



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Het toewijzen van opslaglocaties in magazijnen

Britt Simons

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting supply chain management

PROMOTOR :

Prof. dr. Kris BRAEKERS



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2024
2025



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Het toewijzen van opslaglocaties in magazijnen

Britt Simons

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting supply chain management

PROMOTOR :

Prof. dr. Kris BRAEKERS

Voorwoord

Het einde van mijn opleiding Handelswetenschappen aan UHasselt is in zicht. Hierbij kan mijn masterproef aangeboden worden die de afsluiter vormt van mijn opleiding. De masterproef is geschreven in de periode van september 2024 tot juni 2025.

Alvorens de kaarten op tafel gelegd worden, zou ik een aantal mensen willen bedanken die mij hebben geholpen. Zij hebben mij gesteund bij het volbrengen van deze masterproef. Ik neem daarom even de tijd om ze te bedanken.

Gedurende het onderzoek heb ik begeleiding ontvangen van mijn promotor Kris Braekers. Hij was bereid om mij verder te helpen bij vragen en heeft mij steeds van waardevolle feedback voorzien door mijn masterproef grondig te lezen. Ook wil ik de geïnterviewden bedanken voor hun input. Zij hebben mij geholpen met het verwerven van inzichten in de praktijk.

Tot slot richt ik mij graag tot u, beste lezer. Ik wens u veel leesplezier toe en wil u bedanken voor uw interesse in mijn masterproef.

Britt Simons

Diepenbeek, 4 juni 2025

Samenvatting

Inleiding

De logistieke sector is de afgelopen jaren sterk gegroeid dankzij globalisering, technologische vooruitgang en veranderende klantverwachtingen. Logistiek richt zich op het efficiënt organiseren van de goederenstroom, waarbij het magazijn een cruciale rol speelt. Magazijnen slaan producten tijdelijk op, verwerken ze en maken ze klaar voor levering.

In het magazijn vinden verschillende activiteiten plaats. Onderzoek toont aan dat in manuele magazijnen 50% van de verwerkingstijd van een order wordt besteed aan het afleggen van afstanden. Daarnaast besteden orderpickers tijd aan het zoeken naar producten, het picken van producten, de voorbereiding en andere handelingen. Al deze stappen maken deel uit van de verwerkingstijd, oftewel de actieve tijd die nodig is om een order te verwerken.

Magazijnen staan voor verschillende uitdagingen. De opkomst van e-commerce heeft geleid tot een toename van het aantal bestellingen. Klanten willen hun producten steeds sneller geleverd krijgen. Daarbovenop heeft de sector af te rekenen met een tekort aan arbeidskrachten. Het vinden van personeel voor magazijnwerk wordt steeds moeilijker, terwijl de vraag naar snelle en nauwkeurige verwerking toeneemt.

Om deze uitdagingen aan te pakken, is het belangrijk om magazijnprocessen te optimaliseren. Een manier om dat te doen is door na te denken over waar producten precies in het magazijn geplaatst worden. De locatie van een product bepaalt immers hoe ver de orderpicker moet lopen. De manier waarop producten aan locaties worden toegewezen, wordt het Storage Location Assignment Problem (SLAP) genoemd. Deze masterproef onderzoekt hoe die toewijzing geoptimaliseerd kan worden. De centrale onderzoeksvraag luidt: "Hoe kan de toewijzing van opslaglocaties in magazijnen geoptimaliseerd worden om de doorlooptijden te minimaliseren?"

Literatuurstudie

Bij het toewijzen van producten aan opslaglocaties moet er rekening worden gehouden met verschillende kenmerken van de producten. Een magazijn kan ingedeeld worden in aparte zones, afhankelijk van de aard van de producten. Zo kan er een aparte zone zijn voor diefstalgevoelige goederen, voor gevaarlijke stoffen of voor producten die gekoeld moeten worden. Ook zijn er zones voor kleine onderdelen of net voor zeer grote, zware producten. Binnen deze zones worden producten toegewezen aan specifieke opslaglocaties.

Er bestaan verschillende toewijzingsmethoden. Willekeurige opslag wijst producten toe aan om het even welke vrije locatie. Dit zorgt voor een hoge benutting van de ruimte, maar ook voor langere loopafstanden. Dedicated opslag kent elk product een vaste locatie toe, wat duidelijkheid schept voor de orderpickers, maar niet optimaal is bij schommelingen in de voorraad. Full turnover opslag plaatst producten met een hoge vraag dicht bij het depot, zodat de looptijd van de pickers beperkt blijft. Klasse-gebaseerde opslag deelt producten op in klassen, bijvoorbeeld A-, B- en C-producten, en plaatst de populairste klasse het dichtst bij het depot. Binnen die klassen worden producten dan

willekeurig opgeslagen. Zowel full turnover opslag als klasse-gebaseerde opslag houden rekening met de vraagfrequentie van producten. Daarnaast zijn er ook andere, minder voorkomende methoden zoals duration of stay-opslag, gedeelde opslag, gecorreleerde opslag en scattered storage.

Na de keuze van een toewijzingsmethode, is het belangrijk te bepalen hoe die methode wordt toegepast: statisch of dynamisch. Bij statische toewijzing krijgt een product een opslaglocatie toegewezen bij binnenkomst in het magazijn. Het product blijft deze locatie behouden zolang het product in het magazijn aanwezig is. Reeds opgeslagen producten worden dus niet verplaatst, zelfs niet bij veranderingen in de vraag of in het assortiment. Dynamische toewijzing daarentegen houdt in dat de indeling actief wordt aangepast op basis van actuele data. Reeds opgeslagen goederen kunnen hierbij van locatie veranderen, zodat de opslag wordt geoptimaliseerd in functie van bijvoorbeeld gewijzigde vraagfrequenties of seizoensinvloeden. Producten waarvan de vraag toeneemt, worden dan verplaatst naar een gunstigere locatie, bijvoorbeeld dichterbij het depot.

Bij dynamische toewijzing wordt de opslagindeling herzien. Dat kan op vaste tijdstippen, zoals wekelijks of maandelijks. Soms gebeurt het ook naar aanleiding van specifieke gebeurtenissen, zoals veranderingen in de vraag of in seizoenen. Bij het kiezen van opslaglocaties kunnen bedrijven zich baseren op de ervaring en kennis van hun medewerkers. Daarnaast is het ook mogelijk om gebruik te maken van een datagedreven aanpak, waarbij historische bestelgegevens worden geanalyseerd of algoritmen worden ingezet om te bepalen welke locatie het meest geschikt is voor elk product. Wanneer het duidelijk is welke producten verplaatst moeten worden, moet de herschikking ook effectief worden uitgevoerd. Dat kan gebeuren tijdens stilstand-momenten, bijvoorbeeld buiten de werkuren, zodat het dagelijkse proces niet wordt verstoord. Een alternatief is om de herschikking te integreren in de actieve operaties, waarbij producten tijdens het aanvullen meteen naar een betere locatie worden verplaatst.

Empirische studie

De empirische studie toont aan dat de keuze voor een toewijzingsmethode sterk afhangt van factoren zoals de voorspelbaarheid van de vraag en de fysieke inrichting van het magazijn. Dit blijkt uit de interviews met vijf bedrijven die werken volgens het picker-to-parts-principe: DAF Trucks, Tailormade Logistics, Grafityp, Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp.

DAF Trucks kiest voor dedicated opslag, wat goed aansluit bij hun stabiele vraag en vaste productassortiment. De vaste locaties, afgestemd op verpakkingsvorm, zorgen voor duidelijkheid en korte zoektijden. Bij Tailormade Logistics wordt willekeurige opslag toegepast, voornamelijk om organisatorische eenvoud. De eenvoudige structuur vergt weinig coördinatie, maar leidt tot langere zoektijden. Beide bedrijven werken volgens een statische aanpak.

Grafityp en Nike gebruiken beide een klasse-gebaseerde opslag, waarbij producten op basis van vraagfrequentie strategisch dichterbij of verder van het depot geplaatst worden. Deze dynamische aanpak is afgestemd op hun brede assortiment en variabele vraag, wat zorgt voor kortere afstanden en een efficiënter pickproces. Fietsengroothandel Louis Verwimp volgt een gelijkaardige benadering met full turnover opslag, waarbij de locatie van producten eveneens wordt afgestemd op hun

vraagfrequentie. Deze dynamiek maakt het mogelijk om het magazijn voortdurend af te stemmen op actuele behoeften.

Hoewel deze drie bedrijven dynamisch toewijzen, verschilt de concrete aanpak. Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp herzien de indeling op basis van gebeurtenissen. Grafityp daarentegen werkt met vaste herzieningsmomenten. Alle drie baseren ze hun beslissingen op historische data. Ook de uitvoering van de herschikking verschilt: bij Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp gebeurt dit tijdens actieve operaties, terwijl Grafityp kiest voor aanpassingen op stilstand-momenten.

Conclusie

De manier waarop producten in een magazijn worden opgeslagen, heeft een grote invloed op de snelheid waarmee bestellingen verwerkt kunnen worden. Deze masterproef toont aan dat bedrijven met een stabiel vraagpatroon vaak kiezen voor statische toewijzing. Wanneer de vraag sterk fluctueert, blijkt statische toewijzing echter minder geschikt. Door de opslagindeling actief aan te passen aan veranderingen in vraag, kunnen producten strategisch worden herplaatst.

Uit dit onderzoek blijkt dat dynamische toewijzing in combinatie met toewijzingsmethoden gebaseerd op vraagfrequentie, zoals klasse-gebaseerde opslag en full turnover opslag, effectief is om de afstanden die orderpickers moeten afleggen te verkorten. Doordat veelgevraagde producten dichter bij het depot worden geplaatst, neemt de verwerkingstijd van order af, wat leidt tot kortere doorlooptijden en verhoogde efficiëntie. Wel brengt deze aanpak ook aandachtspunten met zich mee. Zo kan clustering van populaire producten leiden tot congestie rond het depot.

De keuze voor een bepaalde aanpak hangt dus sterk af van de situatie van het bedrijf. Maar het is duidelijk dat dynamische toewijzing een krachtig hulpmiddel is om de prestaties van een magazijn te verbeteren en mee te evolueren met de stijgende eisen van de markt.

Beperkingen

Deze masterproef kent enkele beperkingen die de interpretatie van de resultaten beïnvloeden. De studie is gebaseerd op een beperkt aantal interviews, waardoor de bevindingen niet zonder meer toepasbaar zijn op de hele sector. Vooral grotere bedrijven kwamen aan bod, wat de representativiteit voor kleinere ondernemingen mogelijk beperkt.

Bedrijven met temperatuur- of diefstalgevoelige producten werden niet opgenomen, terwijl zulke kenmerken invloed kunnen hebben op de inrichting en toewijzing in magazijnen. Bovendien hangt het succes van dynamische toewijzing sterk af van de kwaliteit van vraagvoorspellingen en betrouwbare orderdata. In omgevingen met beperkte of onbetrouwbare data komt het potentieel van dynamische toewijzing minder goed tot uiting.

Inhoudstabel

Voorwoord.....	1
Samenvatting	3
1. Inleiding.....	9
1.1 Probleemstelling.....	9
1.1.1 Inleiding tot de supply chain en logistieke sector.....	9
1.1.2 Magazijnen en hun belang in een supply chain.....	10
1.1.3 Uitdagingen in de logistieke sector	10
1.1.4 Het optimaliseren van magazijnprocessen	12
1.2 Onderzoeksvraag.....	14
1.3 Methodologie	15
1.3.1 Literatuurstudie	15
1.3.2 Empirische studie.....	16
2. Literatuurstudie.....	17
2.1 Magazijnzones.....	17
2.2 Statische toewijzingsmethoden	17
2.2.1 Willekeurige opslag	18
2.2.2 Dedicated opslag.....	20
2.2.3 Full turnover opslag.....	21
2.2.4 Klasse-gebaseerde opslag	23
2.2.5 Andere toewijzingsmethoden	25
2.3 Dynamische toewijzingsmethoden	26
2.3.1 Wanneer wordt de toewijzing herzien?	27
2.3.2 Hoe worden nieuwe locaties gekozen?	28
2.3.3 Hoe wordt de verplaatsing uitgevoerd?	29
2.4 Vergelijking toewijzingsmethoden.....	31
3. Empirische studie	33
3.1 DAF Trucks	33
3.1.1 Indeling magazijn	33
3.1.2 Toewijzingsmethode	34
3.1.3 Statische toewijzing.....	35
3.2 Tailormade Logistics.....	35
3.2.1 Indeling magazijn	35
3.2.2 Toewijzingsmethode	36
3.2.3 Statische toewijzing.....	37
3.3 Grafityp.....	37
3.3.1 Indeling magazijn	38
3.3.2 Toewijzingsmethode	38
3.3.3 Dynamische toewijzing	39
3.4 Nike.....	40
3.4.1 Indeling magazijn	40

3.4.2	Toewijzingsmethode	41
3.4.3	Dynamische toewijzing	42
3.5	Fietsengroothandel Louis Verwimp	42
3.5.1	Indeling magazijn	42
3.5.2	Toewijzingsmethode	43
3.5.3	Dynamische toewijzing	44
4.	Conclusie.....	45
4.1	Productkenmerken.....	45
4.2	Toewijzingsmethoden.....	45
4.3	Statisch versus dynamisch.....	46
5.	Beperkingen en toekomstig onderzoek	49
	Bibliografie	50
	Bijlagen	59
	Bijlage 1: Interview DAF Trucks	59
	Bijlage 2: Interview Tailormade Logistics.....	64
	Bijlage 3: Interview Grafityp.....	69
	Bijlage 4: Interview Nike.....	75
	Bijlage 5: Interview Fietsengroothandel Louis Verwimp.....	80

1. Inleiding

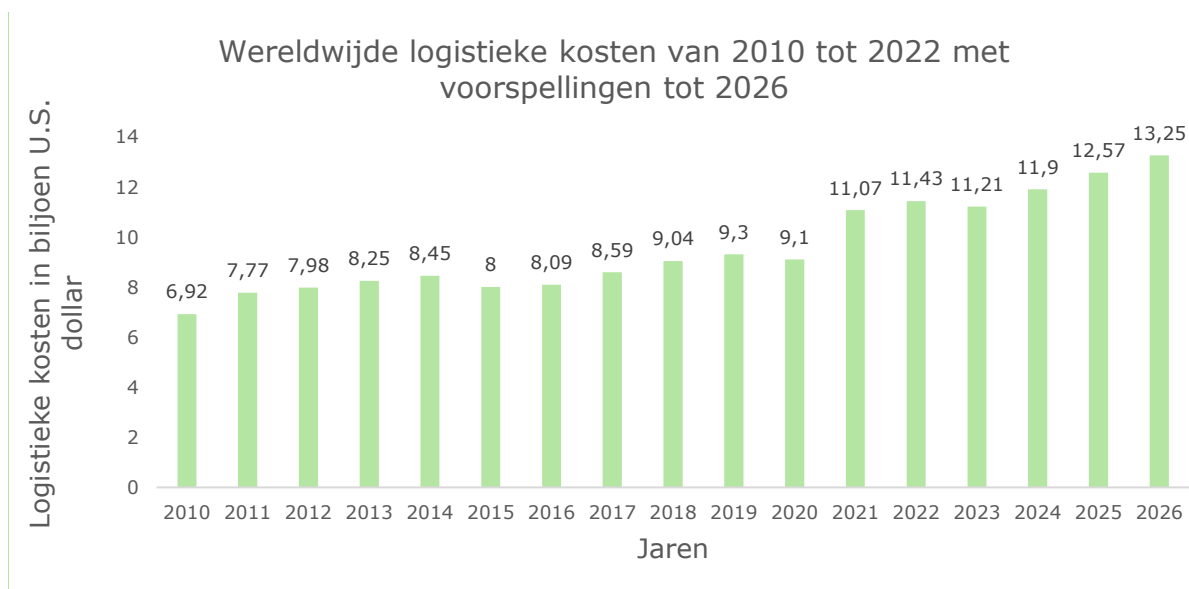
1.1 Probleemstelling

1.1.1 Inleiding tot de supply chain en logistieke sector

Een supply chain is een netwerk waarin leveranciers, producenten en eindgebruikers met elkaar verbonden zijn. Het omvat bedrijfsprocessen die zorgen voor een toegevoegde waarde aan de producten voordat ze bij de klant terechtkomen. De logistieke sector maakt hier deel van uit door het organiseren van bewegingen en opslag van goederen (de Koster et al., 2007).

De logistieke sector heeft de afgelopen jaren een sterke groei doorgemaakt, zowel in omvang als in complexiteit. Dat is te verklaren door de globalisering, technologische vooruitgang en veranderende consumententrends (Lee & Elsayed, 2005). Deze factoren zorgen ervoor dat de logistieke sector steeds belangrijker wordt voor de wereldeconomie.

Logistieke kosten omvatten alle uitgaven in verband met het verplaatsen van een product van de productie tot de eindbestemming. Deze uitgaven kunnen te maken hebben met transport, vergunningen, douane, opslag, verzekering en administratie (de Koster et al., 2007; Guasch, 2022). Uit een analyse blijkt dat de wereldwijde logistieke kosten zijn gestegen van 6,92 biljoen Amerikaanse dollar in 2010 naar 11,43 biljoen dollar in 2022 (zie 'Figuur 1'). Dat is een toename van bijna 65% in twaalf jaar. Er wordt verwacht dat de logistieke kosten in de toekomst verder zullen stijgen tot 13,25 biljoen dollar in 2026 (Statista, 2024). Deze stijgende cijfers benadrukken de huidige en toekomstige groei van de logistieke sector.



Figuur 1: *Figuur 2: Wereldwijde logistieke kosten van 2010 tot 2022 met voorspellingen tot 2026 (Statista, 2024).*

De situatie in Vlaanderen weerspiegelt deze ontwikkeling. In het Vlaamse gewest schommelde de toegevoegde waarde van de logistieke sector tussen 2007 en 2014 rond de 9 miljard euro, waarna er een versnelde groei plaatsvond. In 2021 bereikte de toegevoegde waarde 12 miljard euro, wat een significante stijging aantoont in een relatief korte periode (Statistiek Vlaanderen, 2024). De strategische ligging van Vlaanderen als logistieke hub in Europa versterkt bovendien de economische impact van de sector in de regio.

1.1.2 Magazijnen en hun belang in een supply chain

Magazijnen vervullen een centrale rol binnen een supply chain. Ze beheren de opslag, verwerking en distributie van goederen (Muharni et al., 2019). Daarnaast zorgen ze voor een soepele doorstroming van producten tussen productie, transport en distributie. Dit heeft als gevolg dat de goederen tijdig en in de juiste hoeveelheden beschikbaar zijn voor de eindgebruikers (de Koster et al., 2007). Bovendien zorgen magazijnen ervoor dat bedrijven snel kunnen inspelen op fluctuaties in de vraag, seizoensgebonden fluctuaties en verstoringen in een supply chain (Gu et al., 2007).

De magazijnactiviteiten bestaan uit het ontvangen, opslaan, verzamelen, verpakken en verzenden van producten (Rojas Reyes et al., 2019). De activiteit met de hoogste kost is het verzamelen van producten. Deze activiteit is goed voor ongeveer 55% van de operationele magazijnkosten (de Koster et al., 2007; Tompkins et al., 2010). De oorzaak hiervan is dat orderverzameling een arbeidsintensief proces is en medewerkers vaak lange afstanden moeten afleggen om producten te verzamelen en klaar te maken voor verzending.

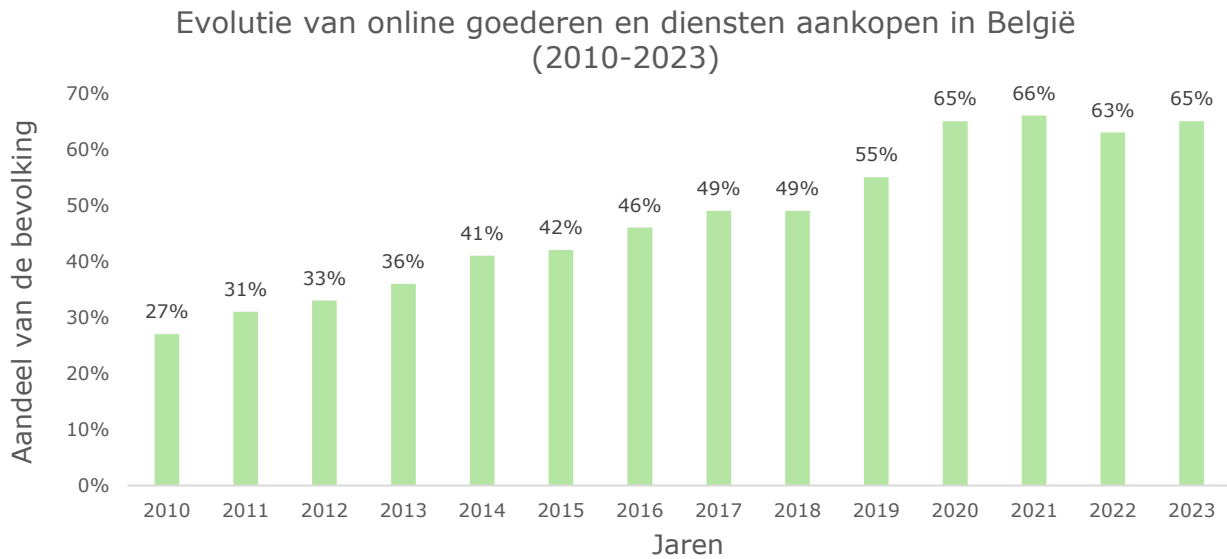
1.1.3 Uitdagingen in de logistieke sector

De logistieke sector wordt geconfronteerd met verschillende belangrijke uitdagingen die het functioneren van de industrie beïnvloeden.

1.1.3.1 Opkomst van e-commerce

Een eerste uitdaging is de opkomst van e-commerce, die de logistieke sector sterk heeft veranderd. Sinds 2010 is het aandeel van de Belgische bevolking dat online aankopen doet, gestegen van 27% naar 65% in 2023 (zie 'Figuur 2'). Deze groei weerspiegelt een verschuiving in consumentengedrag die door de COVID-19-pandemie werd versneld. Tijdens de pandemie steeg het aandeel online kopers in 2020 van 55% naar 65%, voornamelijk door de lockdowns en de tijdelijke sluiting van fysieke winkels. Hoewel het aandeel online kopers in 2022 licht daalde naar 63%, herstelde het percentage in 2023. Dat wijst op een blijvende verandering in de gewoonten van consumenten (Statista, 2024).

