vestigingen bieden zij automatiseringsoplossingen voor de Nederlandse industrie.

EKB realiseert industriële automatiseringsprojecten voor de Nederlandse eindgebruikers en machinebouwers. EKB is vooral actief in de sectoren Metaal, Voedingsmiddelen, OffShore en Fijn Chemie.

De bedrijfsstructuur is weergeven in Figuur 1. De student zal komen te werken op de MES (Manufacturing Execution Systems) afdeling van software engineering in Houten. Andere onderdelen van EKB zijn paneelbouw, hardware engineering en consultancy. Deze onderdelen worden voornamelijk bij de andere vestigingen (Drachten, Someren, Haaksbergen en Beverwijk) tot uitvoer gebracht.



Figuur 1: EKB bedrijfsstructuur

## Bedrijfsgegevens

Tabel 1: Bedrijfsgegevens van EKB

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Naam** | **Adres** | **Postcode** | **Telefoon** | **Website** |
| EKB | Meidoornkade 19 | 3992 AG Houten | +31 30 711 14 80 | http://www.ekb.nl/nl/home/ |

## Persoonsgegevens

Tabel 2: Persoonsgegevens van betrokkenen

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Naam** | **Functie** | **E-mailadres** | **Telefoon** | **LinkedIn** |
| S. A. Rang | Afstudeerder | stefan.rang@student.hu.nl | +31 6 34 10 04 29 | https://www.linkedin.com/in/stefan-rang-8b0635101/ |
| J. Schmeltz | Eerste examinator | jos.schmeltz@hu.nl | onbekend | onbekend |
| F. Verbruggen | Docentbegeleider/Tweede examinator | frank.verbruggen@hu.nl | +31 6 12 20 22 74 | https://www.linkedin.com/in/frank-verbruggen-5080a720/ |
| A. Roelofsen | Bedrijfsbegeleider | a.roelofsen.ekb.nl | +31 6 20 96 48 14 | https://www.linkedin.com/in/auke-roelofsen-273b7918/ |
| M. de Lange | Product owner | w.de.lange@ekb.nl | +31 6 51 83 97 90 | https://www.linkedin.com/in/michiel-de-lange-a1b04b3/ |
| G. Bargeman | Contactpersoon Tsubaki Nakashima | ger.bargeman@europe. tsubaki-nakashima.com | +31 6 24 36 58 85 | https://www.linkedin.com/in/ger-bargeman-b3332a14/ |
| M. Kok | Software engineer | m.kok@ekb.nl | +31 6 12 60 62 73 | https://www.linkedin.com/in/maarten-kok-316374109/ |

# De Opdracht

## De kwestie

Sinds 2009 ontwikkelt EKB een eigen softwarepakket genaamd EMI (EKB Manufacturing Intelligence), gericht op industriële toepassing. EMI is vooral bedoeld om inzicht te krijgen in de productiviteit en kwaliteit van industriële productieprocessen. Deze data worden op dit moment voornamelijk gebruikt om een overzichtelijk beeld te krijgen van de huidige situatie, maar nog niet om bepaalde productieprocessen te optimaliseren.

Vanaf de start van de ontwikkeling van EMI is er vanuit de industrie aangegeven dat er in toenemende mate beheer en sturing van interne buffervoorraden gewenst wordt. Hierbij wordt geëist dat Theory of Constraints wordt toegepast.

Als business case voor deze afstudeeropdracht wordt de data van de rollenfabriek van Tsubaki Nakashima, een klant van EKB, te Veenendaal gebruikt. De buffervoorraden worden daar momenteel beheerd op basis van ervaring. Het is niet duidelijk hoe de buffervoorraden tussen de productielijnen zo afgestemd kunnen worden dat de voorraden verminderen terwijl de productie vergroot wordt. Dit is een van de doelen van Theory of Constraints.

## De afstudeeropdracht in het kort

Het verlagen van de buffervoorraden zorgt indirect voor kostenvermindering. Volgens Goldratt en Cox (2007) resulteert het verlagen van de voorraden echter alleen in een verhoging van de winst als ook de productie verhoogd wordt. Om dit te bereiken moeten dus zowel de verlaging van de buffervoorraden als de verhoging van de productie even zwaar meetellen.

Naast een verbredend en kritisch onderzoek naar TOC, machine learning en de huidige situatie bij TN (Tsubaki Nakashima) welke EKB van de student eist, dient de student een werkend product op te leveren waarin daadwerkelijk TOC toegepast en aantoonbaar gemaakt is voor de gebruiker. De afstudeerstage betreft dan ook een productopdracht.

