

# Steekwoorden:

## Conclusie:

- Hoe optimaal oplossing model(3x3x3)? Deze is het meest complex en uitgebreide grid
  - o Reward score en Loss benoemen
  - o Aantal stappen/ benodigde tijd (voor optimum bereikt)
  - o Handmatige evaluatie, kan je overal bij
- Hoe schaalbaar? Van 3x3 naar 5x5x5 en 3x3x3 met wel redelijk wat aanpassingen
  - o Aanpassingen nodig
  - o Niet weten hoe voor veel grotere problemen, te complex

## Discussiepunten:

- Complexiteit grotere situaties
- Container 11 staat nu okee, maar niet optimaal als er meer containers binnenkomen.

## Aanbevelingen:

- Aantal zetten stacker nodig in reward functie verwerken
- Niet handmatig evalueren, maar onderzoek naar evaluatie methoden (Dijkstra benoemen?)
- Snelheid model verbeteren?
- Van half vol naar vol optimaal 3x3x3
- Reward functie generieker maken, zodat minder aanpassingen nodig
- Bij grotere problemen kansen binnenkomvolgordes meenemen (daar kan je misschien niet zorgen dat alles meteen bereikbaar is)

# Versie in eindversie paper:

## 1. Conclusie

Het doel van dit onderzoeksverslag is het maken van een model dat zo optimaal mogelijk een containerterminal kan indelen en makkelijk uit te breiden is naar een grotere containerterminal. Waarmee er rekening wordt gehouden met een onzekerheid in de binnenkomst van de containers vanaf de binnenvaartschepen. Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat er een model is ontwikkeld dat een optimale indeling kan genereren voor een containerterminal van 3x3x3. Er wordt gekeken naar de loss van het gemaakt model, zodra deze loss minimaal is kan er worden gesteld dat het model tot zijn beste reward is gekomen.

Uit Figuur 3 en Figuur 4 blijkt dat de loss en value loss van het model dat is ontwikkeld met ongeveer 350.000 timesteps en in 334 seconden worden geminimaliseerd. De uiteindelijke eindopstelling die dit model genereerd wordt dan handmatig geëvalueerd door te bekijken of de stacker direct bij al de containers van elk zeevaartschip kan. In [Error: Reference source not found](#) is te zien dat dit het geval is. Daar is te zien dat het niet uit maakt of zeevaartschip 1, 2 of 3 als eerste aan komt. De stackers kunnen zonder extra handelingen bij de containers die zijn bestemd voor het zeevaartschip aan de kade. Het doel om een 3x3x3 yard optimaal mogelijk in te kunnen delen is op deze manier bereikt.

Dat het andere doel, het maken van een schaalbaar model, bereikt is, kan worden aangetoond door het feit dat er vanaf een kleine beginsituatie is toegewerkt naar een complexere eindsituatie. Dat is deels gelukt, omdat er is gewerkt vanaf het invullen van een 3x3 yard naar het invullen van een 3x3x3 yard. Deze 3x3x3 yard is dan op de meest optimale manier ingevuld. Echter zijn er wel een aantal kleine aanpassingen gedaan aan het model. Zo moest er bijvoorbeeld een aantal aanpassingen gedaan worden in de reward-functie, action space en observation space toen er van een 2-dimensionale opstelling naar een 3-dimensionale opstelling werd uitgebreid.

## 2. Discussie en Aanbevelingen

### Schaalbaarheid

Een aanbeveling voor verder onderzoek zou zijn om de reward-functie schaalbaar te maken, zonder dat de code aangepast hoeft te worden. Hierdoor zou het mogelijk zijn om de agent te trainen op verschillende vormen, groottes en locaties van yards. In de bestudeerde literatuur over dit specifieke probleem, wordt veelal gepoogd om het aantal bewegingen van de stackers te minimaliseren tijdens het verplaatsen van containers. Dit is ook wat in dit onderzoek bereikt zou moeten zijn door het vinden van de optimale indeling van de yard, zodat de stackers overal snel bij kunnen. Echter wordt in de reward-functie geen rekening gehouden met het aantal zetten die de stackers moeten afleggen. Deze manier van zetten minimaliseren zou een efficiëntere manier kunnen zijn voor het bepalen van de reward, wanneer het probleem groter en complexer wordt.

Wanneer een yard van grootte veranderd of er meer schepen met meer containers binnen komen, wordt het probleem exponentieel moeilijker om op te lossen. Een grotere yard brengt nieuwe uitdagingen met zich mee. Bij een yard van voldoende maat is het vrijwel onmogelijk dat containers niet worden ingeboxed door andere containers. Hiervoor moeten er rekening gehouden worden met de verwachte volgorde van zeeschepen. De observation space zou bijvoorbeeld een verwachte lijst van zeevaartschepen kunnen bevatten.

Verder moet de snelheid van het model geoptimaliseerd worden, aangezien het zo'n 5 minuten duurt om alleen al een lege 3x3x3 te vullen met containers. Door het model slimmer te laten trainen kan het sneller gaan leren. Een voorbeeld om het model slimmer te laten trainen, is door te trainen met meer iteraties waarin er stapsgewijs van een volle yard naar een lege yard wordt getraind. Het model zal dan mogelijk sneller leren om de laatste containers op juiste plaats neer te zetten.

### Rekening houden met extra containers

In [Error: Reference source not found](#) is een optimale eindoplossing te zien. Dit komt omdat de stacker nu overal bij kan en er geen containers meer geplaatst hoeven worden in de yard. Echter, wanneer er nu nog meer groene containers binnen zouden komen, is dit eigenlijk geen optimale oplossing. Er is namelijk nog maar 1 plek waar de groene container geplaatst kan worden en dat is bovenop container 11 en de plek achter container 11 is onbereikbaar geworden. In het huidige geformuleerde probleemdomein hoeft hier nog geen rekening mee gehouden te worden. Echter, in het vervolg zal gekeken moeten worden naar het toekennen van een extra penalty voor het plaatsen van containers op deze manier. Zo kan het model ook rekening houden met een optimaal gebruik van de ruimte om rekening te houden met eventueel nieuwe binnenkomende containers.

### Validatie Systeem

Om de opstelling die is gegenereerd door het model te evalueren wordt er handmatig gekeken of de stacker direct bij al de containers van elk zeevaartschip kan. Wanneer het probleem complexer wordt is het te ingewikkeld om alles nog handmatig te valideren. Het is om die reden aan te raden om in het vervolg, onderzoek te doen naar een systeem waarmee de opstelling van containers geëvalueerd kan worden.

## Aanbeveling visualisatie

Een aanbeveling om de visualisatie applicatie verder uit te breiden zou zijn om een stapsgewijze evaluatie toe te voegen. Dit betekent dat er na elke verplaatsing van een container, een evaluatie plaats zou vinden. Op deze manier kan de gebruiker de verplaatsing van de container real-time volgen en direct zien of de container op de juiste plek staat. Dit is een significante verbetering ten opzichte van de huidige manier van werken, waarbij voor elke zet een nieuw scenario aangemaakt moet worden.

Daarnaast kan de stapsgewijze evaluatie ook helpen bij het identificeren van eventuele problemen of fouten die zich voordoen tijdens het verplaatsen van de container. Bijvoorbeeld, als een container door een andere container heen wordt verplaatst, kan dit direct worden opgemerkt en worden opgelost. Dit kan de efficiëntie van het proces verhogen door eerder het model te straffen voor fouten. In combinatie met een gebruiksvriendelijke interface, kan de stapsgewijze evaluatie een belangrijke bijdrage leveren aan de kwaliteit van het model.