Deze opkomst van e-commerce heeft bijgevolg een impact op de logistieke sector. In de detailhandel verdubbelde de bijdrage van e-commerce aan de omzet in België tussen 2012 en 2021 (Statista, 2024). De stijging van online winkelen zorgt voor een toename van het aantal orders. Dat betekent dat er meer orders verwerkt moeten worden door magazijnen.



Figuur 3: Evolutie van online goederen en diensten aankopen in België van 2010 – 2023 (Statista, 2024).

De pandemie is slechts één van de vele factoren die voor een verandering in het koopgedrag hebben gezorgd. Enkele andere factoren zijn de verbeterde toegang tot het internet en de beschikbaarheid van internationale e-commerceplatforms. De veranderingen in het consumentengedrag tonen een verschuiving van fysieke winkels naar online winkels (Guasch, 2022).

1.1.3.2 Stijgende consumentenverwachtingen

Een tweede uitdaging zijn de stijgende consumentenverwachtingen. De opkomst van e-commerce heeft ervoor gezorgd dat consumenten hogere verwachtingen hebben over hoe snel hun bestellingen worden bezorgd. Vroeger was het gebruikelijker om een paar dagen te wachten op een levering. Tegenwoordig willen klanten echter dat hun bestellingen binnen één dag of zelfs op dezelfde dag worden bezorgd. In 2021 steeg de vraag naar same-day-delivery met 69%, wat de druk op de logistieke bedrijven aanzienlijk vergroot (Wagenvoort, 2022).

Bovendien verwachten consumenten ook flexibiliteit bij de levering. Dit houdt in dat ze steeds meer eisen stellen. Consumenten willen graag zelf bepalen waar, wanneer en hoe hun bestellingen worden bezorgd. Om hier aan te kunnen voldoen, dienen er aanpassingen te gebeuren aan de logistieke processen van bedrijven. Deze aanpassingen zijn belangrijk om concurrerend te blijven en klanttevredenheid te verhogen (Wagenvoort, 2022). Een voorbeeld van deze trend is te zien bij PostNL dat in 2021 een recordaantal van 384 miljoen pakketten bezorgde. Hiervan werd 83% binnen 24 uur geleverd, wat de druk op de logistieke processen benadrukt. Het verwerken van zulke grote volumes, gecombineerd met de groeiende vraag naar snelle leveringen, legt een zware belasting op het hele logistieke systeem, vooral tijdens drukke periodes (Wagenvoort, 2022).

Naast de verwachtingen op het gebied van snelheid en flexibiliteit, blijkt dat consumenten rekening houden met nog twee andere elementen tijdens het online winkelen. Zo geeft 80% van de klanten aan dat verzendkosten en levertijd een beslissende rol spelen bij het maken van aankoopbeslissingen

(Zipflix, 2024). Dit bewijst dat het belangrijk is om efficiënte magazijnprocessen en aantrekkelijke bezorgopties te hebben.

1.1.3.3 Tekort aan arbeidskrachten

Het tekort aan arbeidskrachten in de logistieke sector vormt een derde uitdaging. Dit tekort komt vooral voor in functies zoals magazijnmedewerkers en vrachtwagenchauffeurs. Voorspellingen tonen aan dat het aantal werkenden tegen 2060 met een derde zal verminderen. Uit een onderzoek van Fraunhofer SCS, uitgevoerd in het kader van de "TOP100 of Logistics 2018/2019"-enquête onder logistieke bedrijven, blijkt dat 94% van de ondervraagde bedrijven het tekort aan arbeidskrachten als een hindernis beschouwt voor hun logistieke activiteiten (Sieger, 2024). Bovendien gaf een studie van de Bundesvereinigung für Logistik e.V. (BVL), waaraan 112 HR-professionals deelnamen, aan dat 38% van de bedrijven moeite heeft om voldoende magazijnpersoneel te vinden (Sieger, 2024). Dat is verontrustend gezien de voortdurende groei van het logistieke volume. Factoren zoals het fysieke werk, de werkdruk en de salarissen maken de logistieke sector minder aantrekkelijk voor potentiële arbeidskrachten. Bijgevolg vormt het vinden en behouden van deze arbeidskrachten een uitdaging (Sieger, 2024).

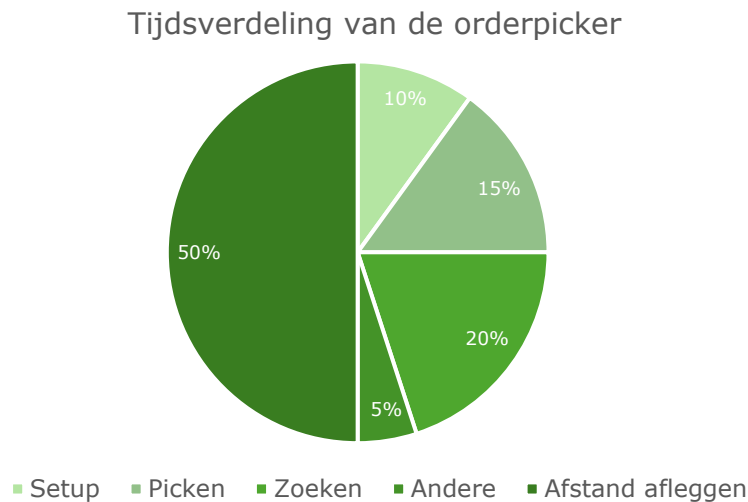
1.1.4 Het optimaliseren van magazijnprocessen

De uitdagingen zetten magazijnen onder druk om magazijnprocessen te optimaliseren en doorlooptijden te verkorten. De doorlooptijd is de periode vanaf het moment dat een bestelling wordt ontvangen tot het moment waarop alle producten zijn verzameld en verpakt voor verzending (Abideen & Mohamad, 2020). Een belangrijke factor hierin is het minimaliseren van de tijd die orderpickers besteden aan het verzamelen van orders (de Puiseau et al., 2022). De tijd die aan verplaatsingen binnen het magazijn wordt besteed, vertegenwoordigt ongeveer 50% van de totale tijd die een orderpicker nodig heeft. Het afleggen van afstanden van, naar en tussen opslaglocaties is daarmee een van de meest tijdrovende onderdelen van de magazijnactiviteiten (zie 'Figuur 3') (Weidinger, 2018; Kalkha et al., 2024).

Naast de verplaatsingen zijn er nog andere activiteiten die betrokken zijn bij het orderverzamelen (Chew & Tang, 1999). Ten eerste is er de zoektijd, waarbij de orderpicker tijd nodig heeft om de juiste artikelen in de rekken van het magazijn te identificeren (Grosse et al., 2013; Henn, 2012). Vervolgens is er de picktijd, die betrekking heeft op het fysiek verplaatsen van de artikelen van de opslaglocatie naar het pickapparaat (Henn, 2012). Daarnaast omvat het proces ook voorbereidingstijd of setup, waarbij administratieve en voorbereidende taken worden uitgevoerd (Chew & Tang, 1999; Grosse et al., 2013). Dit kan onder meer het afdrukken en sorteren van picklijsten, het controleren van de items op de lijsten, het bepalen van pickprioriteiten en het labelen van artikelen inhouden (Yu & de Koster, 2008).

Hoewel het afleggen van afstanden het grootste deel van de orderpicktijd vergt, hebben de overige activiteiten samen ook een aanzienlijke impact op de efficiëntie. Het picken van artikelen neemt 15% van de tijd in beslag, terwijl het zoeken naar artikelen 20% van de tijd vergt. Voorbereidende taken

nemen 10% van de tijd in beslag, terwijl overige handelingen goed zijn voor de resterende 5% (Kalkha et al., 2024).



Figuur 4: Tijdsverdeling van de orderpicker (Kalkha et al., 2024).

1.1.4.1 Toewijzing van opslaglocaties

Eén van de elementen die een impact hebben op de efficiëntie van het orderverzamelen is de locatie van de producten in het magazijn. De beslissing met betrekking tot het toewijzen van producten aan locaties wordt het Storage Location Assignment Problem (SLAP) genoemd. SLAP richt zich op de toewijzing van producten aan opslaglocaties met als doel het verkorten van de orderverwerking (Zhang et al., 2019). Dit wordt bereikt door de tijd die orderpickers nodig hebben om zich door het magazijn te verplaatsen te minimaliseren (Rojas Reyes et al., 2019). SLAP houdt rekening met verschillende factoren zoals de lay-out van het magazijn, de opslagcapaciteit, de vraagfrequentie van producten en fysieke kenmerken van producten (Gu et al., 2007; Rojas Reyes et al., 2019). De manier waarop producten worden opgeslagen heeft namelijk een impact op de snelheid van het orderpickproces. Het maken van goede toewijzingsbeslissingen is dan ook essentieel voor het verbeteren van efficiëntie in het magazijn (Kalkha et al., 2024).

1.1.4.2 Orderverzamelsystemen

De manier waarop het orderverzamelproces is ingericht, speelt eveneens een rol in de efficiëntie van magazijnprocessen. In de studie van Zhang, Wang en Pan (2019) wordt aangetoond dat er twee soorten orderverzamelsystemen bestaan: het picker-to-parts-systeem en het parts-to-picker-systeem. Het orderverzamelproces van het picker-to-parts-systeem kan als volgt worden beschreven: de orderverzamelaar vertrekt vanuit het depot en beweegt zich te voet of met een voertuig door het magazijn om artikelen van verschillende opslaglocaties te verzamelen (de Koster et al., 2007). Vervolgens keert de orderverzamelaar terug naar het depot (Henn, 2012). Dit proces wordt ondersteund door picklijsten, die de volgorde van te bezoeken locaties aangeven en

specificeren hoeveel stuks van elk artikel nodig zijn. Een picklijst kan betrekking hebben op een individuele klantorder of een combinatie van meerdere klantorders (Henn, 2012).

In het parts-to-picker-systeem daarentegen wordt gebruikgemaakt van geautomatiseerde opslagsystemen of voertuigen die alle benodigde items naar de orderpicker brengen. Dit vermindert de noodzaak voor de orderverzamelaar om zich fysiek door het magazijn te verplaatsen en kan daarmee de efficiëntie verhogen (Boysen et al., 2018; Bozer & Aldarondo, 2018; Roodbergen & Vis, 2009; Zhang et al., 2019).

In deze masterproef ligt de focus op het picker-to-parts-systeem, aangezien dit type systeem in de praktijk het meest voorkomt (Kübler et al., 2020). Bovendien is de toewijzing van opslaglocaties een belangrijke manier om de efficiëntie van picker-to-parts-systemen te verbeteren (Xu & Ren, 2020).

1.2 Onderzoeksvraag

De probleemstelling benadrukt de noodzaak om magazijnen te optimaliseren. In deze masterproef ligt de focus hierbij op het toewijzen van producten aan locaties binnen een magazijn, beter bekend als een toewijzingsmethode. Dit houdt in dat er bewuste keuzes gemaakt moeten worden over waar producten worden geplaatst, met als doel de doorlooptijd verkorten. De doorlooptijd verwijst naar de tijd die nodig is om een bestelling klaar te maken voor verzending, vanaf het moment dat de order binnenkomt tot het moment dat alle producten verzameld en verpakt zijn (Abideen & Mohamad, 2020). De centrale onderzoeksvraag van deze masterproef gaat als volgt:

"Hoe kan de toewijzing van opslaglocaties in magazijnen geoptimaliseerd worden om de doorlooptijden te minimaliseren?"

Er zijn meerdere deelvragen opgesteld om de centrale onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden.

Deelvraag 1: *"Hoe worden productkenmerken gebruikt om opslaglocaties toe te wijzen?"*

Deze vraag beschrijft op welke manier rekening wordt gehouden met productkenmerken zoals gewicht bij het maken van toewijzingsbeslissingen.

Deelvraag 2: *"Wat is het verschil tussen statische en dynamische toewijzingsmethoden?"*

Deze vraag helpt om te verduidelijken wat onder statische en dynamische methoden verstaan wordt. De kenmerken van beide benaderingen en hun invloed op de magazijnwerking worden onderzocht.

Deelvraag 3: *"Welke toewijzingsmethoden voor opslaglocaties bestaan er?"*

Deze vraag beschrijft de verschillende toewijzingsmethoden die toegepast kunnen worden in magazijnen. Hier worden enkele populaire methodes besproken zoals willekeurige opslag, klasse-gebaseerde opslag, dedicated opslag, maar ook minder bekende methodes zoals duration of stay opslag en gedeelde opslag.

Deelvraag 4: "Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende toewijzingsmethoden?"

In deze deelvraag worden de voor- en nadelen van de benoemde toewijzingsstrategieën uit de vorige deelvraag besproken. Hierdoor kunnen de verschillende methoden eenvoudiger met elkaar vergeleken worden.

1.3 Methodologie

In deze masterproef wordt op twee manieren een antwoord gegeven op de centrale onderzoeksvraag en de deelvragen. Enerzijds aan de hand van een literatuurstudie, anderzijds via een empirische studie.

1.3.1 Literatuurstudie

De literatuurstudie wordt gebruikt om een beeld te krijgen van bestaande toewijzingsmethoden in magazijnen. De gebruikte literatuur kan bestaan uit boeken en wetenschappelijke artikelen. Door middel van deze literatuur is het de bedoeling om kennis te verkrijgen over het onderwerp, zodat deelvragen beantwoord kunnen worden en de uiteindelijke centrale onderzoeksvraag kan worden verduidelijkt.

De literatuur wordt geraadpleegd via online kanalen, waaronder de online universiteitsbibliotheek van de UHasselt, Google Scholar en Web of Science. Deze platforms bieden toegang tot een breed scala aan academische bronnen. Om literatuur te vinden die aansluit bij het onderwerp van deze masterproef, worden verschillende zoektermen in het Engels ingevoerd. Deze termen zijn ingedeeld in categorieën om de zoekopdracht gestructureerd aan te pakken en om te zorgen dat alle relevante aspecten van het onderwerp aan bod komen. Per categorie zijn de volgende zoektermen gebruikt:

- Opslagsystemen in magazijnen
 - Warehouse storage systems
 - Storage location assignment
 - Inventory storage strategies
- Toewijzingsstrategieën voor opslaglocaties
 - Storage location assignment strategies
 - Storage allocation methods
- Specifieke toewijzingsmethoden
 - Random storage
 - Class-based storage
 - Dedicated storage
 - Full turnover storage

- Scattered storage
- Duration of stay
- Shared storage
- Correlated storage
- Scattered storage

De relevantie van de gevonden literatuur wordt beoordeeld aan de hand van enkele criteria. Artikelen worden beoordeeld op basis van de abstract. Als de inhoud van de abstract aansluit bij het onderwerp van deze masterproef, wordt het artikel verder bestudeerd. Bij zeer relevante wetenschappelijke artikelen wordt ook gekeken naar de bronnen die in de artikelen worden geciteerd, wat kan leiden tot aanvullende relevante literatuur. Daarnaast worden alle artikelen in het Engels doorzocht, aangezien de meeste relevante literatuur in deze taal beschikbaar is. Bij voorkeur zijn de artikelen peer-reviewed, hoewel dit niet strikt noodzakelijk is.

De literatuurstudie zal worden georganiseerd in verschillende secties om een gestructureerd overzicht te bieden. Dit omvat een overzicht van magazijnzones op basis van productkenmerken, de verschillende toewijzingsmethoden, het verschil tussen statische en dynamische toewijzing en een vergelijking van deze methoden met hun voor- en nadelen.

1.3.2 Empirische studie

Voor de empirische studie wordt gekozen voor kwalitatieve onderzoeksmethoden, waarbij semi-gestructureerde diepte-interviews centraal staan. De interviews richten zich op managers en experts in magazijnbeheer. Hierbij worden alleen bedrijven met een eigen magazijn geselecteerd om relevante en gerichte inzichten te waarborgen.

Bij het opstellen van de interviewvragen wordt uitgegaan van een reeks vooraf bepaalde thema's, maar er is ruimte om de volgorde van de vragen aan te passen en aanvullende vragen te stellen afhankelijk van het verloop van het gesprek. Dit zorgt voor diepgaandere inzichten en laat de respondent toe om eigen accenten te leggen binnen het gesprek. De selectie van respondenten kan bijvoorbeeld gericht zijn op bedrijven binnen de sectoren e-commerce, retail of distributie, aangezien deze vaak vooraan staan in magazijninnovatie.

Voor de contacten met bedrijven en experts kan een combinatie van netwerken via professionele platforms zoals LinkedIn een directe benadering via e-mail worden gebruikt. Het doel van de interviews is om te weten te komen hoe de bedrijven hun opslaglocaties toewijzen, welke methoden ze gebruiken, en welke uitdagingen en successen ze ervaren in hun magazijnbeheer.

De bedrijven die in deze masterproef worden geïnterviewd, zijn DAF Trucks, Tailormade Logistics (TML), Grafityp, Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp. Deze bedrijven zijn geselecteerd vanwege hun expertise en praktijkervaring in magazijnbeheer.

2. Literatuurstudie

In dit hoofdstuk worden verschillende methoden voor het toewijzen van producten aan opslaglocaties in magazijnen besproken. Eerst worden de verschillende magazijnzones besproken, die gebaseerd zijn op productkenmerken zoals temperatuurgevoeligheid, veiligheid en afmetingen. Vervolgens wordt ingegaan op het Storage Location Assignment Problem (SLAP) en de methoden om producten binnen deze zones toe te wijzen aan opslaglocaties. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen statische toewijzing, waarbij producten op vaste locaties worden opgeslagen, en dynamische toewijzing, waarbij opslaglocaties flexibel veranderen op basis van actuele omstandigheden. Tot slot wordt een vergelijking gemaakt van de verschillende methoden om inzicht te bieden in hun voor- en nadelen.

2.1 Magazijnzones

In een magazijn kunnen goederen opgeslagen worden in verschillende zones, afhankelijk van hun specifieke kenmerken en vereisten. Zo zijn er temperatuurgecontroleerde zones voor producten die gevoelig zijn voor temperatuurvariaties, zoals elektronica, medicijnen, en verse groenten en fruit (Chen et al., 2023). Deze producten kunnen worden beschadigd door blootstelling aan ongecontroleerde temperaturen, wat hun opslag in een gecontroleerde omgeving noodzakelijk maakt. Daarnaast is er de gevarengoederen zone, waarin gevaarlijke stoffen zoals brandbare vloeistoffen, giftige materialen en explosieve chemicaliën worden opgeslagen (Feng et al., 2023). Deze stoffen vereisen strikte veiligheidsmaatregelen en scheiding op basis van hun gevaarlijke classificatie om de veiligheid van zowel het magazijn als de mensen die er werken te waarborgen. Secure goods storage is een andere belangrijke zone, specifiek voor diefstalgevoelige producten. Het is van belang dat deze producten in een beveiligde ruimte worden opgeslagen om verlies of diefstal te voorkomen, en dat er transparantie is in de goederenstromen (Amasala et al., 2024).

Daarnaast zijn er zones die specifiek gericht zijn op de opslag van producten met verschillende groottes. De small parts zone is ontworpen voor kleine en lichte producten, vaak opgeslagen in verticale systemen zoals Vertical Lift Modules (VLM's) (Marolt et al., 2024), die efficiënt gebruik maken van de verticale ruimte. Tegenstellend, de heavy-duty storage zone is voor zware producten die robuuste opslagsystemen vereisen, terwijl de oversized storage zone geschikt is voor grote, volumineuze goederen die niet in standaard rekken passen.

Binnen elk van deze zones moeten goederen toegewezen worden aan specifieke opslaglocaties, een proces dat bekend staat als het Storage Location Assignment Problem (SLAP) (Zhang et al., 2019).

2.2 Statische toewijzingsmethoden

Statische toewijzingsmethoden binnen het SLAP gaan ervan uit dat de vraag naar producten stabiel blijft. In dat geval krijgt elk producttype een opslaglocatie toegewezen die niet verandert zolang het product in het magazijn aanwezig is (Carlo & Giraldo, 2012; Gu et al., 2007). Producten blijven dus liggen op de locatie waar ze oorspronkelijk zijn opgeslagen, ongeacht latere veranderingen in de

vraag. De literatuur richt zich voornamelijk op deze statische aanpak en beschrijft vier klassieke toewijzingsmethoden: willekeurige opslag, dedicated opslag, full turnover opslag en klasse-gebaseerde opslag (Chen et al., 2011; Rojas Reyes et al., 2019).

Een belangrijk concept binnen opslagstrategieën is de vraagfrequentie van een product. Dit verwijst naar het aantal keren dat een product wordt verkocht of opgevraagd, zonder rekening te houden met de prijs (Roodbergen & Vis, 2009).

2.2.1 Willekeurige opslag

Een eerste toewijzingsmethode is willekeurige opslag of random storage. Producten worden toegewezen aan een locatie in het magazijn die willekeurig is geselecteerd uit alle open locaties (Malmborg & Al-Tassan, 2000; Muppanimuppant & Adil, 2007; Zhang et al., 2019). Zo heeft elke locatie een gelijke kans om een product toegewezen te krijgen. Bijgevolg is er een gelijkmatige verdeling van artikelen in het magazijn (Roodbergen & Vis, 2009). Willekeurige opslag maakt gebruik van een computergestuurd systeem. Dit volgsysteem registreert de exacte locaties waar de producten worden opgeslagen. Op die manier worden de producten eenvoudig teruggevonden in het magazijn (de Koster et al., 2007).

In figuur 4 wordt willekeurige opslag voorgesteld met een eigen voorbeeld. Hierbij liggen de goederen die de orderpicker moet verzamelen willekeurig verspreid doorheen het magazijn. Dit betekent dat producten met een hoge (donkergroen), gemiddelde (groen) en lage (lichtgroen) vraagfrequentie zich zonder specifieke ordening op verschillende locaties bevinden. Hierdoor moeten orderpickers lange afstanden afleggen om producten te verzamelen, aangezien producten met een hoge vraagfrequentie zich niet per se dichterbij het depot bevinden.