Omdat het onduidelijk is hoe zowel de buffervoorraden te verlagen als de productie te verhogen zal machine learning worden gebruikt om een algoritme tot stand te laten komen te op basis van een fabriekssimulatie de hoogtes van de buffervoorraden af kan wegen. Om dit te kunnen implementeren in EMI moet echter wel eerst worden onderzocht hoe de simulatie zo realistisch mogelijk te maken is, terwijl de simulatie generiek gebruikt moet kunnen worden voor andere klanten van EKB.

## Doelstelling

De te bouwen uitbreiding van EMI moet ervoor gaan zorgen dat klanten van EKB hun buffervoorraden zo laag mogelijk kunnen houden terwijl de productie zo hoog mogelijk is.

Middels de beschikbare data in EMI, de simulatie en het machine learning algoritme moet het mogelijk worden de doorlooptijden van halffabricaten te verminderen. Hierdoor worden de voorraden tussen de verschillende productielijnen kleiner en verminderen de kosten per product.

## Hoofdvraag en deelvragen

Uitgaande van de opdrachtomschrijving van EKB is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

***Hoe kunnen machine learning algoritmes, gericht op TOC, in EMI worden geïmplementeerd om de buffervoorraden van EKB klanten te verminderen?***

**Hoofdvraag decompositie**

Om een machine learning algoritme te kunnen trainen zijn er allereerst een of meerdere relevante datasets nodig. Het is dus van belang dat er eerst onderzocht wordt welke data er nodig zijn. Om het eindproduct onafhankelijk van andere software te houden moet de data zoveel mogelijk uit de EMI database komen.

Om de machine learning algoritmes in de praktijk toe te kunnen passen moet de training gericht zijn op de werkelijkheid. Om dit te bereiken is er aanvullend onderzoek nodig naar de huidige situatie bij Tsubaki Nakashima om een realistische simulatie te kunnen maken waarin de machine learning algoritmes op de datasets kunnen trainen.

Voordat de simulaties met de verschillende algoritmes van start kunnen gaan moet eerst duidelijk worden hoe TOC toegepast kan worden. Hoe hebben andere bedrijven en afstudeerders de buffervoorraden proberen te verlagen met TOC? Met deze kennis kunnen de initiële parameters van de algoritmes worden ingesteld.

Voor en tijdens de implementatie in EMI zal er ook worden onderzocht welke architectuur het beste gebruikt kan worden. Na de implementatie kunnen de simulaties gestart worden. Deze simulaties resulteren in een verzameling van buffervoorraadgroottes die niet op basis van ervaring tot stand zijn gekomen, maar op basis van algoritmes.

De hieruit voortvloeiende deelvragen zijn als volgt:

1. Welke data uit EMI en externe data zijn er nodig om een zo realistisch mogelijk algoritme te kunnen trainen?
2. Hoe kan de training zo realistisch mogelijk worden gemaakt met de beschikbare data?
3. Hoe hebben anderen met TOC de buffervoorraden verlaagd?
4. Welke soorten machine learning algoritmes zijn geschikt om in combinatie met TOC toe te passen?
5. Welke architectuur is het meest geschikt om de machine learning algoritmes volgens de randvoorwaarden en requirements in EMI te implementeren?

## Onderzoeksmethoden

Per deelvraag is in Tabel 3 vastgesteld welke onderzoeksmethoden gebruikt zullen worden.

Tabel 3: Methoden matrix

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Deelvraag** | **Kwalitatief of kwantitatief?** | **Onderzoeksmethode** | **Resultaat** |
| Welke data uit EMI en externe data zijn er nodig om een zo realistisch mogelijk algoritme te kunnen trainen? | Kwantitatief | Deskresearch | Verzameling van data waar het algoritme op kan trainen |
| Hoe kan de training zo realistisch mogelijk worden gemaakt met de beschikbare data? | Kwalitatief | Exploratief onderzoek / veldonderzoek | Een of meerdere training strategieën |
| Hoe hebben anderen met TOC de buffervoorraden verlaagd? | Kwalitatief | Deskresearch | Een of meerdere toepassingen van TOC ter inspiratie voor dit onderzoek |
| Welke soorten machine learning algoritmes zijn geschikt om in combinatie met TOC toe te passen? | Kwantitatief | Experimenteel onderzoek / laboratorium  onderzoek / vergelijkend onderzoek | Een of meerdere algoritmes die gebruikt kunnen worden voor het eindproduct |
| Welke architectuur is het meest geschikt om de machine learning algoritmes volgens de randvoorwaarden en requirements in EMI te implementeren? | Kwalitatief | Deskresearch | Architectuur voor het eindproduct |

# Theoretisch Kader

# Onderzoek

# Literatuur

Goldratt, E. M., & Cox, J. (2007, 2 april). The Goal, A Process of Ongoing Improvement. Geraadpleegd van http://www.2ndbn5thmar.com/lean/Notes%20on%20The%20Goal.pdf