Een order bestaat doorgaans uit meerdere producten, waardoor de orderpicker locaties in meerdere gangen in het magazijn moet bezoeken. Dit resulteert in langere loopafstanden. Anderzijds is er minder congestie in de gangen door het gelijkmatiger gebruik van de opslaglocaties in het magazijn (Petersen & Aase, 2003).



Figuur 5: Voorbeeld willekeurige opslag.

2.2.1.1 Voordelen

Een eerste voordeel is de eenvoudigheid om de strategie toe te passen. Dat maakt deze methode een populaire methode. Er zijn geen complexe berekeningen of strategieën betrokken bij het bepalen van opslaglocaties voor producten. Magazijnmedewerkers krijgen de vrijheid om zelf de producten toe te wijzen aan willekeurige open locaties (Petersen, 2002).

Verder leidt willekeurige opslag tot een hoog gebruik van de beschikbare ruimte in het magazijn (Yuan et al., 2018; Zhang et al., 2019). Producten hebben geen vaste locatie waardoor de volledige ruimte benut kan worden. Willekeurige opslag heeft daardoor een lagere ruimtevereiste in vergelijking met andere methoden (de Koster et al., 2007).

Een laatste voordeel is de gebalanceerde verdeling van artikelen in het magazijn. Doordat producten verspreid liggen, worden alle rekken en gangpaden gebruikt door de orderpickers. Bijgevolg is er minder congestie in de gangen. Dit resulteert in een efficiënter pickproces (Petersen & Aase, 2003).

2.2.1.2 Nadelen

Een nadeel van willekeurige opslag is de hogere verwerkingskost. Omdat deze methode geen rekening houdt met de vraagfrequentie van producten, kunnen veelgevraagde artikelen op minder toegankelijke locaties liggen. Dit dwingt de orderpicker om langere afstanden en vergroot de tijd die nodig is om een order te verzamelen (Hausman et al., 1976; Petersen, 2002; Yuan et al., 2018). Hierdoor stijgen de verwerkingstijd en de bijbehorende kosten (de Koster et al., 2007).

Daarnaast is de ondersteunende technologie van deze methode een ander nadeel. Willekeurige opslag vereist een computergestuurde omgeving waarin het systeem de exacte locaties van producten bijhoudt om fouten te voorkomen (Bahrami et al., 2019). Hoewel dit tegenwoordig gangbaar is in grote magazijnen, brengt het systeem kosten met zich mee, zowel voor de implementatie als trainingen om het systeem juist te gebruiken (Fumi et al., 2013).

2.2.1.3 Closest open location

De closest open location-toewijzingsstrategie is een variant op willekeurige opslag. Goederen worden hierbij opgeslagen op de dichtstbijzijnde open locatie (Hausman et al., 1976). Met de dichtstbijzijnde open locatie wordt bedoeld zo dicht mogelijk bij het depot. Hoe dichter een product wordt opgeslagen bij het depot, hoe korter de afstand is die de orderpicker moet afleggen. In goed gevulde magazijnen zijn de opslaglocaties dicht bij het depot volledig benut. Hoe verder van het depot en dus hoe verder in het magazijn, hoe minder de vrije locaties benut worden (de Koster et al., 2007; Fukunari & Malmberg, 2008; Roodbergen & Vis, 2009).

Een voordeel is dat goederen zo dicht mogelijk bij het depot op een vrije locatie worden opgeslagen. Daardoor is er een hoge benuttingsgraad van dichtstbijzijnde locaties, aangezien deze locaties het eerst een product toegewezen krijgen. Bijgevolg is de af te leggen afstand bij closest open location korter in vergelijking met de klassieke willekeurige opslag (Yuan et al., 2018). Dat resulteert in een

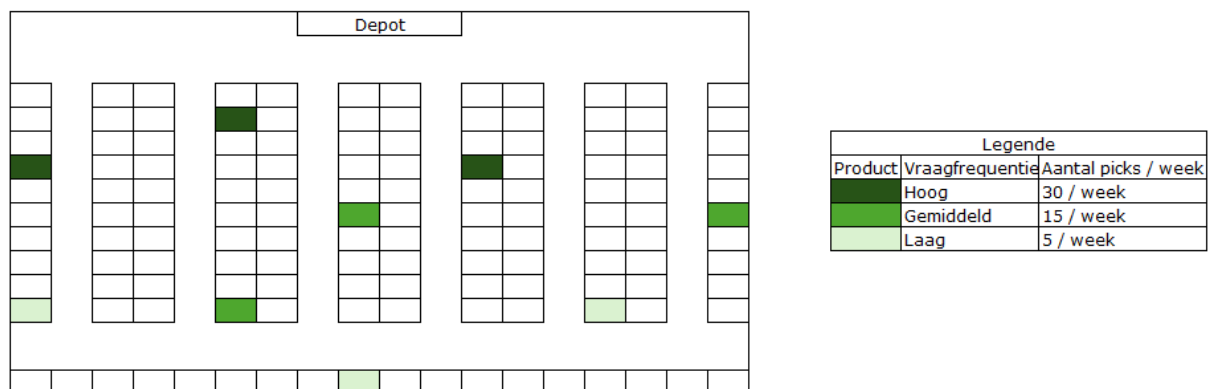
snellere opslag en orderverwerking (Fukunari & Malmberg, 2008). Daarnaast is het concept van deze methode eenvoudig te begrijpen en toe te passen is (Qin et al., 2014).

Er zijn ook nadelen verbonden aan deze methode. Doordat de rekken dicht bij het depot vol liggen, ontstaat er een onbalans in de verdeling van de goederen. Dat resulteert in meer congestie in de buurt van het depot (Fukunari & Malmberg, 2008). Bovendien gaat de efficiëntie door het opslaan van goederen dicht bij het depot verloren wanneer het magazijn volledig gevuld is. Er blijven weinig open locaties over wat ervoor zorgt dat de orderpicker de goederen verder in het magazijn moet opslaan (Fukunari & Malmberg, 2008). Ook de closest open location-strategie houdt geen rekening met de vraagfrequentie van producten (Qin et al., 2014).

2.2.2 Dedicated opslag

Dedicated opslag is een strategie waarbij elke Stock Keeping Unit (SKU) een vaste, gereserveerde locatie krijgt in het magazijn (Fumi et al., 2013; Muharni et al., 2019; Muppanimuppant & Adil, 2007). Deze locatie wordt toegewezen op basis van productkenmerken zoals populariteit (Zhang et al., 2019). Een SKU is een specifiek artikel dat je op voorraad houdt. Bij dedicated storage heeft elk product altijd dezelfde vaste locatie, wat bijdraagt aan een overzichtelijke en consistente magazijnindeling (Zhang et al., 2019). Vaak worden SKU's gegroepeerd volgens compatibiliteit, complementariteit en populariteit. Compatibiliteit houdt in dat artikelen zonder risico dicht bij elkaar kunnen worden opgeslagen. Het principe van complementariteit slaat op producten die vaak samen worden besteld. Door deze producten op naburige locaties te plaatsen, kan de orderverzameltijd worden verkort. Populariteit is ook van belang: artikelen die veel worden besteld worden bij voorkeur dicht bij het depot geplaatst om ze de reistijd voor orderpickers te minimaliseren (Bahrami et al., 2019).

In figuur 6 wordt het principe van dedicated opslag getoond. De goederen in dit magazijn hebben elk een vaste locatie. Zo weet de orderpicker precies waar deze goederen liggen zonder lang te hoeven zoeken. Echter, wanneer één van deze producten niet meer in voorraad is, blijft de locatie in de rekken vrij voor het product.



Figuur 6: Voorbeeld dedicated opslag.

2.2.2.1 Voordelen

Een belangrijk voordeel van dedicated storage is dat orderpickers vertrouwd raken met de vaste opslaglocaties van de producten. Dit vergemakkelijkt het orderpicken aanzienlijk, omdat de orderpickers precies weten waar ze elk product kunnen vinden in het magazijn (Bindi et al., 2007; Weidinger, 2018; Zhang et al., 2019). Het routinematige aspect versnelt de orderverwerking en vermindert de zoektijd. Hierdoor wordt het orderverzamelen van goederen steeds efficiënter naarmate de orderpickers meer ervaring opdoen met de lay-out van het magazijn (de Koster et al., 2007).

Daarnaast maakt dedicated storage dataverwerking eenvoudiger en efficiënter. Doordat elke SKU altijd dezelfde locatie heeft, is er minder behoefte aan complexe en computergestuurde systemen. Dit vermindert de afhankelijkheid van technologie en verlaagt de complexiteit (Quintanilla et al., 2014).

Dedicated storage biedt de mogelijkheid om producten te organiseren op basis van fysieke eigenschappen zoals gewicht. Zo kunnen zware producten op de onderste schappen worden geplaatst, met lichtere producten daarboven. Dit zorgt niet alleen voor stabiliteit, maar maakt het ook makkelijker voor orderpickers om items handmatig te stapelen en verplaatsen (de Koster et al., 2007). Het efficiënt indelen van populaire SKU's op goed bereikbare locaties verkort daarnaast de orderverzameltijd van orderpickers en optimaliseert de pickroute, wat vooral bij artikelen met een hoog rotatievolume resulteert in lagere materiaalhandelingskosten (Fumi et al., 2013).

2.2.2.2 Nadelen

Een nadeel van dedicated opslag is de ruimte-inefficiëntie (Zhang et al., 2019). Er moet namelijk voor elk product het maximale voorraadniveau gereserveerd worden in het magazijn. Zelfs wanneer deze producten niet op voorraad zijn, blijven deze locaties gereserveerd (Bindi et al., 2007; Weidinger, 2018). Bijgevolg zijn er vaak lege en onbenutte locaties wat leidt tot een inefficiënt gebruik van de beschikbare magazijnruimte (de Koster et al., 2007; Yuan et al., 2018). Deze inefficiëntie zorgt uiteindelijk voor hogere kosten (Roodbergen & Vis, 2009; Weidinger, 2018).

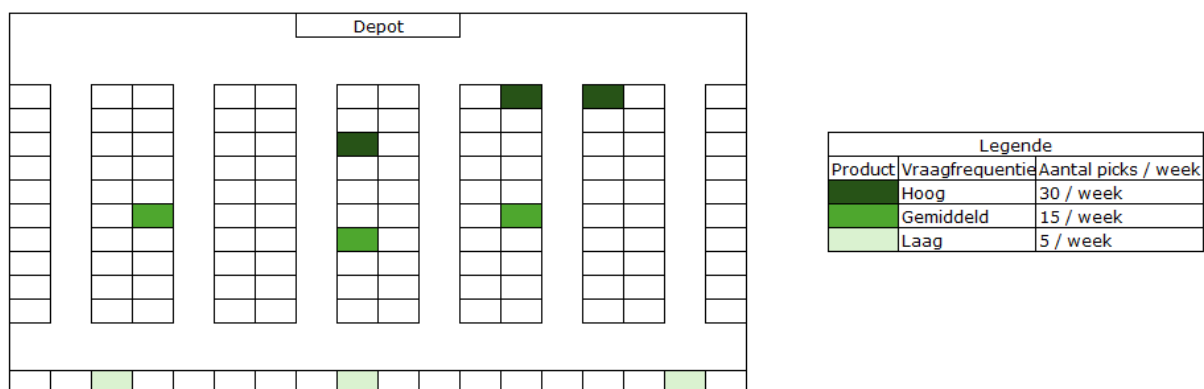
Daarnaast houdt de dedicated opslagmethode geen rekening met veranderingen in de vraag. Dat is een uitdaging als het om seizoensgebonden producten gaat aangezien er in sommige periodes minder vraag is naar deze producten. Toch blijft er constant evenveel ruimte gereserveerd voor deze producten met als gevolg verspilde ruimte (Fumi et al., 2013). Ook is deze methode minder flexibel wanneer er nieuwe producten worden toegevoegd aan het assortiment. Aangezien elk product een vaste toegewezen locatie heeft, is het moeilijk om nieuwe producten efficiënt aan een locatie toe te wijzen (Fumi et al., 2013).

2.2.3 Full turnover opslag

Een volgende toewijzingsmethode is full turnover opslag. Deze methode wijst producten toe aan locaties op basis van vraagfrequentie (de Koster et al., 2007; Roodbergen & Vis, 2009; Yuan et al., 2018; Zaerpour et al., 2013). Zo worden producten die vaak gevraagd of gepickt worden en dus een

hoge vraagfrequentie hebben, toegewezen aan snel toegankelijke locaties in het magazijn. Snel toegankelijke opslaglocaties zijn locaties die dicht bij het depot van het magazijn liggen. Op deze manier kan de efficiëntie van het orderverzamelen vergroot worden (Roodbergen & Vis, 2009). Hoe minder vraag er naar bepaalde producten is, hoe verder ze van het depot liggen (Bahrami et al., 2019). Volgens Petersen (2002) leidt full turnover opslag meestal tot minder bewegingen van pickers in vergelijking met willekeurige opslag.

In figuur 7 wordt full turnover opslag visueel voorgesteld met een eigen voorbeeld. Producten worden toegewezen aan opslaglocaties op basis van vraagfrequentie, waardoor producten met een hoge vraagfrequentie (donkergroen) dicht bij het depot worden geplaatst, terwijl producten met een gemiddelde (groen) en lage vraagfrequentie (lichtgroen) verder weg worden opgeslagen.



Figuur 7: Voorbeeld full turnover opslag.

2.2.3.1 Voordelen

Full turnover storage verbetert de efficiëntie van het orderverzamelen aanzienlijk in vergelijking met dedicated storage. Door populaire producten dicht bij het depot te plaatsen, kunnen orderpickers snel toegang krijgen tot de meest gevraagde artikelen (Yuan et al., 2018). Dit verkort de reistijd binnen het magazijn, wat leidt tot een hogere productiviteit (Yu & de Koster, 2013). Dit voordeel is vooral merkbaar in omgevingen met een constante vraag naar populaire of veel verkochte artikelen (Zaerpour et al., 2013).

Daarnaast zorgt full turnover opslag voor een gestructureerde en efficiënte benutting van de beschikbare opslagruimte, doordat producten worden geplaatst op basis van hun vraagfrequentie. De ruimte die voor een product wordt gereserveerd, is groot genoeg om de maximale voorraad te kunnen bevatten. Dit betekent dat, in tegenstelling tot flexibele opslagmethodes, de toegewezen ruimte niet verandert als de voorraad daalt. De lege ruimte blijft behouden totdat de voorraad weer wordt aangevuld (Graves et al., 1977; Malmborg, 1995; Tompkins et al., 2010; Yu & de Koster, 2013).

2.2.3.2 Nadelen

Full turnover opslag vereist gedetailleerde informatie over de verkoop van producten. Voor een correcte toewijzing moeten alle artikelen individueel worden geanalyseerd en gerangschikt op basis van hun vraagfrequentie. Dit maakt de methode informatie-intensief, omdat een nauwkeurige dataset nodig is bij de initiële toewijzing (de Koster et al., 2007). Wanneer het assortiment snel

verandert of wanneer er onvoldoende betrouwbare verkoopgegevens beschikbaar zijn, kan dit een uitdaging vormen bij de implementatie van deze opslagstrategie (Yu & de Koster, 2013).

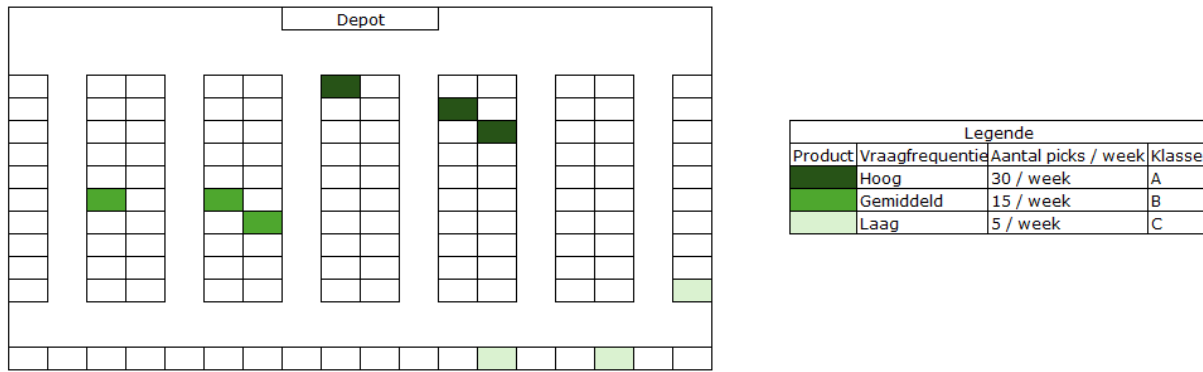
Ook deze methode kan leiden tot congestie in de gangpaden. Producten met een hoge vraagfrequentie liggen in de buurt van het depot wat kan zorgen voor meer drukte tijdens het pickproces (Yu & de Koster, 2013). Dit kan resulteren in langere wachttijden en bijgevolg een verminderde productiviteit (Zaerpour et al., 2013).

2.2.4 Klasse-gebaseerde opslag

Een volgende toewijzingsmethode is klasse-gebaseerde opslag of class-based storage (Muppanimuppant & Adil, 2007). Deze methode plaatst de meest gevraagde artikelen dicht bij het depot. De aanpak bestaat uit drie stappen: het bepalen van het aantal klassen, het toewijzen van producten aan een klasse en het positioneren van klassen in specifieke zones van het magazijn (Muharni et al., 2019; Roodbergen & Vis, 2009).

Een eerste beslissing die gemaakt moet worden is het aantal klassen (Roodbergen & Vis, 2009). Vaak worden drie klassen gebruikt: de A-, B- en C-klasse. Sommige magazijnen kiezen echter voor meer dan drie klassen om een meer gedetailleerde magazijnindeling te realiseren (Yu et al., 2015). Vervolgens worden producten toegewezen aan een klasse, doorgaans op basis van vraagfrequentie (Bindi et al., 2007; Roodbergen & Vis, 2009). De A-klasse bevat de producten met de hoogste vraag, die vaak het grootste deel van de vraagfrequentie vertegenwoordigen. De B-klasse bestaat uit artikelen met een gemiddelde vraag, terwijl de C-klasse producten met een lage vraag bevat (de Koster et al., 2007; Le-Duc & Koster, 2005; Roodbergen & Vis, 2009). Tot slot worden de locaties van de klassen bepaald (Bindi et al., 2007; Roodbergen & Vis, 2009). Producten in de A-klasse worden zo dicht mogelijk bij het depot geplaatst om loopafstanden te minimaliseren. De B-klasse wordt achter de A-klasse gepositioneerd, terwijl producten in de C-klasse verder weg worden opgeslagen. Binnen elke klassen worden producten willekeurig opgeslagen (Zaerpour et al., 2013; Zhang et al., 2019). Klasse-gebaseerde opslag is een combinatie van dedicated opslag en willekeurige opslag (de Koster et al., 2007; Fontana & Cavalcante, 2014).

In figuur 8 wordt klasse-gebaseerde opslag visueel voorgesteld met een eigen voorbeeld. Bij deze methode worden producten ingedeeld in verschillende klassen op basis van hun vraagfrequentie. Producten met een hoge vraagfrequentie (donkergroen, klasse A) worden dicht bij het depot geplaatst, terwijl producten met een gemiddelde (groen, klasse B) en lage vraagfrequentie (lichtgroen, klasse C) verder van het depot opgeslagen worden. Deze indeling zorgt ervoor dat orderpickers minder afstand moeten afleggen om de meest gevraagde producten te verzamelen, wat de efficiëntie van het orderpicken verhoogt. Tegelijkertijd wordt binnen elke klasse willekeurige opslag toegepast, waardoor er nog steeds enige variabiliteit is in de precieze locatie van producten binnen hun toegewezen zone (de Koster et al., 2007).



Figuur 8: Voorbeeld klasse-gebaseerde opslag.

2.2.4.1 Voordelen

Een voordeel aan deze methode is het efficiënt orderpicken van populaire items. Dankzij klasse-gebaseerde opslag liggen populaire producten dicht bij het depot en zijn ze dus snel bereikbaar voor orderpickers (Chan & Chan, 2010; Roodbergen & Vis, 2009). Dit verkort de afstanden voor deze producten en zorgt voor een efficiënter orderpickproces (Le-Duc & Koster, 2005; Yu et al., 2015).

Daarnaast is klasse-gebaseerde opslag een eenvoudige methode om toe te passen in een magazijn. Vooral wanneer er met een beperkt aantal klassen, bijvoorbeeld drie klassen, wordt gewerkt. Er dienen geen complexe analyses of berekeningen gemaakt te worden, wat de eenvoudigheid bevordert (Zaerpour et al., 2013). Verder kunnen eventuele wijzigingen in de vraag of in het assortiment makkelijk aangepast worden door de producten naar een andere klasse te verplaatsen (Le-Duc & Koster, 2005; Zaerpour et al., 2013).

Bovendien wordt de ruimte binnen elke klasse efficiënt benut doordat hier willekeurige opslag wordt toegepast (Chan & Chan, 2010). Magazijnmedewerkers krijgen dus de flexibiliteit om zelf de locaties van goederen te bepalen binnen elke klasse in het magazijn. Dit resulteert in lagere vereisten om producten op te slaan (Roodbergen & Vis, 2009; Zhang et al., 2019).

2.2.4.2 Nadelen

Een nadeel van klasse-gebaseerde opslag is dat het vaak minder goed presteert dan full turnover opslag wat betreft reistijdreductie, omdat producten binnen een klasse willekeurig zijn geplaatst en niet specifiek op vraagpatronen. Hierdoor kan de reistijd niet maximaal worden verkort (Zaerpour et al., 2013).

Daarnaast vereist klasse-gebaseerde opslag over het algemeen meer opslagruimte dan de toewijzingsmethode willekeurige opslag. Binnen elke klasse moet er ruimte vrijgehouden worden om zo nieuwe items een locatie te kunnen geven (Kovács, 2011). Wegens deze lege locaties is er een inefficiënt ruimtegebruik (de Koster et al., 2007).

Ook vereist klasse-gebaseerde opslag verkoopgegevens om producten correct in te delen. Voor een efficiënte toewijzing moeten producten worden geanalyseerd en ingedeeld in klassen op basis van hun vraagfrequentie. Hoewel deze methode minder gedetailleerde data-analyse vereist dan

methoden waarbij producten individueel worden gerangschikt, blijft een betrouwbare dataset noodzakelijk om een goed functionerend opslagsysteem te behouden (Caron et al., 1998). In situaties waarin de verkoopgegevens onvolledig of onnauwkeurig zijn, kan het indelen van producten in de juiste klassen moeilijk zijn, wat leidt tot een minder efficiënte magazijnindeling.

In grotere magazijnen of bij complexere indelingen kan het toepassen van de klasse-gebaseerde opslagmethode uitdagender zijn, vooral in situaties met meerdere orderverzamelaars. Dit kan resulteren in congestie rond populaire zones waar snel bewegende items zijn opgeslagen, wat de efficiëntie kan verminderen (Bahrami et al., 2019). Ten slotte biedt het toevoegen van extra klassen in een poging om de reistijd verder te reduceren vaak afnemende voordelen, omdat de complexiteit en ruimtevereisten toenemen zonder dat dit altijd leidt tot een significante tijdswinst (Yu et al., 2015).

2.2.5 Andere toewijzingsmethoden

Naast de veelgebruikte opslagstrategieën zoals willekeurige opslag, dedicated opslag, klasse-gebaseerde opslag en full turnover opslag, bestaan er ook minder gangbare, maar potentieel efficiënte toewijzingsmethoden. Deze methoden worden minder frequent toegepast. In deze sectie worden vier alternatieve strategieën besproken: duration of stay opslag, gedeelde opslag, gecorreleerde opslag en scattered storage.

2.2.5.1 Duration of stay opslag

De duration of stay-opslagmethode wijst producten toe aan opslaglocaties op basis van hun verwachte verblijfsduur in het magazijn (Bahrami et al., 2019). Producten met een kortere verblijfsduur worden dichterbij het depot opgeslagen, terwijl producten met een langere verblijfsduur verder in het magazijn worden opgeslagen (Chen et al., 2010). De informatie over de in- en uitstroom van producten moet continu beschikbaar zijn om deze methode effectief toe te passen (Goetschalckx & Ratliff, 1990).

Door de hoge databehoeftes en de complexiteit van het voorspellen van de verblijfsduur, is de duration of stay-opslag moeilijk te implementeren in realistische magazijnomgevingen (Goetschalckx & Ratliff, 1990). Simulaties tonen zelfs aan dat andere methoden, zoals full turnover storage, in veel gevallen beter presteren. De aannames die de duration of stay-methode ondersteunen, blijken vaak niet haalbaar te zijn wanneer ze in magazijnen worden toegepast (Gu et al., 2007; Goetschalckx & Ratliff, 1990). Dit maakt deze methode minder geschikt voor omgevingen waar de verblijfsduur van producten moeilijk te voorspellen is, zoals bij een dynamisch productassortiment of fluctuaties in de vraag.

2.2.5.2 Gedeelde opslag

Gedeelde opslag, of shared storage, houdt in dat opslaglocaties flexibel worden toegewezen aan verschillende producten, afhankelijk van de beschikbaarheid (Chen et al., 2010). Dit betekent dat eenzelfde locatie op verschillende momenten door verschillende producten kan worden ingenomen. Hierdoor worden de beschikbare locaties efficiënter benut, omdat inkomende producten niet aan vaste locaties gebonden zijn, maar op eender welke open locatie geplaatst kunnen worden.

(Weidinger, 2018). Dit leidt tot een betere ruimtelijke benutting en kan bijdragen aan kortere reistijden voor orderpickers, wat de efficiëntie verhoogt (Chen et al., 2010; Weidinger, 2018). Omdat de locatie van een bepaald product bij elk nieuw ontvangstmoment kan variëren, is het essentieel om nauwkeurig bij te houden waar elk item zich bevindt. Dit verhoogt de complexiteit. Indien dit niet nauwkeurig wordt bijgehouden kan dit tot fouten en tijdverlies leiden (Chen et al., 2010).

2.2.5.3 Gecorreleerde opslag

De gecorreleerde opslagmethode houdt rekening met onderlinge relaties tussen producten. Items die vaak samen worden besteld, worden dicht bij elkaar opgeslagen (Bindi et al., 2007; Kim, 1993). Zo worden producten met een hoge correlatiewaarde geclusterd (Bindi et al., 2007). Deze methode wordt ook family grouping genoemd (Bahrami et al., 2019; de Koster et al., 2007). Het voordelige aan deze methode is dat het de afstand per pickproces verkort en het aantal pickprocessen vermindert (Glock & Grosse, 2012; Xiao & Zheng, 2010).

2.2.5.4 Scattered storage

Bij scattered storage liggen producten van dezelfde SKU verdeeld over verschillende opslaglocaties doorheen het magazijn. Deze toewijzingsmethode wordt vaak toegepast in e-commercebedrijven, waar bestellingen meestal bestaan uit kleine en gevarieerde items (Weidinger, 2018; Weidinger & Boysen, 2018). Scattered storage richt zich op het minimaliseren van de reistijd voor orderpickers (Weidinger, 2018; Albán et al., 2024). Een voordeel van scattered storage is dat producten van gevraagde SKU's in de buurt liggen, ongeacht waar de orderpicker zich bevindt in het magazijn. Dit leidt tot minder onproductieve wandeltijd van orderpickers (Weidinger & Boysen, 2018). Scattered storage vereist een efficiënt systeem om productlocaties bij te houden, aangezien dezelfde SKU op meerdere locaties is opgeslagen (Weidinger & Boysen, 2018). Het aanvullen van voorraad is intensiever, wat extra inspanning veroorzaakt (Weidinger, 2018; Albán et al., 2024).

2.3 Dynamische toewijzingsmethoden

In magazijnen draait alles om efficiënt werken. De manier waarop producten worden opgeslagen speelt daarin een belangrijke rol. Toch blijkt uit onderzoek dat de meeste studies zich nog steeds richten op statische toewijzing (Brynzér & Johansson, 1996; Gu et al., 2007). Dit kan goed werken in omgevingen waar de vraag stabiel is, maar veel magazijnen hebben tegenwoordig te maken met wisselende vraag en veranderende goederenstromen (Ang et al., 2012). Het Storage Location Assignment Problem (SLAP), dat al meer dan 50 jaar wordt onderzocht, richt zich vaak nog op zulke statische benaderingen (Kofler et al., 2011). In realiteit kan statische toewijzing echter leiden tot inefficiënties en lagere prestaties, vooral wanneer de vraag naar producten sterk fluctueert (Li et al., 2016).

Een oplossing voor inefficiënties bij sterk wisselende vraag is dynamische toewijzing. Hierbij behouden producten niet noodzakelijk hun oorspronkelijke opslaglocatie. Op basis van actuele data, zoals veranderende vraagpatronen, wordt de magazijnindeling herzien. Reeds opgeslagen goederen worden daarbij actief verplaatst naar geschiktere locaties (Li et al., 2016). Producten die populair

worden, kunnen naar locaties dichterbij het depot worden verplaatst. Anderzijds kunnen producten die minder populair worden, naar verder gelegen locaties verplaatst worden. Deze aanpak maakt het magazijn flexibeler en verhoogt de efficiëntie (Chen et al., 2011).

Het onderscheid tussen statische en dynamische toewijzing zit in hoe opslaglocaties al dan niet worden aangepast. Bij statische toewijzing blijft een product liggen op de locatie waar het oorspronkelijk werd opgeslagen, ongeacht latere veranderingen in de vraag of het assortiment. Nieuwe eenheden worden toegevoegd op vrije locaties, maar de bestaande indeling blijft ongewijzigd (Gu et al., 2007). Dynamische toewijzing daarentegen houdt in dat de indeling actief wordt aangepast op basis van actuele informatie. Reeds opgeslagen goederen kunnen hierbij van locatie veranderen, zodat de opslag opnieuw wordt geoptimaliseerd in functie van bijvoorbeeld gewijzigde vraagfrequenties of seizoensinvloeden (Li et al., 2016).

Het is belangrijk om te benadrukken dat het onderscheid dus niet in de methode zelf zit. Zo kan klasse-gebaseerde opslag zowel statisch als dynamisch worden toegepast (Pierre et al., 2004). Wanneer de productindeling zelden wordt herzien en opgeslagen goederen blijven liggen waar ze liggen, is de aanpak statisch. Als dezelfde methode daarentegen regelmatig wordt geüpdatet en producten actief worden verplaatst, spreekt men van een dynamische aanpak (Fontana & Cavalcante, 2014).

Toch wordt dynamische toewijzing nog minder goed onderzocht dan statische toewijzing. Veel studies gaan er nog steeds van uit dat goederenstromen stabiel blijven over lange periodes, terwijl dit in de praktijk vaak niet zo is (Gu et al., 2007). Bovendien wordt in de literatuur nog weinig aandacht besteed aan het actief verplaatsen van al opgeslagen goederen. Dit proces wordt vaak aangeduid als reshuffling (Pazour & Carlo, 2015). Een andere benaming die in de literatuur wordt gebruikt is een restoring policy (Christofides & Colloff, 1973; Linn & Wysk, 1990; Muralidharan et al., 1995).

Reshuffling verwijst naar het proces waarbij opgeslagen goederen opnieuw binnen het magazijn worden verplaatst naar een andere locatie (Chen et al., 2011; Pazour & Carlo, 2015). Dit gebeurt bijvoorbeeld wanneer de vraag naar bepaalde producten verandert, het magazijn efficiënter moet worden ingericht, of om looproutes te verkorten. Hoewel reshuffling voordelen biedt, zoals snellere verwerkingstijd van orders en een betere benutting van de ruimte, brengt het ook extra kosten en werk met zich mee. Daarom moet altijd goed worden afgewogen of de voordelen opwegen tegen de kosten van de verplaatsing (Gu et al., 2007).

In de volgende delen wordt dieper ingegaan op drie vragen: wanneer wordt de toewijzing van opslaglocaties herzien, hoe worden nieuwe locaties gekozen en hoe wordt de verplaatsing uitgevoerd?

2.3.1 Wanneer wordt de toewijzing herzien?

De herziening van deze toewijzing kan op twee manieren worden getriggerd: tijdgebaseerd of gebeurtenis-gebaseerd.

2.3.1.1 Tijdgebaseerde herziening

Een eerste aanpak is de tijdgebaseerde herziening, waarbij de evaluatie van opslaglocaties plaatsvindt op vaste tijdstippen, bijvoorbeeld dagelijks, wekelijks of maandelijks (Pazour & Carlo, 2015). Deze methode biedt voorspelbaarheid en maakt het planningsproces eenvoudiger, maar schiet mogelijk tekort in omgevingen waar de vraag snel verandert. In zulke gevallen kan de vaste frequentie onvoldoende flexibiliteit bieden om efficiënt op veranderingen in te spelen (Pazour & Carlo, 2015).

2.3.1.2 Gebeurtenis-gebaseerde herziening

De tweede benadering is de gebeurtenis-gebaseerde herziening. Hierbij worden toewijzingen aangepast zodra zich significante veranderingen voordoen in het vraagpatroon. Dit kan het gevolg zijn van seizoensgebonden schommelingen, de introductie van nieuwe producten, de uitfasering van bestaande artikelen of structurele wijzigingen in het magazijn zelf (Brynzér & Johansson, 1996; Kofler et al., 2011; Pazour & Carlo, 2015). Ook wanneer voorspellingen van de vraag niet langer overeenkomen met de actuele situatie, wordt herindeling overwogen (Brynzér & Johansson, 1996). Productlijnen met sterk fluctuerende vraag worden daarbij frequenter herzien dan stabiele lijnen (Brynzér & Johansson, 1996). Deze benadering laat toe om sneller en doelgerichter in te grijpen.

2.3.2 Hoe worden nieuwe locaties gekozen?

Wanneer de toewijzing van opslaglocaties wordt herzien, bestaat de eerste stap uit het kiezen van een passende toewijzingsmethode. Net zoals bij statische opslagmethoden kan worden gekozen voor willekeurige opslag, dedicated opslag, full turnover opslag of klasse-gebaseerde opslag. Deze strategie vormt het kader voor de verdere inrichting van het magazijn.

Na het vaststellen van de toewijzingsstrategie volgt de uitwerking van de concrete indeling van het magazijn. Hiervoor kunnen verschillende benaderingen worden gehanteerd, waaronder ervaringsgebaseerde beslissingen, datagedreven analyses en algoritmische optimalisatie. Het is belangrijk om hierbij op te merken dat deze methoden zowel in een statische als een dynamische context kunnen worden toegepast. Bij statische toewijzing wordt eenmalig de indeling gemaakt die daarna niet meer aangepast wordt. Bij dynamische toewijzing wordt deze indeling na verloop van tijd herzien en opnieuw toegepast.

2.3.2.1 Ervaringsgebaseerde beslissingen

In sommige magazijnen wordt de herziening van de opslagindeling vaak gebaseerd op ervaring van medewerkers. Op basis van persoonlijke kennis en eerdere ervaringen kiezen zij waar producten het beste kunnen worden opgeslagen (Choy et al., 2017). Hoewel deze aanpak laagdrempelig en vertrouwd is, brengt hij ook duidelijke nadelen met zich mee. De kwaliteit van de beslissingen is afhankelijk van subjectieve inschattingen, waardoor inefficiënties kunnen ontstaan, zoals langere orderpicktijden en hogere materiaalkosten. Bovendien kan de consistentie onder druk komen te staan wanneer het magazijn groeit of complexer wordt ingericht (Choy et al., 2017).

2.3.2.2 Analyse op basis van historische data

Naast het vertrouwen op ervaring, kunnen bedrijven hun opslagindeling verbeteren door gebruik te maken van historische data. Door gegevens over eerdere bestellingen, orderfrequenties en productbewegingen te analyseren, kunnen patronen en trends worden geïdentificeerd die inzicht geven in de optimale opslaglocaties. Zo kan bijvoorbeeld vastgesteld worden welke producten vaak samen worden besteld of welke items seizoensgebonden pieken vertonen (Kalkha et al., 2024). Deze inzichten kunnen vervolgens worden gebruikt om producten logischer te groeperen en dichterbij het depot te plaatsen (Silva et al., 2022). Het succes van dynamische toewijzingsmethoden sterk afhankelijk is van de kwaliteit van de vraagvoorspellingen en de beschikbaarheid van betrouwbare orderhistoriek (Kofler et al., 2011). In moderne magazijnomgevingen, waarin vraagpatronen steeds dynamischer worden, volstaat een eenvoudige analyse vaak niet meer. Toch blijft het analyseren van historische data een waardevolle en toegankelijke stap richting een meer datagedreven en efficiënte opslagstrategie (Kalkha et al., 2024).

2.3.2.3 Gebruik van algoritmen

Voor magazijnen die nog verder willen optimaliseren, kunnen geavanceerde algoritmen worden ingezet. Recente ontwikkelingen hebben geleid tot het gebruik van technieken zoals clustering-algoritmes, genetische algoritmen, simulated annealing en deep reinforcement learning om opslaglocaties optimaal toe te wijzen, rekening houdend met complexe beperkingen en voortdurend veranderende vraagpatronen (de Puiiseau et al., 2022; Kalkha et al., 2024; Li & Qiu, 2019). Deze methoden maken real-time aanpassingen mogelijk en verhogen de flexibiliteit en efficiëntie van het magazijn aanzienlijk. Door gebruik te maken van grote hoeveelheden historische data kunnen ze toekomstige vraag beter voorspellen en de benodigde verplaatsingen minimaliseren (de Puiiseau et al., 2022). Wel gaat het gebruik van dergelijke algoritmen gepaard met een hogere vereiste aan technologische middelen, wat vooral voor kleinere bedrijven een belemmering kan vormen.

Welke aanpak het meest geschikt is, hangt af van de grootte van het magazijn, de dynamiek van de vraag en de beschikbare middelen voor analyse en optimalisatie.

2.3.3 Hoe wordt de verplaatsing uitgevoerd?

De uitvoering van verplaatsingen in dynamische opslagtoewijzing kan op verschillende manieren worden georganiseerd. Afhankelijk van de strategie en operationele context, worden goederen herschikt tijdens specifieke momenten in het magazijnproces. Twee belangrijke benaderingen hierbij zijn herschikkingen tijdens stilstand-momenten en herschikkingen tijdens actieve operaties.

2.3.3.1 Herschikking tijdens stilstand-momenten

Een strategie voor het herschikken van goederen is het uitvoeren van verplaatsingen tijdens periodes waarin het magazijn minder actief is, ook wel idle time reshuffling genoemd. Dit gebeurt bijvoorbeeld aan het einde van de werkdag, tijdens seizoensovergangen, bij gepland onderhoud, of wanneer het magazijn tijdelijk gesloten is, zoals tijdens weekends of vakanties (Jaggi et al., 2020; Kofler et al.,

2011). Het doel van herschikken tijdens deze rustige momenten is om goederen strategisch te verplaatsen zonder de dagelijkse operaties te verstoren.

Het grote voordeel van deze aanpak is dat verplaatsingen kunnen plaatsvinden zonder impact op het reguliere orderverzamelproces (Kofler et al., 2011). Stilstand wordt dus productief benut en biedt ruimte voor grootschaligere herschikkingen die overdag, tijdens actieve operaties, moeilijk uitvoerbaar zijn. Bovendien leidt de rustigere werkomgeving tot minder fouten bij de uitvoering (Kofler et al., 2011). Toch zijn er ook nadelen verbonden aan deze aanpak. Het vergt extra personeelsinzet buiten de normale werkuren. Niet elk bedrijf beschikt over personeel dat 's avonds of in het weekend inzetbaar is. Daarnaast vraagt het om duidelijke communicatie en systematische aansturing binnen het magazijnteam (Kofler et al., 2011). In de praktijk wordt het aantal dagelijkse verplaatsingen vaak beperkt gehouden om de reguliere operaties niet te verstoren (Brynzér & Johansson, 1996; Kofler et al., 2011; Pazour & Carlo, 2015).

2.3.3.2 Herschikking tijdens actieve operaties

Een meer geïntegreerde aanpak is de Rearrange-While-Working (RWW) strategie (Rojas Reyes et al., 2019). In plaats van aparte stilstand-momenten in te plannen voor het herindelen van het magazijn, maakt deze strategie gebruik van momenten waarop ladingen al worden verplaatst, zoals het aanvullen van voorraad. In plaats van ladingen aan te vullen op hun oorspronkelijke locatie, worden ze verplaatst naar een strategisch betere locatie. Dit zorgt ervoor dat de magazijnactiviteiten ononderbroken door blijven gaan, terwijl het magazijn dynamisch wordt ingericht (Carlo & Giraldo, 2012).

Een voordeel van RWW is de efficiënte benutting van tijd. Omdat de herschikking gebeurt tijdens de reguliere activiteiten, zijn er geen aparte stilstand-momenten nodig. Dat zorgt ervoor dat er een kostenbesparing is, terwijl het magazijn volledig operationeel blijft (Carlo & Giraldo, 2012). Anderzijds is er een goed doordachte aanpak vereist om tijdens reguliere werkzaamheden telkens de optimale opslaglocatie te bepalen. Dit kan complex zijn. Daarnaast verloopt de reorganisatie langzamer dan bij een traditionele herindeling, omdat de veranderingen geleidelijk plaatsvinden (Carlo & Giraldo, 2012).

2.3.1.3 Strategieën voor herschikking

Binnen de twee momenten van herschikking worden vaak twee strategieën onderscheiden: re-warehousing en healing (Kofler et al., 2011).

Re-warehousing is een aanpak waarbij het volledige magazijn heringedeeld wordt om een optimale layout te bereiken voor alle SKU's (Kofler et al., 2011). Hoewel dit theoretisch aanzienlijke efficiëntiewinsten kan opleveren, is het praktisch vaak moeilijk uitvoerbaar: het vereist veel middelen, tijd, en leidt meestal tot tijdelijke onderbreking van de operaties. In dynamische omgevingen waar vraag snel verandert, is het risico groot dat de layout alweer suboptimaal is tegen de tijd dat de herindeling is voltooid. Daarom wordt deze methode meestal gereserveerd voor

uitzonderlijke momenten, zoals de lancering van nieuwe productlijnen of het begin van een nieuw seizoen (Kofler et al., 2011).

Healing, daarentegen, is een methode waarbij slechts een beperkt aantal SKU's per dag of week wordt verplaatst. Dit maakt het mogelijk om het pickproces geleidelijk te optimaliseren (Kofler et al., 2011). Deze benadering is realistischer voor veel magazijnen, omdat het werkbaar blijft en omdat het makkelijk aanpasbaar is aan veranderende omstandigheden (Kofler et al., 2011).

2.4 Vergelijking toewijzingsmethoden

Tabel 1 maakt het onderscheid tussen statische en dynamische toewijzing. Zo zijn statische toewijzingsmethoden ideaal voor magazijnen met voorspelbare en constante vraagpatronen. Ook zijn deze methoden eenvoudig te beheren, maar minder efficiënt bij een wisselende vraag (Kalkha et al., 2024). Dynamische toewijzingsmethoden daarentegen passen zich aan veranderende vraagpatronen aan. Dat resulteert in kortere orderverzameltijden (Kalkha et al., 2024).

Elementen	Toewijzing	
	Statisch	Dynamisch
Kenmerk	Vaste opslaglocaties	Herziening van opslaglocaties
Aanpassingsvermogen	Nee	Ja
Complexiteit	Laag	Hoog
Reactie op fluctuaties	Nee	Ja
Optimalisatie reistijden	Laag	Hoog
Gebruik bij stabiele vraag	Ja	Nee
Gebruik bij variabele vraag	Nee	Ja

Tabel 1: Vergelijking statische en dynamische toewijzingsmethoden.

Tabel 2 geeft een overzicht van de klassieke statische toewijzingsmethoden. De meeste publicaties richten zich op statische opslaglocatietoewijzing (Kübler et al., 2020). De klassieke statische toewijzingsmethoden worden daarom geëvalueerd op basis van meerdere kenmerken: congestie, ruimtegebruik, efficiëntie bij orderpicken, flexibiliteit, implementatiekosten en het risico op fouten. Dit biedt een beeld van de sterke en zwakke punten van elke methode.

De keuze voor een toewijzingsmethode hangt sterk af van de prioriteiten van een magazijn. Klassieke statische toewijzingsmethoden zijn eenvoudiger te implementeren, maar minder flexibel (Quintanilla et al., 2014).

Toewijzings- methode	Elementen					
	Congestie	Ruimtegebruik	Efficiëntie orderpicken	Flexibiliteit	Implementatie- kosten	Risico op fouten
Willekeurige opslag	Laag Door gelijkmatige verdeling van werkbelasting	Hoog Ruimte wordt optimaal benut door flexibele locatiekeuze	Laag Langere reistijden door verspreide opslag	Hoog Gemakkelijk door nieuwe SKU's integreren	Hoog Vereist geavanceerde systemen en training	Hoog Sterk afhankelijk van nauwkeurigheid in locatietracking
Dedicated opslag	Laag Vaste locaties verminderen chaos	Laag Inefficiënt bij lege voorraad of fluctuaties	Hoog Vaste locaties verminderen zoektijd	Laag Beperkt geschikt voor veranderende assortimenten	Laag Geen complexe systemen vereist	Laag Vaste locaties minimaliseren kansen op fouten
Full turnover opslag	Hoog Populaire zones rond het depot veroorzaken congestie	Gemiddeld Ruimte- efficiëntie afhankelijk van vraag- voorspelling	Hoog Minimale reistijd voor veelgevraagde producten	Laag Inflexibel bij fluctuaties en nieuwe SKU's	Gemiddeld Vereist uitgebreide data- analyse	Gemiddeld Fouten door herschikkingen bij vraag- veranderingen
Klasse- gebaseerde opslag	Hoog Populaire zones rond het depot veroorzaken congestie	Gemiddeld Ruimte- efficiëntie afhankelijk van vraag- voorspelling	Hoog Minimale reistijd voor veelgevraagde producten	Laag Inflexibel bij fluctuaties en nieuwe SKU's	Gemiddeld Vereist uitgebreide data- analyse	Gemiddeld Fouten door willekeurige plaatsing binnen klassen mogelijk

Tabel 2: Vergelijking klassieke statische toewijzingsmethoden.

3. Empirische studie

Om een beter inzicht te krijgen in de praktijk en uitdagingen in de sector, worden interviews afgenomen met professionals uit de logistieke sector. Voor de interviews zijn bedrijven geselecteerd die actief zijn in distributie en logistiek en die relevante inzichten kunnen bieden binnen het onderzoek. Daarbij wordt bewust gekozen voor zowel grotere, bekende bedrijven als kleinere, minder bekende spelers. Dit zorgt voor een breder perspectief en kan uiteenlopende werkmethoden en uitdagingen aan het licht brengen. Daarnaast wordt bewust gekozen voor bedrijven die met het picker-to-parts-systeem werken, aangezien de toewijzing van opslaglocaties een belangrijke manier is om de efficiëntie van picker-to-parts-systemen te verbeteren (Xu & Ren, 2020). De geïnterviewde bedrijven zijn DAF Trucks, Tailormade Logistics, Grafityp, Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp. De volledige interviews zijn terug te vinden in de bijlage.

Het doel is om een beeld te krijgen van hoe logistieke processen in de praktijk verlopen. Hierbij wordt onder andere onderzocht welke toewijzingsmethoden de bedrijven hanteren en of er bij de opslag van goederen rekening wordt gehouden met specifieke productkenmerken. Door deze inzichten te bundelen, wordt een beter begrip gevormd van de gangbare praktijken binnen de sector.

3.1 DAF Trucks

DAF Trucks is een fabrikant van vrachtwagens met het hoofdkantoor in Eindhoven, Nederland. Het bedrijf maakt deel uit van DAF Trucks N.V., een dochteronderneming van het Amerikaanse PACCAR Inc.

Een belangrijke productielocatie is DAF Westerlo, gelegen in de Belgische provincie Antwerpen. Hier worden de cabines en assen gemaakt voor verschillende DAF-modellen, zoals de CF, XF en XG. In de cabinefabriek worden de cabines gevormd, gelast (afdeling body), geleverd (afdeling lakstraat) en daarna afgewerkt met interieuronderdelen en elektronische systemen (afdeling trimming). In de assenfabriek worden de voor- en achterassen geproduceerd en geassembleerd (afdeling assen). Deze onderdelen worden vervolgens naar de hoofdassemblagefabriek in Eindhoven vervoerd, waar de vrachtwagens verder worden opgebouwd.

Naast de productiefaciliteiten heeft DAF een eigen magazijn waar onderdelen tijdelijk worden opgeslagen voordat ze naar de productie gaan. Dit magazijn zorgt ervoor dat de juiste materialen op tijd beschikbaar zijn, wat helpt om het productieproces vlot te laten verlopen.

3.1.1 Indeling magazijn

Het magazijn van DAF Trucks is opgedeeld in verschillende zones, elk met hun eigen functie. Zo is er een zone voor kleinere onderdelen, die opgeslagen worden in een lange smalle gang. Deze noemen ze intern de "kleine delen zone". Daarnaast is er de RTZ-zone, waar met reachtrucks volledige verpakkingen worden gepickt. Tot slot zijn er nog vijf gangen waar deelpickingen worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld als er maar één bak uit een set van zes gepickt moet worden.

In dit magazijn liggen vooral onderdelen en componenten opgeslagen die nodig zijn voor de productie van vrachtwagens, zoals motoronderdelen, cabine- en chassiscomponenten. Sommige van deze onderdelen worden lokaal geproduceerd, anderen komen van externe leveranciers wereldwijd. De bezettingsgraad van het magazijn ligt tussen de 65 en 70%, maar men kijkt actief of goederen die nu nog extern opgeslagen worden (bij TML) intern geplaatst kunnen worden om kosten te besparen.

Er werken dagelijks 20 tot 30 medewerkers per shift in het magazijn, verdeeld over twee shifts. Hun taken zijn duidelijk gestructureerd: sommige laden en lossen trailers, anderen ontvangen inkomende goederen of plaatsen ze in de rekken met een reachtruck. De orderpickers werken met toestellen die hen in de hoogte meenemen voor het uitvoeren van deelpickingen. Er wordt gebruikgemaakt van DAF's eigen systeem, Mainframe, dat precies bijhoudt waar elk product ligt en ondersteuning biedt bij het pickproces.

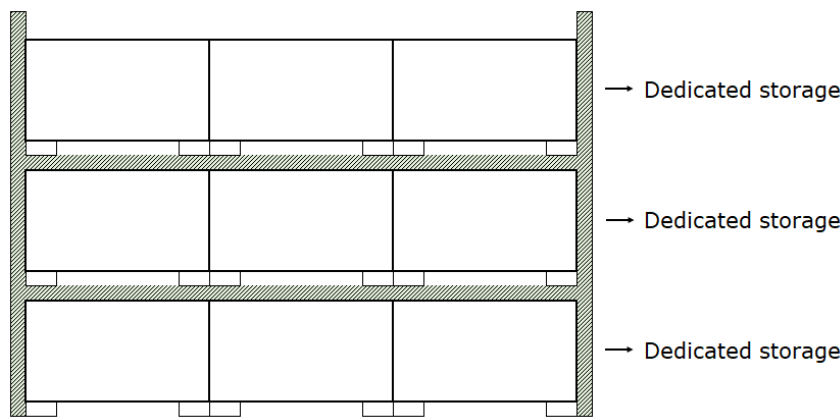
3.1.2 Toewijzingsmethode

Binnen het magazijn van DAF wordt gewerkt met dedicated opslag. In figuur 9 wordt de toewijzingsmethode visueel voorgesteld. Elke soort verpakking heeft zijn eigen specifieke plek in het magazijn. Deze vaste toewijzing is nodig omdat de rekken zijn afgestemd op de afmetingen van de verschillende emballages. Wanneer een reachtruckchauffeur een verpakking scant, stelt het systeem automatisch een geschikte locatie voor op basis van het type verpakking.

Als een bepaald product tijdelijk niet op voorraad is, blijft de bijbehorende locatie gewoon leeg tot er weer een verpakking van hetzelfde type binnenkomt. Dankzij de vaste locaties kunnen orderpickers goed inschatten in welke zone ze bepaalde producten moeten zoeken. Ze kennen de precieze locaties niet altijd uit het hoofd, maar weten wél bijvoorbeeld dat grote kooien in de RTZ-zone te vinden zijn.

De locaties zijn dus ooit bepaald op basis van de rekkenindeling. Kleine rekken voor kleine emballages, grotere voor volumineuzere verpakkingen. Ook het systeem houdt rekening met efficiëntie: de voorgestelde opslagplaats ligt meestal zo dicht mogelijk bij de ingang van het magazijn. Daardoor is het magazijn verder naar achter toe vaak iets minder gevuld.

Deze vaste structuur zorgt voor overzicht en rust in het magazijn. Iedereen weet waar hij of zij moet zijn, wat bijdraagt aan een vlot en foutloos pickproces. Er wordt niet expliciet gekeken naar de vraagfrequentie van producten, omdat die vrij constant blijft. Elke cabine bevat immers grotendeels dezelfde onderdelen. Daardoor ligt de nadruk eerder op efficiënt wegzetten dan op optimalisatie van pickafstanden.



Figuur 9: Toewijzingsmethode DAF Trucks.

3.1.3 Statische toewijzing

DAF hanteert een statische toewijzingsmethode. De vaste locaties zijn afgestemd op het ontwerp van het magazijn, waarbij onder andere rekening gehouden moest worden met sprinklersystemen die op vaste hoogtes zijn geïnstalleerd. Aanpassen van rekhoogtes is daardoor erg complex en duur. Om hiermee om te gaan, is blokstapeling ingevoerd: producten met dezelfde codes en aantallen worden gegroepeerd opgeslagen op één locatie. Dit gebeurt voor pallets en specifieke verpakkingen.

Er is weinig ruimte voor flexibiliteit in dit magazijn, en daarom wordt ook niet overwogen om over te schakelen naar dynamische opslag. De huidige werkwijze sluit goed aan bij de voorspelbare vraag en het statische karakter van het magazijn. Omdat de vraag naar onderdelen relatief stabiel blijft, biedt het vaste toewijzingsbeleid voldoende structuur en stabiliteit. Dit zorgt ervoor dat medewerkers snel vertrouwd raken met het systeem en hun werk efficiënt kunnen uitvoeren.

3.2 Tailormade Logistics

Tailormade Logistics (TML) is een Belgisch logistiek bedrijf dat gespecialiseerd is in op maat gemaakte transport- en magazijnoplossingen. Het bedrijf heeft meerdere vestigingen en bedient diverse sectoren, waaronder de automotive-industrie.

TML Westerlo werkt exclusief voor DAF Trucks en is volledig geïntegreerd in het DAF-systeem (Mainframe). Het magazijn van TML, met een oppervlakte van 30.000 vierkante meter, ligt direct naast het DAF-terrein en speelt een belangrijke rol in de bevoorradingsketen. Hier worden vooral grotere emballages en consignatievoorraden opgeslagen, waarbij de voorraad eigendom blijft van de leverancier totdat deze wordt gebruikt. Dankzij de strategische ligging en efficiënte opslagprocessen helpt TML om de productie van DAF soepel te laten verlopen.

3.2.1 Indeling magazijn

Het magazijn van TML is opgedeeld in verschillende zones om een efficiënte opslag en orderpicking mogelijk te maken. Hoewel het specifieke aantal zones niet wordt genoemd, is duidelijk dat het magazijn groot genoeg is om goederen verspreid over het hele gebouw op te slaan. Het bedrijf maakt gebruik van een systeem waarbij goederen op willekeurige locaties worden geplaatst, wat betekent

dat producten zich zowel in de voorste als in de achterste gangen kunnen bevinden, afhankelijk van waar er ruimte beschikbaar is. De omvang van het magazijn en de verspreide locaties van goederen kunnen echter invloed hebben op de efficiëntie van het pickproces, zeker wanneer producten zich bevinden in de verder afgelegen zones.

In het magazijn van TML liggen onderdelen opgeslagen die worden gebruikt in de productie van DAF Trucks. Er zijn twee soorten voorraden: de 4MC-voorraad, waarvan DAF de eigenaar is, en de 4CV-voorraad, die onder consignatie valt. Dit houdt in dat de leverancier eigenaar blijft van de goederen totdat het product effectief wordt opgenomen in het productieproces bij DAF.

Het magazijn is over het algemeen goed gevuld. Er zijn wel piekmomenten op bepaalde dagen, zoals op maandag en donderdag, wanneer er meer leveringen plaatsvinden en het magazijn dus voller is dan op andere dagen. Ondanks deze pieken blijft de bezettingsgraad doorgaans hoog en stabiel.

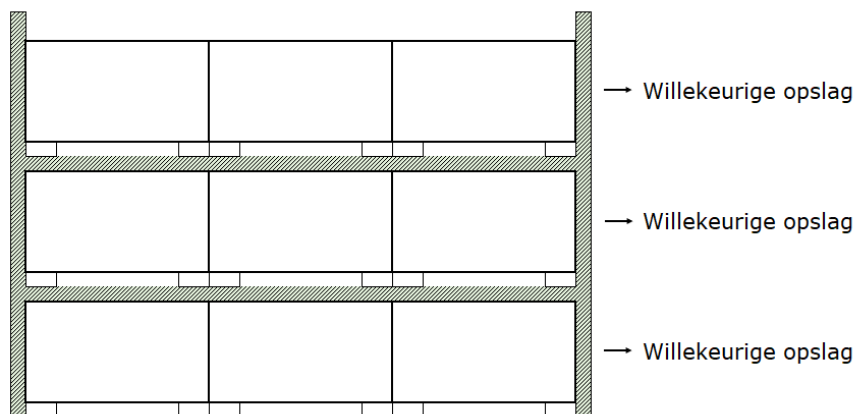
In dit gedeelte van het magazijn zijn er ongeveer 20 reachtruckchauffeurs actief die zich verplaatsen tussen de twee zones waar de goederen liggen opgeslagen. Van deze groep zijn er 3 verantwoordelijk voor het wegzetten van goederen in het magazijn, 10 chauffeurs houden zich bezig met orderpicking en 5 heftruckchauffeurs laden en lossen de goederen in en uit de vrachtwagens. Daarnaast zijn er ook nog ontvangers die de goederen in ontvangst nemen. In andere zones, zoals die waar de kittingen gebeuren, werken ook nog heel wat medewerkers, maar zij houden zich niet bezig met de magazijnactiviteiten.

Wat betreft het systeem: TML werkt met het systeem van DAF. Dit is hetzelfde systeem dat door DAF zelf gebruikt wordt. Hierdoor kan DAF op elk moment nagaan welke goederen in het magazijn liggen opgeslagen, in welke aantallen en op welke locatie.

3.2.2 Toewijzingsmethode

De toegepaste toewijzingsmethode binnen TML is willekeurige opslag en wordt weergegeven in figuur 10. Goederen worden toegewezen aan locaties op basis van beschikbaarheid, zonder vaste plekken voor specifieke producten. Dit betekent dat een product telkens op een andere locatie kan terechtkomen, afhankelijk van de beschikbare ruimte op het moment van opslag. Hoewel dit systeem flexibiliteit biedt bij het inruimen van goederen, heeft het ook nadelen. Het kan leiden tot een gebrek aan overzicht en langere zoektijden wanneer producten zich verspreid over het magazijn bevinden.

Het willekeurige opslagbeleid heeft als gevolg dat ook goederen die frequent worden opgehaald soms ver achterin het magazijn liggen, wat de efficiëntie van het pickproces negatief beïnvloedt. Ondanks deze beperkingen gebeuren er zelden fouten tijdens het pickproces, wat erop wijst dat de medewerkers goed zijn ingewerkt en het systeem effectief gebruiken. De huidige locatie-indeling is voornamelijk ontstaan door de beschikbare ruimte optimaal te benutten, zonder dat er een diepgaande strategie of logica aan ten grondslag ligt. Het ontbreken van een systematische benadering kan op de lange termijn nadelig zijn, vooral wanneer de vraag naar bepaalde goederen fluctueert of wanneer er nieuwe producten moeten worden toegevoegd.



Figuur 10: Toewijzingsmethode TML.

3.2.3 Statische toewijzing

TML maakt momenteel gebruik van een statische toewijzingsmethode. De keuze voor een statisch systeem lijkt voornamelijk voort te komen uit het feit dat de goederen willekeurig worden opgeslagen en er geen noodzaak wordt gezien om deze locaties periodiek te herzien.

Er wordt momenteel niet overwogen om over te schakelen naar een dynamische opslagmethode. Het huidige systeem wordt als voldoende beschouwd om de dagelijkse operaties te ondersteunen. Dit betekent dat producten doorgaans voor langere tijd op dezelfde locatie blijven liggen, totdat ze worden gepickt of verplaatst vanwege een andere praktische reden. Hoewel een dynamisch systeem mogelijk zou kunnen bijdragen aan een efficiëntere orderverwerking, lijkt TML tevreden te zijn met de stabiliteit en voorspelbaarheid die de huidige methode biedt.

Er is geen groot verschil in vraagfrequentie tussen de verschillende producten. Hoewel er binnen het assortiment uiteraard zowel snellopers als traaglopers voorkomen, blijft het onderscheid relatief beperkt. Producten blijven zelden lang in het magazijn liggen, omdat alle goederen uiteindelijk opgenomen worden in de productie bij DAF. Hierdoor is de doorlooptijd van de opgeslagen onderdelen over het algemeen vrij kort en blijft de rotatie in het magazijn vlot verlopen.

3.3 Grafityp

Grafityp is een Belgisch bedrijf gespecialiseerd in de ontwikkeling en productie van zelfklevende folies en films. Het hoofdkantoor is gevestigd in Houthalen-Helchteren, met een dochteronderneming in het Verenigd Koninkrijk. Het bedrijf heeft meer dan 70 jaar ervaring en biedt een breed assortiment aan folies, waaronder beletteringsfolies, printmedia en wrappingfilms. De producten worden wereldwijd via verdelers verkocht. Naast productie biedt Grafityp ook trainingen en ondersteuning aan klanten. Het bedrijf richt zich op kwaliteit, duurzaamheid en technologische vooruitgang. In 2024 werd Grafityp overgenomen door de Finse groep UPM Raflatac, wat een belangrijke stap was in de verdere groei. Dankzij een sterke internationale aanwezigheid blijft Grafityp een toonaangevende speler in de sector.

3.3.1 Indeling magazijn

Het magazijn van Grafityp bestaat uit meerdere zones die elk een specifieke functie hebben. De expeditiezone vormt het centrale punt waar alle goederen worden verpakt en klaargezet voor verzending. Van hieruit leiden verschillende paden naar de overige zones: A, B, C, F, en G. De goederen worden voornamelijk opgeslagen op pallets die op rekken geplaatst worden. De zones E en H vormen een uitzondering; hier worden rollen versneden en verpakt voordat ze naar het magazijn worden verplaatst.

Alle goederen liggen opgeslagen op pallets. Op de pallets liggen kartonnen dozen met hierin rollen folies. Elke doos bevat één rol folie. Op één pallet liggen maximaal 20 dozen van hetzelfde product en dezelfde afmeting. Deze zijn verdeeld in vier dozen langs elkaar, gestapeld tot vijf lagen in de hoogte. De afmetingen van de folie op de rollen verschillen, maar een vaak voorkomende maat is 50 m x 1525 mm, waarbij de lengte van de folie op de rol 50 meter is en de breedte 1,525 meter.

De magazijnrekken bestaan uit drie niveaus: het grondniveau, het eerste niveau en het tweede niveau. Het magazijn is doorgaans goed gevuld, met een gemiddelde vulgraad tussen de 85% en 95%, zelfs in de achterste zones. Het is duidelijk dat het magazijn consistent goed benut wordt, zonder dat er minder gevulde gebieden zijn naarmate men dieper het magazijn betreedt.

In het magazijn werken vier magazijnmedewerkers. Drie hiervan zijn orderpickers. Zij bevinden zich altijd in het magazijn om het pickproces uit te voeren. Zij zorgen ervoor dat de goederen klaar zijn voor verzending en laden ook de pallet(s) in de vrachtwagen. Eén medewerker is voorraadbeheerder. Deze persoon is verantwoordelijk voor het aanvullen van de goederen. Soms wisselen de medewerkers onderling van taak om voor afwisseling te zorgen; de voorraadbeheerder kan dan de rol van orderpicker op zich nemen, en vice versa.

Wat betreft het gebruikte systeem: momenteel wordt er gewerkt met een eigen systeem dat ontworpen is door de IT-medewerkers van Grafityp. Dit systeem is verbonden aan het scansysteem dat in het magazijn gebruikt wordt. Hoewel er gekeken wordt naar de implementatie van een ERP-systeem zoals Microsoft Dynamics in de toekomst, is dit momenteel nog niet operationeel.

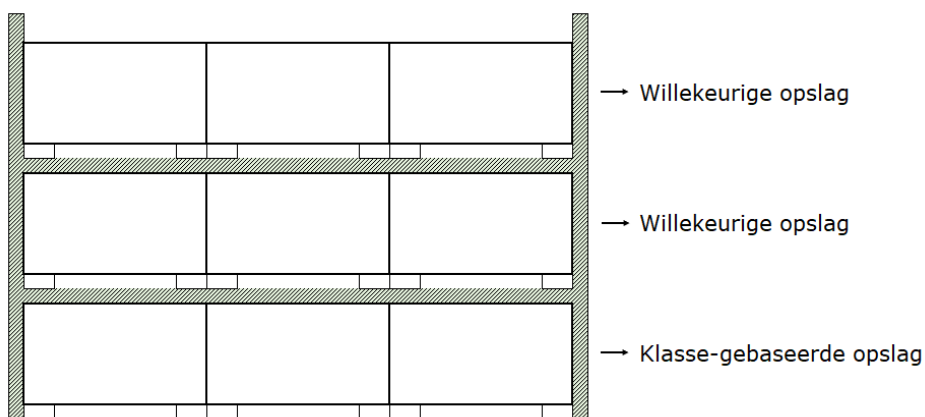
3.3.2 Toewijzingsmethode

Voor de toewijzing van goederen wordt er gebruikgemaakt van een combinatie van klasse-gebaseerde en willekeurige opslag. Het toewijzingsbeleid verschilt tussen de verschillende niveaus van de rekken. Op het grondniveau wordt gebruikgemaakt van klasse-gebaseerde opslag. Hierbij worden goederen toegewezen aan locaties op basis van een ABC-analyse, die twee keer per jaar wordt uitgevoerd. Dit systeem zorgt ervoor dat de producten met een hoge vraagfrequentie, de A-klasse, zo dicht mogelijk bij de expeditiezone worden geplaatst, wat resulteert in kortere afstanden voor de orderpickers. De B-klasse wordt iets verderop geplaatst en de C-klasse, die producten met een lage vraagfrequentie bevat, bevindt zich het verst van de expeditiezone.

Daarnaast zijn er nog twee bijkomende klassen: de D-klasse voor producten die geen enkele keer verkocht werden en restrollen die niet meer geproduceerd worden. Deze restrollen zijn wel nog opgeslagen in het magazijn, maar worden gemarkeerd met een rode sticker op de verpakkingendoos zodat duidelijk is dat het om een restrol gaat. Deze duidelijke indeling in vijf klassen maakt het eenvoudiger om de opslag te organiseren en de efficiëntie te verhogen.

Een voordeel van klasse-gebaseerde opslag is dat de afstand die orderpickers moeten afleggen beperkt wordt. Dat heeft een directe positieve invloed op de efficiëntie van het pickproces. Ondanks de klasse-gebaseerde opslag is de congestie in de gangen beperkt aangezien er slechts vier magazijnmedewerkers actief zijn in een ruim magazijn met vijf zones. De vrije keuze van paden door de orderpickers draagt bij aan een vloeiende doorstroming.

Op het eerste en tweede niveau van de rekken wordt gebruikgemaakt van een willekeurige opslagmethode. Hier worden goederen geplaatst zonder vaste locaties, afhankelijk van waar er vrije ruimte beschikbaar is. De goederen die op het eerste en tweede niveau liggen opgeslagen, worden gezien als stock. Figuur 11 illustreert hoe de opslaglocaties worden toegewezen binnen het magazijn.



Figuur 11: Toewijzingsmethode Grafityp.

3.3.3 Dynamische toewijzing

Grafityp maakt gebruik van een dynamische toewijzing. Dit komt doordat het magazijn ongeveer twee keer per jaar wordt heringedeeld op basis van een ABC-analyse die wordt uitgevoerd aan de hand van de verkoopcijfers. Tijdens deze herindelingen wordt gekeken naar de frequentie van producten op orderlijsten en hoe vaak ze zijn gepickt. De keuze voor een dynamische opslagmethode is gemaakt om het magazijn up-to-date te houden en de efficiëntie van het pickproces te verbeteren.

Hoewel er geen vaste regel is voor wanneer producten van locatie veranderen, gebeurt dit doorgaans twee keer per jaar. De herindeling zorgt ervoor dat populaire producten vooraan in het magazijn worden geplaatst, wat de afstand die orderpickers moeten afleggen minimaliseert. Dit verhoogt de snelheid en efficiëntie van het orderpickproces.

Orderpickers staan doorgaans positief tegenover deze dynamische situatie, omdat zij de specifieke locaties van producten niet uit hun hoofd kennen. Ze ervaren het als een voordeel wanneer populaire

producten dicht bij de ingang van het magazijn worden geplaatst, aangezien ze dan minder ver hoeven te rijden om deze producten te picken. De dynamische herindeling maakt het voor hen makkelijker om sneller en efficiënter te werken, omdat ze minder tijd kwijt zijn aan het afleggen van grote afstanden door het magazijn. Hierdoor draagt de dynamische toewijzing bij aan een soepelere werking van het magazijn.

Er is een groot verschil in vraagfrequentie van de verschillende producten. Sommige producten worden tot wel acht keer per dag gevraagd. Andere producten worden daarentegen nauwelijks of zelfs niet meer verkocht, maar liggen nog wel opgeslagen in het magazijn. Deze restrollen worden aangeduid met een rode sticker, zodat duidelijk is dat het gaat om oude stock die niet meer actief geproduceerd wordt. Dit verschil in vraagfrequentie onderstreept het belang van de dynamische herindeling.

3.4 Nike

Nike beschikt over een Europese logistieke campus die bestaat uit vijf distributiecentra: drie in Laakdal en twee in Ham. Elk centrum heeft zijn eigen specialisatie: Blue Ribbon behandelt kleding, The Court verwerkt kleding en accessoires, Wings en Cortez zijn gericht op schoenen, en Windrunner is bestemd voor geretourneerde producten.

Het interview is afgenomen met een medewerker van het distributiecentrum Blue Ribbon in Laakdal, dat specifiek instaat voor de distributie van kledingproducten. Deze producten worden verzonden naar diverse werelddelen, waaronder Europa, het Midden-Oosten en Afrika. Het gaat zowel om bestellingen geplaatst via Nike.com als om leveringen aan fysieke winkels.

3.4.1 Indeling magazijn

Blue Ribbon DC is opgedeeld in twee zones: de high bay en de low bay. Deze zones zijn van elkaar gescheiden op basis van hun functie. De high bay wordt gebruikt voor het opslaan van de bulkvoorraad, terwijl in de low bay de goederen worden gepickt voor verzending. Goederen die in de high bay liggen en nodig zijn voor een bestelling, worden met behulp van een deels geautomatiseerd kraansysteem naar de low bay gebracht.

In dit distributiecentrum ligt uitsluitend kleding, van kleine accessoires zoals petten tot grote jassen. Er zijn geen strikte fysieke regels over waar iets moet worden opgeslagen, maar er wordt wel rekening gehouden met de grootte van de producten en de hoogte van de opslaglocaties.

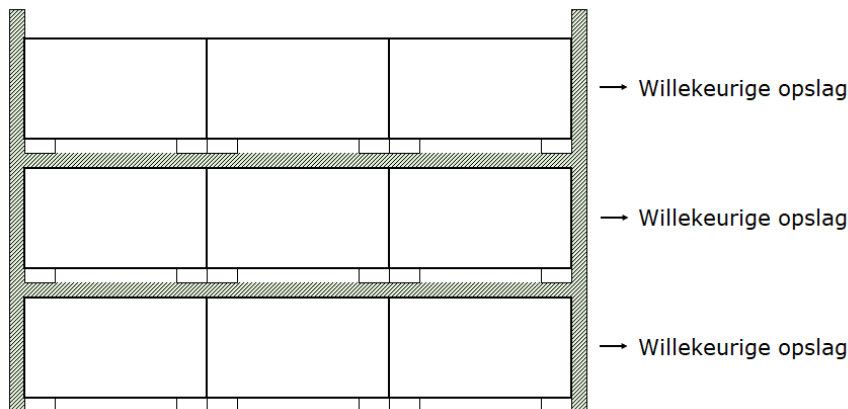
De bezettingsgraad ligt momenteel op 68%. Hoe verder je van het depot komt, hoe leger het magazijn wordt. Dat is bewust zo ingericht, omdat het picken dan sneller en efficiënter gebeurt in het centrale deel.

In totaal werken er zo'n 125 mensen in het magazijn. Daarvan zijn er ongeveer 15 bezig met orderpicken. De rest houdt zich bezig met het ontvangen van goederen, het sorteren, het uitvoeren van extra handelingen, het laden van vrachtwagens en het aansturen van collega's. Alles wordt

bijgehouden met een Warehouse Management System (WMS), specifiek het AS400-systeem. Voor het inboeken van orders en het koppelen van voorraad wordt ook gebruikgemaakt van SAP.

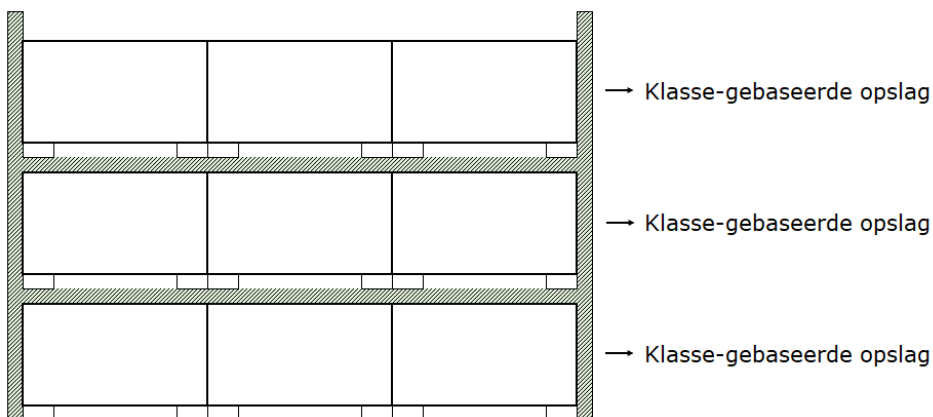
3.4.2 Toewijzingsmethode

In de high bay is het systeem vrij simpel: daar wordt gebruikgemaakt van willekeurige opslag. Producten worden daar geplaatst zonder rekening te houden met hoe vaak ze verkocht worden. Deze zone is dan ook puur voor opslag en wordt niet gebruikt om goederen te picken. Figuur 12 toont op visuele wijze de gebruikte toewijzingsmethode.



Figuur 12: Toewijzingsmethode Nike: high bay.

In de low bay, waar het echte orderverzamelen gebeurt, wordt gebruikgemaakt van een klasse-gebaseerde opslag. Hierbij worden producten verdeeld volgens een ABC-analyse. In figuur 13 wordt de toegepaste toewijzingsmethode voorgesteld. Artikelen met een hoge vraag worden op goed bereikbare en centrale plekken gelegd, dichtbij de packstations. Producten met een lagere vraag liggen wat verder weg of op minder gunstige locaties. Doordat de populairste producten dicht bij het depot liggen, is er ook meer drukte in die gangen. Verder het magazijn in is het rustiger én leger. Hierdoor wordt er minder afstand afgelegd door het magazijn. Ook wordt er goed gekeken naar ergonomie. De rekken hebben drie lagen en de producten die het vaakst gepickt worden, liggen op het middelste niveau, omdat dat het meest comfortabel is voor de pickers.



Figuur 13: Toewijzingsmethode Nike: low bay.

3.4.3 Dynamische toewijzing

Nike werkt in Blue Ribbon met een dynamisch opslagsysteem, waarbij producten niet aan een vaste locatie zijn gekoppeld. Dit zorgt ervoor dat ze snel kunnen inspelen op veranderingen in de markt en flexibel blijven in hun voorraadbeheer. Er is geen sprake van plannen om over te stappen naar een statisch systeem. Dat zou te star zijn voor hoe ze nu werken.

Bij Nike worden producten verplaatst wanneer specifieke gebeurtenissen zich voordoen. Zo worden artikelen bijvoorbeeld terug naar de high bay verplaatst zodra ze niet langer via Nike.com verkocht worden of wanneer het seizoen waarin ze relevant zijn voorbij is. Deze herindeling gebeurt dus niet op vaste tijdstippen, maar wordt getriggerd door veranderingen in het assortiment of de vraag. Nike kiest bewust voor dynamische toewijzing omdat hiermee beter kan worden ingespeeld op de vraag van de dynamische markt waarin het bedrijf zich bevindt. Doordat zulke veranderingen regelmatig optreden, worden opslaglocaties in de praktijk frequent herzien. De verplaatsingen variëren daarbij in omvang. Soms schuift een product slechts één locatie op, terwijl het in andere gevallen naar een volledig andere locatie in het magazijn verhuist. Het bepalen van de nieuwe locaties gebeurt op basis van historische data, zodat beslissingen onderbouwd zijn en aansluiten bij reële vraagpatronen. De continue productbeweging zorgt voor extra verkeer in het magazijn. Speciaal hiervoor zijn er medewerkers die zich fulltime bezighouden met replenishment. Terwijl zij de picklocaties aanvullen, verplaatsen ze tegelijkertijd producten van de high bay naar de low bay. Dat gebeurt zonder stilstand, dus tijdens het normale werkproces.

Voor de orderpickers zelf verandert er weinig. Ze gebruiken scanners die hen precies vertellen waar ze moeten zijn. Ze volgen een vaste route en werken meestal aan meerdere orders tegelijk. Het systeem zorgt ervoor dat ze de meest efficiënte looproute volgen.

De vraag naar producten verschilt. Sommige zijn populair door een speciale lancering of omdat ze op Nike.com veel verkocht worden. Het systeem is zo ingericht dat dit goed opgevangen wordt. Daardoor kunnen producten snel worden verplaatst en blijft alles wat klanten kunnen bestellen, ook echt beschikbaar om te picken.

3.5 Fietsengroothandel Louis Verwimp

Louis Verwimp is sinds 1970 actief als gespecialiseerde groothandel in fietsen, onderdelen en accessoires. Vanuit hun locatie in de Benelux leveren zij een assortiment van maar liefst 24.000 verschillende artikelen exclusief aan de (brom)fietsvakhandel. Het bedrijf profileert zich als totaalleverancier en volgt nauwgezet de trends en ontwikkelingen in de markt, zoals de opkomst van duurzame mobiliteit. Achter de schermen speelt het magazijn een cruciale rol in het efficiënt beleveren van hun klanten.

3.5.1 Indeling magazijn

Het magazijn van Louis Verwimp beslaat een oppervlakte van 10.000 m² en is ingedeeld in zeven opslag- en pickzones, een zone voor goederenontvangst en een zone voor inpak en verzending. De

goederen die opgeslagen liggen variëren van complete fietsen tot onderdelen en accessoires. Deze producten worden gescheiden opgeslagen op basis van kenmerken als grootte, gewicht en ergonomie: zware goederen zoals fietsen bevinden zich op de benedenverdieping, terwijl lichtere accessoires boven zijn ondergebracht.

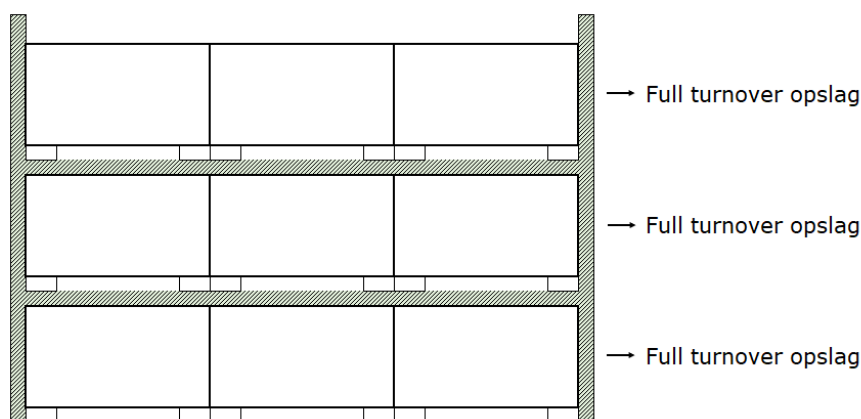
De bezettingsgraad ligt gemiddeld tussen de 75 en 80%, wat betekent dat er weinig lege locaties zijn, ook al wordt het magazijn naar achter toe iets minder vol. In totaal werken er 23 mensen in het magazijn: 10 voor orderpicking, 10 voor het inpakken en 3 voor goederenontvangst. Dankzij het WMS-systeem Dynamics Navision weet men altijd waar elk product zich bevindt. Dit systeem ondersteunt ook het pickproces, waarbij handscanners de orderpickers begeleiden via een automatisch gegenereerde, efficiënte route.

3.5.2 Toewijzingsmethode

Fietsengroothandel Louis Verwimp maakt gebruik van full turnover opslag waarbij goederen worden geplaatst op basis van hun vraagfrequentie. Figuur 14 geeft dit visueel weer. Veelgevraagde artikelen worden dicht bij de verzendzone opgeslagen, zodat de af te leggen afstanden voor orderpickers zo kort mogelijk blijven. Het resultaat: een sneller en efficiënter pickproces, zeker in drukke seizoenen zoals het voorjaar voor fietsen of de herfst voor fietsverlichting.

Er wordt structureel rekening gehouden met de seizoensgebondenheid van de vraag. Dit leidt tot herindeling van producten wanneer trends of de markt daarom vragen. Congestie is merkbaar rond het depot waar pickrondes beginnen en eindigen, maar over het algemeen is de flow goed beheersbaar. Vooral boven in het magazijn, bij de accessoires, is het doorgaans rustiger.

De nadruk bij locatiebepaling ligt duidelijk op het pickproces, eerder dan op het wegzetten. Dit sluit aan bij het streven naar korte looptijden en een hoge verwerkingssnelheid. Tegelijkertijd worden ook ergonomie en veiligheid niet uit het oog verloren. Het gebruik van reachtrucks voor zware goederen voorkomt fysieke belasting van medewerkers.



Figuur 14: Toewijzingsmethode Fietsengroothandel Louis Verwimp.

3.5.3 Dynamische toewijzing

Het magazijn werkt volgens het principe van dynamische toewijzing. Producten worden dus niet aan vaste locaties gekoppeld, maar worden verplaatst afhankelijk van onder andere seizoensveranderingen, marktontwikkelingen of wijzigingen in het assortiment of de verpakkingsvorm. Deze flexibiliteit maakt het mogelijk om optimaal in te spelen op actuele omstandigheden.

Fietsengroothandel Louis Verwimp kiest bewust voor een dynamisch opslagbeleid, omdat de omloopsnelheid sterk verschilt per product en de markt sterk beïnvloed wordt door seizoensveranderingen en andere ontwikkelingen. Een statische aanpak zou volgens de magazijnmanager onvoldoende flexibiliteit bieden in een dynamische context. De herziening van opslaglocaties gebeurt niet op vaste momenten, maar vindt continu plaats, telkens wanneer daar aanleiding toe is, zoals een verandering in de vraag, het assortiment of verpakkingsvormen. De beslissingen worden daarbij ondersteund door verkoopdata, zodat gericht kan worden ingespeeld op actuele trends. De verplaatsingen zelf verlopen vaak geleidelijk. Soms verschuift een artikel maar één locatie binnen dezelfde gang. Deze herschikkingen vinden meestal plaats in combinatie met het reguliere aanvulproces, waardoor de impact op het interne verkeer minimaal blijft.

De orderpickers merken weinig van de dynamiek: zij worden immers via het systeem gestuurd en hoeven zich niet bezig te houden met waar een product zich precies bevindt. Hierdoor blijft hun werk vlot en overzichtelijk, ondanks de voortdurend veranderende opslaglocaties.

4. Conclusie

Deze conclusie geeft een overzicht van de belangrijkste bevindingen van het onderzoek en beantwoordt de centrale onderzoeksvraag: hoe kan de toewijzing van opslaglocaties in magazijnen geoptimaliseerd worden om de doorlooptijden te minimaliseren? De conclusie is opgebouwd rond drie kernaspecten: de magazijnindeling op basis van productkenmerken, de toegepaste toewijzingsmethoden en het onderscheid tussen statische en dynamische toewijzing.

4.1 Productkenmerken

Zowel de literatuur als de interviews benadrukken het belang van een magazijnindeling die afgestemd is op productkenmerken zoals grootte of gewicht. In de literatuur worden zones onderscheiden zoals zones voor kleine producten, zware producten of grote producten (Marolt et al., 2024). In de praktijk wordt dit bevestigd door meerdere bedrijven. DAF Trucks en Fietsengroothandel Louis Verwimp maken een duidelijk onderscheid tussen kleine en grote onderdelen in hun magazijnindeling, zodat elk type optimaal kan worden opgeslagen en gepickt. Dit draagt bij aan een efficiënter pickproces en verhoogt de ergonomie voor magazijnmedewerkers.

Een dergelijke indeling ondersteunt het verkorten van loopafstanden omdat gelijkaardige producten gegroepeerd worden, wat aansluit bij de literatuur die stelt dat fysieke productkenmerken een cruciale rol spelen bij het optimaliseren van orderverzamelroutes (de Koster et al., 2007).

4.2 Toewijzingsmethoden

De onderzochte bedrijven maken gebruik van uiteenlopende toewijzingsmethoden, afhankelijk van de aard van hun activiteiten en de kenmerken van hun productassortiment. Elk van deze methoden biedt specifieke voordelen en uitdagingen die terugkomen in zowel de literatuur als de praktijk.

DAF Trucks maakt gebruik van dedicated opslag, waarbij elk product een vaste locatie in het magazijn krijgt toegewezen. Deze methode sluit goed aan bij hun stabiele en voorspelbare vraagpatroon. Omdat de goederenstroom relatief constant is en producten specifiek verpakt worden, past een vaste locatie die afgestemd is op verpakkingsvorm en grootte het best bij hun werkwijze. Dit resulteert in kortere zoektijden en hoge duidelijkheid voor de medewerkers, al blijft ruimte soms onbenut als een product tijdelijk niet op voorraad is.

Bij Tailormade Logistics wordt willekeurige opslag toegepast, waarbij producten op eender welke vrije locatie worden geplaatst. Deze methode wordt niet ondersteund door een optimalisatiestrategie of analyse, maar is vooral gekozen omdat er geen toegewijd magazijnbeheer is. Dit bespaart middelen, maar zorgt voor langere zoektijden en inefficiëntie. Deze keuze toont dat de toegepaste methode vaak niet louter bepaald wordt door operationele overwegingen, maar ook sterk beïnvloed wordt door organisatorische factoren zoals personeelsstructuur.

Grafityp past een klasse-gebaseerde opslag toe. Producten worden ingedeeld op basis van vraagfrequentie en vervolgens strategisch geplaatst. Populaire producten liggen dicht bij het depot

en minder populaire producten liggen verder weg van het depot. Deze methode is geschikt voor hun brede assortiment waarin duidelijke verschillen in vraagfrequentie bestaan. Door deze indeling kunnen afstanden verkort worden.

Nike hanteert eveneens een klasse-gebaseerde opslag voor de pickzones. Gezien het grote aantal verschillende producten en de sterke verschillen in vraagfrequentie is deze methode erg geschikt. Producten die vaak besteld worden via Nike.com worden vooraan geplaatst, zodat afstanden verkort worden. Deze methode maakt het ook mogelijk om te streven naar een hoge efficiëntie in een snel veranderende markt.

Fietsengroothandel Louis Verwimp past full turnover opslag toe. Deze strategie is specifiek gekozen omdat hun assortiment sterk beïnvloed wordt door seizoensveranderingen. De methode houdt expliciet rekening met de vraagfrequentie: producten die vaak besteld worden, liggen op de meest toegankelijke locaties opgeslagen. Dit resulteert in kortere afstanden voor orderpickers en een versnelling van het pickproces.

Opvallend is dat sommige bedrijven verschillende toewijzingsmethoden hanteren binnen één magazijn. Bij zowel Nike als Grafityp wordt willekeurige opslag toegepast op bulkvoorraad, terwijl de picklocaties volgens klasse-gebaseerde opslag worden toegewezen. Dit wijst op een benadering waarbij de functie van de locatie bepalend is voor de methode. Vooral de toewijzing van de picklocaties is een bepalende factor voor de verwerkingstijd van een order. Tabel 3 geeft een overzicht van de gebruikte toewijzingsmethoden per geïnterviewd bedrijf.

Bedrijf	Toewijzingsmethoden	
	Voorraadlocaties	Picklocaties
DAF Trucks	/	Dedicated opslag
TML	/	Willekeurige opslag
Grafityp	Willekeurige opslag	Klasse-gebaseerde opslag
Nike	Willekeurige opslag	Klasse-gebaseerde opslag
Fietsengroothandel Louis Verwimp	/	Full turnover opslag

Tabel 3: Overzicht toewijzingsmethoden.

Congestie is een aandachtspunt bij klasse-gebaseerde opslag en full turnover opslag, vooral omdat veelgevraagde artikelen vaak rond dezelfde centrale zones worden geplaatst. Bij Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp zorgt dit voor verhoogde druk rond het depot, vooral tijdens piekmomenten. Grafityp ervaart minder congestie, wat te verklaren is door het kleinere team. Bij DAF Trucks en TML is er weinig tot geen sprake van congestie, omdat de toegepaste opslagmethoden geen clustering van populaire producten op één plek veroorzaken.

4.3 Statisch versus dynamisch

De literatuur toont aan dat statische toewijzingsmethoden vooral geschikt zijn voor magazijnen met een stabiel vraagpatroon. Ze zorgen voor overzicht en eenvoud, maar missen flexibiliteit wanneer de

vraag sterk varieert. Dynamische toewijzingsmethoden bieden hier een beter alternatief: ze maken het mogelijk om opslaglocaties aan te passen in functie van veranderende vraag, waardoor loopafstanden voor orderpickers beperkt kunnen worden en de efficiëntie verhoogt (Gu et al., 2007).

De interviews bevestigen dit onderscheid. Bedrijven met een stabiele en voorspelbare vraag, zoals DAF Trucks, kiezen bewust voor een statische toewijzing. Deze aanpak sluit goed aan bij hun vaste assortiment en de beperkte variatie in orders. Bij TML heeft de keuze voor een statische aanpak vooral te maken met organisatorische redenen: er is geen specifieke verantwoordelijke voor magazijnbeheer. Hierdoor biedt een eenvoudige vaste structuur zonder frequente aanpassingen voldoende ondersteuning voor hun activiteiten.

Bedrijven zoals Grafityp, Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp kiezen bewust voor dynamische toewijzing. Deze methode speelt in op externe factoren zoals seizoensinvloeden en een wisselende vraag. Door producten regelmatig een andere, meer strategische locatie te geven op basis van hun vraagfrequentie, kunnen veelgevraagde artikelen dicht bij het depot worden geplaatst. Dit verkort de afstanden voor orderpickers, versnelt het pickproces en zorgt ervoor dat het magazijn flexibel blijft afgestemd op de actuele behoeften. Tabel 4 geeft een overzicht van het type toewijzing per bedrijf.

Bedrijf	Statisch / dynamisch
DAF Trucks	Statisch
TML	Statisch
Grafityp	Dynamisch
Nike	Dynamisch
Fietsengroothandel Louis Verwimp	Dynamisch

Tabel 4: Statische versus dynamische toewijzing.

Bij de bedrijven die dynamische toewijzing toepassen, verschilt ook de manier waarop de herziening en herschikking van opslaglocaties wordt georganiseerd. Grafityp werkt met een tijdgebaseerde herziening: twee keer per jaar wordt het volledige magazijn herbekeken. Deze herschikkingen worden bewust gepland tijdens stilstand-momenten, zodat ze geen invloed hebben op de dagelijkse operaties. Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp hanteren daarentegen een gebeurtenis-gebaseerde herziening, waarde de opslagindeling aangepast wordt bij seizoensveranderingen, wijzigingen in de vraag of assortimentswijzigingen. De herschikkingen gebeuren terwijl het magazijn operationeel blijft, waardoor producten tijdens de normale werking worden verplaatst. Een overzicht hiervan is te zien in tabel 5.

Belangrijk hierbij is dat niet enkel de toegepaste toewijzingsmethode, maar ook de frequentie en het tijdstip van herziening bijdragen aan congestie. Bij bedrijven zoals Nike en Fietsengroothandel Louis Verwimp vinden herschikkingen plaats tijdens operationele uren, wat leidt tot bijkomende verkeersdruk in het magazijn. Congestie blijkt dus niet enkel een gevolg en de gekozen toewijzingsmethode, maar ook van de manier waarop dynamische toewijzing in de praktijk wordt uitgevoerd.

Wat alle drie de bedrijven gemeen hebben, is dat de keuze van nieuwe opslaglocaties steeds gebaseerd is op een analyse van historische verkoopdata. Door gebruik te maken van deze gegevens kunnen producten strategisch worden geplaatst op locaties die beter aansluiten bij hun verwachte vraag. Deze datagedreven aanpak verhoogt de nauwkeurigheid en relevantie van herindelingen en draagt bij aan de optimalisatie van het pickproces.

Bedrijf	Herzieningsmoment	Locatiebepaling	Uitvoeringswijze
GrafiTyp	Tijdgebaseerde herziening	Analyse op basis van historische data	Herschikking tijdens stilstand-momenten
Nike	Gebeurtenis-gebaseerde herziening	Analyse op basis van historische data	Herschikking tijdens actieve operaties
Fietsengroothandel Louis Verwimp	Gebeurtenis-gebaseerde herziening	Analyse op basis van historische data	Herschikking tijdens actieve operaties

Tabel 5: Dynamische toewijzing.

Opvallend is dat geen van de geïnterviewde bedrijven met dynamische toewijzing overweegt om te schakelen naar statische toewijzing. Ze geven aan dat deze aanpak hen de nodige flexibiliteit biedt om efficiënt in te spelen op een veranderlijke markt, uiteenlopende productstromen en seizoensinvloeden. Omgekeerd tonen bedrijven met statische toewijzing weinig interesse in een dynamische aanpak. Zij geven aan dat hun magazijninrichting onvoldoende flexibiliteit biedt, dat de voorspelbaarheid van de vraag geen aanpassing vereist, of dat er geen middelen of personeel beschikbaar zijn om het beheer actiever aan te pakken. Deze verschillen in voorkeur lijken samen te hangen met de aard en complexiteit van het magazijn, de dynamiek van de markt waarin het bedrijf opereert en een tekort aan arbeidskrachten.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de toegepaste toewijzingsmethoden bij de verschillende bedrijven en het voornaamste effect op de operationele prestaties.

Bedrijf	Toewijzingsmethode	Statisch / dynamisch	Effect
DAF Trucks	Dedicated opslag	Statisch	Zoektijden verkorten
TML	Willekeurige opslag	Statisch	Eenvoudig beheer
GrafiTyp	Klasse-gebaseerde opslag	Dynamisch	Afstanden verkorten
Nike	Klasse-gebaseerde opslag	Dynamisch	Afstanden verkorten
Fietsengroothandel Louis Verwimp	Full turnover opslag	Dynamisch	Afstanden verkorten

Tabel 6: Overzicht toewijzingsmethoden.

Uit dit onderzoek blijkt dat dynamische toewijzing in combinatie met toewijzingsmethoden gebaseerd op vraagfrequentie, zoals klasse-gebaseerde opslag en full turnover opslag, effectief zijn om afstanden in het magazijn te verkorten. Door veelgevraagde producten dicht bij het depot te plaatsen, kan de verwerkingstijd van orders worden versneld, wat leidt tot een kortere doorlooptijd.

5. Beperkingen en toekomstig onderzoek

Deze masterproef kent enkele beperkingen die in acht genomen moeten worden bij de interpretatie van de resultaten. De empirische studie is gebaseerd op een beperkt aantal interviews, waardoor de bevindingen niet zonder meer veralgemeend kunnen worden naar de volledige logistieke sector. Daarnaast zijn voornamelijk grotere bedrijven geïnterviewd, wat maakt dat de resultaten mogelijk minder representatief zijn voor kleinere ondernemingen. Ook zijn er geen bedrijven opgenomen die werken met temperatuurgevoelige of diefstalgevoelige producten, terwijl dergelijke kenmerken een invloed kunnen hebben op de inrichting en toewijzing binnen een magazijn.

Verder moet worden opgemerkt dat het succes van dynamische toewijzingsmethoden sterk afhankelijk is van de kwaliteit van de vraagvoorspellingen en de beschikbaarheid van betrouwbare orderhistoriek (Kofler et al., 2011). In omgevingen waar deze data niet of slechts beperkt beschikbaar is, kunnen de voordelen van dynamische toewijzing dus minder goed tot hun recht komen.

Toekomstig onderzoek zou zich in het bijzonder moeten richten op dynamische toewijzing, aangezien dit in de praktijk steeds vaker wordt toegepast, terwijl de wetenschappelijke literatuur nog steeds sterke focus legt op statische toewijzing (Brynzér & Johansson, 1996; Gu et al., 2007). Het is daarbij van belang om de praktische implementatie dynamische toewijzing binnen uiteenlopende magazijnomgevingen en sectoren beter te begrijpen. Zo kan kwalitatief onderzoek bijvoorbeeld nagaan op welke manieren bedrijven in verschillende sectoren dynamische toewijzing concreet vormgeven, welke aanpassingen hiervoor in operationele processen noodzakelijk zijn en welke drempels bedrijven ervaren bij een mogelijke omschakeling van een statische naar een dynamische aanpak.

Aanvullend kan kwantitatief onderzoek waardevolle inzichten opleveren door bijvoorbeeld na te gaan welke impact dynamische toewijzing heeft op indicatoren zoals picktijden of loopafstanden. Ook kunnen er simulaties of data-analyses worden uitgevoerd om te onderzoeken welk effect verschillende herzieningsstrategieën, zoals tijdgebaseerde versus gebeurtenis-gebaseerde herziening, hebben op de efficiëntie van het magazijn. Verder kan geëxperimenteerd worden met diverse algoritmes voor locatiebepaling op basis van bijvoorbeeld seizoensgebonden patronen, om zo te bepalen welke aanpak het beste resultaat oplevert in specifieke contexten.

Bibliografie

- Abideen, A. Z., & Mohamad, F. B. (2020). Supply chain lead time reduction in a pharmaceutical production warehouse – a case study. *International Journal Of Pharmaceutical And Healthcare Marketing*, 14(1), 61–88. <https://doi.org/10.1108/ijphm-02-2019-0005>
- Albán, H. M. G., Cornelissens, T., & Sörensen, K. (2024). A new policy for scattered storage assignment to minimize picking travel distances. *European Journal Of Operational Research*, 315(3), 1006–1020. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.01.013>
- Amasala, L., Ponnuru, M., & P, S. (2024). Secure Goods Storage and Anti-Theft Approach using Ethereum Blockchain. *Procedia Computer Science*, 233, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.190>
- Ang, M., Lim, Y. F., & Sim, M. (2012). Robust storage assignment in Unit-Load warehouses. *Management Science*, 58(11), 2114–2130. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1120.1543>
- Bahrami, B., Piri, H., & Aghezzaf, E. (2019). *Class-based storage location assignment : an overview of the literature*. Geraadpleegd van <https://biblio.ugent.be/publication/8642650>
- Bindi, F., Manzini, R., Pareschi, A., Regattieri, A., & Department of Industrial Mechanical Plants (DIEM), University of Bologna. (2007). *Similarity coefficients and clustering techniques for the correlated assignment problem in warehousing systems. 19th International Conference On Production Research*.
- Boysen, N., De Koster, R., & Weidinger, F. (2018). Warehousing in the e-commerce era: A survey. *European Journal Of Operational Research*, 277(2), 396–411. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.08.023>
- Bozer, Y. A., & Aldarondo, F. J. (2018). A simulation-based comparison of two goods-to-person order picking systems in an online retail setting. *International Journal Of Production Research*, 56(11), 3838–3858. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1424364>
- Brynzér, H., & Johansson, M. (1996). Storage location assignment: Using the product structure to reduce order picking times. *International Journal Of Production Economics*, 46–47, 595–603. [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(94\)00091-3](https://doi.org/10.1016/0925-5273(94)00091-3)

- Carlo, H. J., & Giraldo, G. E. (2012). Toward perpetually organized unit-load warehouses. *Computers & Industrial Engineering*, 63(4), 1003–1012.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.06.012>
- Caron, F., Marchet, G., & Perego, A. (1998). Routing policies and COI-based storage policies in picker-to-part systems. *International Journal Of Production Research*, 36(3), 713–732.
<https://doi.org/10.1080/002075498193651>
- Chan, F. T., & Chan, H. (2010). Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage. *Expert Systems With Applications*, 38(3), 2686–2700.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.058>
- Chen, L., Langevin, A., & Riopel, D. (2010). The storage location assignment and interleaving problem in an automated storage/retrieval system with shared storage. *International Journal Of Production Research*, 48(4), 991–1011.
<https://doi.org/10.1080/00207540802506218>
- Chen, L., Langevin, A., & Riopel, D. (2011). A tabu search algorithm for the relocation problem in a warehousing system. *International Journal Of Production Economics*, 129(1), 147–156.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.09.012>
- Chen, H., Zhuang, X., Rashidi, S., & Yan, W. (2023). Temperature control in warehouse with internal and external heat rejections. *International Journal Of Thermal Sciences*, 194, 108600. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2023.108600>
- Chew, E. P., & Tang, L. C. (1999). Travel time analysis for general item location assignment in a rectangular warehouse. *European Journal Of Operational Research*, 112(3), 582–597.
[https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(97\)00416-5](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(97)00416-5)
- Choy, K. L., Ho, G. T. S., & Lee, C. K. H. (2017). A RFID-based storage assignment system for enhancing the efficiency of order picking. *Journal Of Intelligent Manufacturing*, 28(1), 111–129. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-0965-9>
- Christofides, N., & Colloff, I. (1973). The Rearrangement of Items in a Warehouse. *Operations Research*, 21(2), 577–589. <https://doi.org/10.1287/opre.21.2.577>

- de Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European journal of operational research*, 182(2), 481-501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- de Puisseau, C. W., Nanfack, D. T., Tercan, H., Löbber-Plattfaut, J., & Meisen, T. (2022). Dynamic storage location assignment in warehouses using deep reinforcement learning. *Technologies*, 10(6), 129. <https://doi.org/10.3390/technologies10060129>
- Feng, B., Chen, L., Li, H., Chen, D., & Zhou, D. (2023). Propagation of the blast wave in the enclosed blast wall structure (EBWS) at a hazardous chemical storage yard—A mechanism study. *Engineering Structures*, 295, 116763. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116763>
- Fontana, M. E., & Cavalcante, C. A. V. (2014). Using the Efficient Frontier to Obtain the Best Solution for the Storage Location Assignment Problem. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2014/745196>
- Fukunari, M., & Malmberg, C. J. (2008). A heuristic travel time model for random storage systems using closest open location load dispatching. *International Journal Of Production Research*, 46(8), 2215–2228. <https://doi.org/10.1080/00207540601118462>
- Fumi, A., Scarabotti, L., & Schiraldi, M. M. (2013). Minimizing Warehouse Space with a Dedicated Storage Policy. *International Journal Of Engineering Business Management*, 5, 21. <https://doi.org/10.5772/56756>
- Glock, C. H., & Grosse, E. H. (2012). Storage policies and order picking strategies in U-shaped order-picking systems with a movable base. *International Journal Of Production Research*, 50(16), 4344–4357. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.588621>
- Goetschalckx, M., & Ratliff, H. D. (1990). Shared Storage Policies Based on the Duration Stay of Unit Loads. *Management Science*, 36(9), 1120–1132. <https://doi.org/10.1287/mnsc.36.9.1120>
- Graves, S. C., Hausman, W. H., & Schwarz, L. B. (1977). Storage-Retrieval interleaving in automatic warehousing systems. *Management Science*, 23(9), 935–945. <https://doi.org/10.1287/mnsc.23.9.935>

- Grosse, E. H., Glock, C. H., & Jaber, M. Y. (2013). The effect of worker learning and forgetting on storage reassignment decisions in order picking systems. *Computers & Industrial Engineering*, 66(4), 653–662. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.09.013>
- Gu, J., Goetschalckx, M., McGinnis, L. F., & School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332-0205, United States. (2007). *Research on warehouse operation: A comprehensive review* (journal-article). *European Journal Of Operational Research* (Vols. 177–177, pp. 1–21). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>
- Guasch, J. L. (2022). *Interventions to Reduce Logistic Costs for Trade Competitiveness and Poverty. Contributions to Economics*. Geraadpleegd van <https://doi.org/10.1007/978-3-030-94968-6>
- Hausman, W. H., Schwarz, L. B., & Graves, S. C. (1976). Optimal storage assignment in automatic warehousing systems. *Management Science*, 22(6), 629–638. <https://doi.org/10.1287/mnsc.22.6.629>
- Henn, S. (2012). Algorithms for on-line order batching in an order picking warehouse. *Computers & Operations Research*, 39(11), 2549–2563. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2011.12.019>
- Jaggi, C., Rini, R., & Kishore, A. (2020). Replenishment policies for imperfect inventory system under natural idle time and shortages. *Yugoslav Journal Of Operations Research*, 30(3), 253–272. <https://doi.org/10.2298/yjor190310010j>
- Kalkha, H., Khiat, A., Bahnasse, A., & Ouajji, H. (2024). Enhancing Warehouse Efficiency with Time Series Clustering: A Hybrid Storage Location Assignment Strategy. *IEEE Access*, 12, 52110–52126. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3386887>
- Kim, K. H. (1993). A joint determination of storage locations and space requirements for correlated items in a miniload automated storage-retrieval system. *International Journal Of Production Research*, 31(11), 2649–2659. <https://doi.org/10.1080/00207549308956888>
- Kofler, M., Beham, A., Wagner, S., Affenzeller, M., & Achleitner, W. (2011). Re-warehousing vs. healing: Strategies for warehouse storage location assignment. *International Symposium*

On Logistics And Industrial Informatics, 77–82.

<https://doi.org/10.1109/lindi.2011.6031124>

Kovács, A. (2011). Optimizing the storage assignment in a warehouse served by milkrun logistics.

International Journal Of Production Economics, 133(1), 312–318.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.028>

Kübler, P., Glock, C. H., & Bauernhansl, T. (2020). A new iterative method for solving the joint dynamic storage location assignment, order batching and picker routing problem in manual picker-to-parts warehouses. *Computers & Industrial Engineering*, 147, 106645.

<https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106645>

Le-Duc, T., & Koster, D. (2005). Travel distance estimation and storage zone optimization in a 2-block class-based storage strategy warehouse. *International Journal Of Production Research*, 43(17), 3561–3581.

<https://doi.org/10.1080/00207540500142894>

Lee, M., & Elsayed, E. A. (2005). Optimization of warehouse storage capacity under a dedicated storage policy. *International Journal Of Production Research*, 43(9), 1785–1805.

<https://doi.org/10.1080/13528160412331326496>

Li, C., & Qiu, M. (2019). Reinforcement Learning for Cyber-Physical Systems. In *Chapman and Hall/CRC eBooks*. <https://doi.org/10.1201/9781351006620>

Li, J., Moghaddam, M., & Nof, S. Y. (2016). Dynamic storage assignment with product affinity and ABC classification—a case study. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 84(9–12), 2179–2194.

<https://doi.org/10.1007/s00170-015-7806-7>

Linn, R. J., & Wysk, R. A. (1990). An expert system based controller for an automated storage/retrieval system. *International Journal Of Production Research*, 28(4), 735–756.

<https://doi.org/10.1080/00207549008942752>

Malmborg, C. J. (1995). Optimization of cube-per-order index warehouse layouts with zoning constraints. *International Journal Of Production Research*, 33(2), 465–482.

<https://doi.org/10.1080/00207549508930160>

- Malmborg, C. J., & Al-Tassan, K. (2000). An integrated performance model for orderpicking systems with randomized storage. *Applied Mathematical Modelling*, 24(2), 95–111.
[https://doi.org/10.1016/s0307-904x\(99\)00009-8](https://doi.org/10.1016/s0307-904x(99)00009-8)
- Marolt, J., Sgarbossa, F., Jimenez, J. A., Sharotry, A., & Lerher, T. (2024). Analytical model and swapping policy assessment of a vertical lift module – buffer integrated storage system. *International Journal Of Production Research*, 1–20.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2396513>
- Muharni, Y., Kulsum, N., & Khoirunnisa, M. (2019). Warehouse Layout Designing of Slab Using Dedicated Storage and Particle Swarm Optimization. *IOP Conference Series Materials Science And Engineering*, 532(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/532/1/012003>
- Muppanimuppant, V., & Adil, G. (2007). Efficient formation of storage classes for warehouse storage location assignment: A simulated annealing approach☆. *Omega*, 36(4), 609–618.
<https://doi.org/10.1016/j.omega.2007.01.006>
- Muralidharan, B., Linn, R. J., & Pandit, R. (1995). Shuffling heuristics for the storage location assignment in an AS/RS. *International Journal Of Production Research*, 33(6), 1661–1672.
<https://doi.org/10.1080/00207549508930234>
- OpenAI. (2023). ChatGPT [Groot taalmodel]. Geraadpleegd van <https://www.openai.com/chatgpt>
- Pazour, J. A., & Carlo, H. J. (2015). Warehouse reshuffling: Insights and optimization. *Transportation Research Part E Logistics And Transportation Review*, 73, 207–226.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.11.002>
- Petersen, C. G. (2002). Considerations in order picking zone configuration. *International Journal Of Operations & Production Management*, 22(7), 793–805.
<https://doi.org/10.1108/01443570210433553>
- Petersen, C. G., & Aase, G. (2003). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal Of Production Economics*, 92(1), 11–19.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.006>

- Pierre, B., Vannieuwenhuysse, B., Dominanta, D., & Van Dessel, H. (2004). Dynamic abc storage policy in erratic demand environments. *Deleted Journal*, 5(1), 1–12.
<https://doi.org/10.9744/jti.5.1.1-12>
- Qin, K., Chen, F. Y., & Ma, L. (2014). Cutting down the travel distance of put systems at Kunming International Flower Auction Market. *International Journal Of Production Research*, 53(12), 3573–3585. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.980013>
- Quintanilla, S., Pérez, Á., Ballestín, F., & Lino, P. (2014). Heuristic algorithms for a storage location assignment problem in a chaotic warehouse. *Engineering Optimization*, 47(10), 1405–1422. <https://doi.org/10.1080/0305215x.2014.969727>
- Rojas Reyes, J. J., Solano-Charris, E. L., Montoya-Torres, J. R., & Growing Science Ltd. (2019). The storage location assignment problem: A literature review. *International Journal Of Industrial Engineering Computations*, 10–10, 199–224.
<https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2018.8.001>
- Roodbergen, K. J., & Vis, I. F. (2009). A survey of literature on automated storage and retrieval systems. *European Journal Of Operational Research*, 194(2), 343–362.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.038>
- Sieger, H. (2024, 26 februari). Logistics skills shortage: high transport volumes with few employees. *E-commerce Magazin*. Geraadpleegd van <https://www.e-commerce-magazin.de>
- Silva, A., Roodbergen, K. J., Coelho, L. C., & Darvish, M. (2022). Estimating optimal ABC zone sizes in manual warehouses. *International Journal Of Production Economics*, 252, 108579.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108579>
- Statista. (2024, 17 april). *Belgium: e-commerce user penetration 2023*. Geraadpleegd van <https://www.statista.com/statistics/437054/digital-buyer-penetration-in-belgium/>
- Statista. (2024, 29 juli). *Logistics industry - global costs 2010-2022*. Geraadpleegd van <https://www.statista.com/statistics/943500/logistics-industry-costs-worldwide/>
- Statistiek Vlaanderen. (2024, 1 maart). *Toegevoegde waarde van logistieke sector*. Geraadpleegd van <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/mobiliteit/toegevoegde-waarde-van-logistieke-sector>
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning*. John Wiley & Sons.

- Wagenvoort, H. (2022, 5 juli). *Vraag naar same day delivery in pakketbezorging sterk toegenomen*. Geraadpleegd van <https://www.supplychainmagazine.nl/vraag-naar-same-day-delivery-in-pakketbezorging-sterk-toegenomen>
- Weidinger, F. (2018). Picker routing in rectangular mixed shelves warehouses. *Computers & Operations Research*, 95, 139–150. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2018.03.012>
- Weidinger, F., & Boysen, N. (2018). Scattered Storage: How to Distribute Stock Keeping Units All Around a Mixed-Shelves Warehouse. *Transportation Science*, 52(6), 1412–1427. <https://doi.org/10.1287/trsc.2017.0779>
- Xiao, J., & Zheng, L. (2010). A correlated storage location assignment problem in a single-block-multi-aisles warehouse considering BOM information. *International Journal Of Production Research*, 48(5), 1321–1338. <https://doi.org/10.1080/00207540802555736>
- Xu, X., & Ren, C. (2020). Research on Dynamic Storage Location Assignment of Picker-to-Parts Picking Systems under Traversing Routing Method. *Complexity*, 2020, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2020/1621828>
- Yu, M., & de Koster, R. (2008). Performance approximation and design of pick-and-pass order picking systems. *IIE Transactions*, 40(11), 1054–1069. <https://doi.org/10.1080/07408170802167613>
- Yu, Y., & de Koster, R. B. (2013). On the suboptimality of full turnover-based storage. *International Journal Of Production Research*, 51(6), 1635–1647. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.654012>
- Yu, Y., de Koster, R. B., & Guo, X. (2015). Class-Based Storage with a Finite Number of Items: Using More Classes is not Always Better. *Production And Operations Management*, 24(8), 1235–1247. <https://doi.org/10.1111/poms.12334>
- Yuan, R., Graves, S. C., & Cezik, T. (2018). Velocity-Based storage assignment in Semi-Automated storage systems. *Production And Operations Management*, 28(2), 354–373. <https://doi.org/10.1111/poms.12925>

Zaerpour, N., de Koster, R. B., & Yu, Y. (2013). Storage policies and optimal shape of a storage system. *International Journal Of Production Research*, 51(23–24), 6891–6899.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2013.774502>

Zhang, R., Wang, M., & Pan, X. (2019). New model of the storage location assignment problem considering demand correlation pattern. *Computers & Industrial Engineering*, 129, 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.027>

Zipflix. (2024, 17 februari). *E-Commerce Statistieken: Actueel overzicht [Met nieuwe gegevens]* • *Zipflix.nl*. Geraadpleegd van <https://zipflix.nl/e-commerce-statistieken/>

Bijlagen

Bijlage 1: Interview DAF Trucks

Locatie interview: DAF Trucks

Datum interview: 13/3/2023

Duur interview: 27 minuten

Aanwezigen: Logistic Engineer en Britt Simons

Goedemorgen, bedankt dat u tijd vrijmaakt voor dit interview. Kunt u allereerst vertellen wat uw huidige functie is binnen DAF Trucks?

Goedemorgen. Ja, ik ben werkzaam als Logistic Engineer.

Wat houdt die functie precies in?

Mijn functie draait om de ontwikkeling en optimalisatie van processen binnen het magazijn van DAF, specifiek in ons 6MW-magazijn. Ik werk aan projecten die gericht zijn op het verbeteren van zowel veiligheid als efficiëntie, zowel binnen het magazijn als op het buitenterrein. Hierbij kijk ik bijvoorbeeld naar de logistieke stromen, de inrichting van opslaglocaties en verbeteringen in de manier waarop we goederen verwerken en opslaan.

En hoe lang werkt u al bij DAF Trucks?

Ik werk hier inmiddels bijna zeven jaar. De functie van Logistic Engineer vervul ik nu bijna een jaar, daarvoor was ik werkzaam als Product Engineer.

Wat zijn de kernactiviteiten van DAF Trucks?

De kernactiviteit van DAF Trucks is eigenlijk het produceren van assen en cabines. Vandaar dat we hier 2 fabrieken hebben: de assenfabriek en de cabinefabriek. De focus ligt daardoor het meest op produceren. De cabines en assen worden geproduceerd voor verschillende DAF-modellen zoals de CF, XF en XG. De onderdelen gaan dan vanuit onze fabrieken naar Eindhoven, waar de hoofdassemblagefabriek is en waar dat ze vrachtwagens verder gebouwd worden.

Wat voor soort goederen liggen opgeslagen in het magazijn?

Ons magazijn bevat voornamelijk onderdelen en componenten voor de productie van vrachtwagens. Dit omvat motoronderdelen, cabineonderdelen en chassiscomponenten. Sommige van deze onderdelen worden lokaal geproduceerd, met name de onderdelen voor de assen, terwijl andere componenten afkomstig zijn van externe leveranciers uit verschillende delen van de wereld.

Is er een groot verschil in vraagfrequentie van de verschillende producten?

Nee, de vraag naar onderdelen blijft redelijk constant. Elke cabine die wordt geproduceerd, bevat namelijk dezelfde basisonderdelen. Hierdoor is de logistieke stroom goed voorspelbaar en kunnen we onze voorraadniveaus en opslagcapaciteit effectief beheren.

Hoe ziet het magazijn eruit? Is dit ingedeeld in verschillende zones?

Ja, ons magazijn is ingedeeld in verschillende zones om het orderpickproces te optimaliseren. We hebben een lange smalle gang waar kleinere onderdelen worden opgeslagen, dit noemen we de kleine delen zone. Daarnaast hebben we de RTZ-zone, oftewel de reachtruck-zone, waar volledige verpakkingen worden gepickt met reachtrucks. Tot slot zijn er de laatste vijf gangen, waar deelpickingen worden uitgevoerd.

Hoe zijn de producten in de zones ingedeeld? Zijn hier beperkingen zoals gewicht / grootte / temperatuur die bepalen waar een item opgeslagen mag worden?

Ja, vooral de grootte van de emballage speelt een grote rol bij de indeling. Sommige emballages, zoals ijzeren kooien, zijn simpelweg te groot voor bepaalde rekken. We moeten daarom goed letten op de beschikbare ruimte en de opslagcapaciteit per zone.

Wat is de gemiddelde vulgraad in het magazijn?

Ons magazijn is momenteel voor zo'n 65 – 70% gevuld. Maar we zijn bezig om te kijken of we goederen die in ons extern magazijn liggen, bij TML, of we daar leveranciers naar hier kunnen halen, dus naar ons magazijn, zonder de tussenstop bij TML te maken. We betalen uiteraard TML om onze goederen daar op te slaan aangezien zij uitsluitend voor DAF werken. En als we dan ons eigen magazijn meer kunnen vullen met producten die momenteel daar liggen, zou dat voor ons voordeliger zijn.

Hoeveel medewerkers werken er in het magazijn en hoe zijn hun taken verdeeld?

In ons eigen magazijn werken er per shift 20 à 30 medewerkers. Er wordt elke werkdag in twee shifts gewerkt. We hebben werknemers die de trailers laden en lossen. Dan hebben we werknemers die de binnenkomende goederen ontvangen. Dan hebben we een aantal reachtruckchauffeurs die goederen in de rekken plaatsen nadat ze ontvangen zijn. Zij orderpicken ook goederen met de reachtruck. Dan hebben we nog orderpickers die in een verticaal orderpicktoestel goederen picken. Zij zitten vast met een harnas en gaan mee in de hoogte met het toestel. Zij voeren deelpickingen uit, dat zijn pickingen waar de verpakking bijvoorbeeld bestaat uit 6 KB bakken en dan moet er maar 1 bak gepickt worden, dus geen volledige verpakkingen. Terwijl bij de verpakkingen die de reachtruckchauffeur pickt, dat zijn wel volledige verpakkingen. In totaal zijn er een 8 tal orderpickers.

Hoe wordt bijgehouden waar een product is opgeslagen? Gebeurt dit via een WMS systeem?

Wij werken met ons eigen DAF-systeem, genaamd Mainframe. Dit systeem is door DAF zelf ontwikkeld en wordt gebruikt in zowel Westerlo als Eindhoven. Mainframe houdt bij waar elk product ligt en ondersteunt bij het picken en verwerken van orders.

Hoe worden goederen toegewezen aan een opslaglocatie?

Wanneer een reachtruckchauffeur de goederen scant, herkent het systeem welk verpakkingstype dit is. We hebben in ons magazijn heel veel verschillende typen verpakkingen. Dus er zijn groeperingen gemaakt van deze verschillende verpakkingen die soortgelijke afmetingen hebben. Voor elk van deze verpakkingen is bepaald in het magazijn waar deze opgeslagen kunnen worden. Dus als de reachtruckchauffeur de goederen gaat scannen om deze in te ruimen in het magazijn, krijgt hij op zijn scherm een locatie voorgesteld waar deze in het magazijn geplaatst moet worden. Deze locaties zijn specifiek gereserveerd voor typen emballages. We hanteren vaste opslaglocaties omdat de hoogte van veel rekken is afgestemd op de grootte van de emballages. Niet elke emballage past overal, waardoor een gestructureerde indeling noodzakelijk is. Locaties zijn dus dedicated aan bepaalde emballages.

Wat gebeurt er met locaties wanneer een product tijdelijk niet op voorraad is? Blijven deze leegstaan of worden ze anders benut?

Die locatie blijft leeg totdat de reachtruckchauffeur de volgende verpakking scant en die locatie voorgesteld wordt. Dus die locatie blijft leeg totdat er eenzelfde type verpakking binnenkomt.

Maken de vaste locaties het voor de orderpickers gemakkelijker om goederen terug te vinden?

Ja en nee. Orderpickers kennen niet altijd exact de precieze locatie van elk product uit het hoofd. Wel weten ze in welke zones bepaalde soorten emballages worden opgeslagen. Dit helpt hen om sneller te zoeken en de juiste goederen efficiënter terug te vinden. Bijvoorbeeld grote kooien zijn volledige verpakkingen en dan weten ze wel dat ze die in de RTZ-zone moeten gaan zoeken.

Hoe zijn deze plaatsen ooit bepaald, zit hier een bepaalde strategie of logica achter?

Dat heeft gewoon te maken met onze rekken. Niet elk type verpakking past in elk rek. Kleinere locaties zijn voorbehouden voor kleine verpakkingen en andersom.

Is het magazijn minder gevuld naarmate je verder in het magazijn gaat?

Ja ook. De locaties die de reachtruckchauffeur voorgesteld krijgt, zal een lege locatie zijn die het meest vooraan in het magazijn is voor die type verpakking. Dus het systeem stuurt dit.

Wat is de impact van het opslagbeleid op de werking van het magazijn?

Ons opslagbeleid zorgt voor structuur en efficiëntie binnen het magazijn. De zones binnen ons magazijn zijn zodanig ingericht dat orderpickers precies weten in welk gebied zij een bepaald type emballage moeten zoeken. Dit versnelt het orderpickproces aanzienlijk. Daarnaast helpt het vaste locatiebeleid bij het minimaliseren van zoek- en wachttijden, waardoor de logistieke operaties soepel verlopen en de productie niet wordt vertraagd.

Wordt er bij het bepalen van de opslaglocaties gekeken naar het effect op picking of het wegzetten van goederen of andere aspecten?

In ons magazijn ligt de nadruk vooral op een vaste indeling per type verpakking, waardoor flexibiliteit beperkt is. We passen onze opslaglocaties niet actief aan wat ervoor zorgt dat er een vaste structuur en dat medewerkers snel vertrouwd raken met de locaties van de typen emballages.

Wordt er rekening gehouden met ergonomie en veiligheid bij de opslagkeuzes?

Ja, veiligheid is een belangrijk aspect. Al onze pickers zitten in een toestel om goederen te picken of weg te zetten. Dus dat maakt het aan de ene kant gevaarlijk doordat er veel toestellen rondrijden en bewegen op een niet al te grote oppervlakte. Maar aan de andere kant zit elke orderpicker wel ingeschermd in zijn / haar toestel zoals bijvoorbeeld met een harnas.

Wordt er gebruik gemaakt van statische of dynamische toewijzing?

Ons magazijn is grotendeels statisch ingericht. De infrastructuur is verouderd en opslagoptimalisatie is niet onze hoofdactiviteit, waardoor we zelden verbeteringen aanbrengen in onze methodes. De huidige indeling is gericht op voorspelbaarheid en stabiliteit, waarbij vaste opslaglocaties het proces vereenvoudigen.

En waarom is er voor deze methode gekozen?

Het magazijn is op een manier ontworpen waarbij de hoogte van de leggers wordt bepaald door sprinklers. We hebben geen daksprinklers, maar sprinklers die per niveau zijn geïnstalleerd. Dit betekent dat als we de hoogte van onze rekken zouden willen aanpassen, ook de sprinklers moeten worden verplaatst. Dat is een enorme investering en praktisch niet haalbaar. Maar wij hebben hier eigenlijk zelf een oplossing voor bedacht en wij noemen dat blokstapeling. Blokstapeling houdt in dat producten met dezelfde aantallen en codes op één locatie worden gegroepeerd. We hebben blokstapeling ingevoerd vanwege de magazijninrichting bij DAF. Onze rekken zijn namelijk afhankelijk van sprinklers op vaste hoogtes, waardoor het aanpassen van de leggers lastig is. Door blokstapeling toe te passen, kunnen we efficiënter opslaan zonder aanpassingen aan de magazijnindeling. Deze methode wordt alleen toegepast voor pallets, grijze 4P sleeve boxen en grijze K5 bakken.

Wordt er overwogen om over te schakelen naar dynamische opslag?

Dus je bedoelt dat we vaker de locaties gaan herzien?

Ja

Niet echt. Ons magazijn is niet flexibel genoeg ingericht voor een dynamische aanpak.

Hoe verloopt het pickproces?

Het pickproces wordt volledig aangestuurd via ons Mainframe-systeem. Orders worden automatisch gegenereerd door een 'pull'-signaal vanuit de productielijn. Dit betekent dat wanneer een onderdeel nodig is in de fabriek, er direct een pickorder wordt aangemaakt. De orders worden in een pick-agenda geplaatst en toegewezen aan de juiste magazijnmedewerker. De picker gebruikt een reachtruck met een ingebouwde computer en een handscanner om de goederen te verzamelen. Hij volgt de instructies van het systeem en scant elk item om te verifiëren dat het juiste onderdeel wordt gepickt. Zodra de pickronde is voltooid, worden de materialen klaargezet voor transport. De materialen worden met trailers vervoerd naar de productiegebouwen, waarna ze verder gedistribueerd worden via interne treintjes.

Krijgen de orderpickers een bepaalde route mee of mogen de pickers vrij kiezen?

Al onze rekken in het magazijn lopen door tot achter. Dus er is geen mogelijkheid om achteraan de gang van gang te wisselen. Dit moet altijd langs de kant waarlangs ze de gang zijn ingereden.

Worden er technologieën gebruikt die het pickproces ondersteunen?

Onze reachtrucks hebben een ingebouwde computer met het Mainframe-systeem en elke medewerker heeft een handscanner om de producten te identificeren en te bevestigen.

Zijn er plannen om in de toekomst te investeren in nieuwe technologieën of systemen?

Ja, er loopt momenteel een project om pallets beter te traceren. Daarnaast overwegen we AI-camera's op alle rijdende toestellen te installeren. Deze camera's kunnen signaleren wanneer een voetganger zich in de buurt van een heftruck of reachtruck bevindt, wat de veiligheid verder zal verhogen.

Gebeuren er vaak fouten tijdens het pickproces?

Nee, dat valt heel erg mee. Ons systeem is goed ingericht en onze medewerkers zijn ervaren. Het komt zelden voor dat een pallet kwijt raakt of dat een order verkeerd wordt verwerkt.

Zijn er nog bepaalde zaken die u zou willen toevoegen?

Nee, ik denk dat we de belangrijkste aspecten wel hebben besproken.

Bijlage 2: Interview Tailormade Logistics

Locatie interview: Tailormade Logistics Westerlo

Datum interview: 3/4/2025

Duur interview: 38 minuten

Aanwezigen: Teambegeleider en Britt Simons

Goedemiddag, bedankt dat u tijd vrijmaakt voor dit interview. Kunt u vertellen wat uw huidige functie is binnen TML?

Ik ben teambegeleider.

Wat houdt uw functie precies in?

Ik stuur het team van magazijnmedewerkers aan.

Hoe lang werkt u al bij TML?

Ik werk hier nu 2 jaar.

Wat zijn de kernactiviteiten van TML?

Wij zijn een logistieke dienstverlener en wij werken uitsluitend voor DAF Trucks. Wij zorgen eigenlijk voor de bevoorrading van hun onderdelen. Omdat ons magazijn direct aan het terrein van DAF ligt, is er een zeer korte lead time. Elke 20 minuten vertrekt er een trailer naar het DAF magazijn en naar de luifels van DAF om goederen te lossen die direct worden opgenomen in de productie. Dit transport tussen DAF en TML wordt ook volledig door ons beheerd.

Daarnaast doen wij ook nog aan kitting. Dat is eigenlijk een voorbereiding op de productie. Wij halen onderdelen uit de emballages die binnenkomen, en wij steken deze in volgorde in de verpakkingen. Bijvoorbeeld de eerste vrachtwagen die geproduceerd wordt, is groen en de vrachtwagen daar achter is rood. Dan maken wij de emballages klaar zodat deze onderdelen op kleur klaarliggen voor de mensen in de productie. Zij moeten de onderdelen dan enkel nog uit de verpakking pakken, zonder de juiste kleur te hoeven zoeken. Deze kitting is nodig omdat niet elke vrachtwagen hetzelfde is, en om het makkelijker te maken voor de mensen in de productie.

Wat voor soort goederen liggen opgeslagen in het magazijn?

In ons magazijn liggen onderdelen die in de productie van DAF Trucks gebruikt worden. We hebben 2 soorten voorraden: 4MC voorraad, is voorraad waar DAF eigenaar van is en dan hebben we nog de 4CV voorraad, die onder consignatie valt, wat betekent dat de leverancier eigenaar blijft van de goederen totdat het product gebruikt wordt in de productie bij DAF.

Is er een groot verschil in vraagfrequentie van de verschillende producten?

Je hebt altijd wel traaglopers en snellopers, maar over het algemeen valt het goed mee. We hebben nooit extreme gevallen dat producten hier langer dan een maand liggen. Alle producten die hier liggen opgeslagen worden opgenomen in de productie bij DAF.

Hoe ziet het magazijn eruit? Is dit ingedeeld in verschillende zones?

Ja er zijn wel verschillende zones. De 2 grootste zones zijn waar producten in de rekken worden opgeslagen. In het midden van deze 2 zones is dan een grote open ruimte met aan 2 kanten kades. De linkerkant is waar de goederen die van de leveranciers komen, gelost worden en de rechterkant is waar de goederen ingeladen worden om naar DAF te gaan. Dan hebben we nog een zone waar alle stoelen staan die in de vrachtwagen geïnstalleerd moeten worden. Deze staan ook op volgorde omdat niet elke vrachtwagen dezelfde stoelen heeft. En deze onderdelen zijn te groot om in een rek te plaatsen, dus vandaar staan ze in rijen op de grond. En dan hebben we nog één zone en dat is waar de kittingen gebeuren.

Hoe zijn de producten in de zones ingedeeld? Zijn hier beperkingen zoals gewicht / grootte / temperatuur die bepalen waar een item opgeslagen mag worden?

Nee dat niet, al onze goederen worden gewoon in de rekken geplaatst.

Wat is de gemiddelde vulgraad in het magazijn?

Het magazijn is altijd redelijk goed gevuld. We hebben natuurlijk wel dagen zoals maandag en donderdag wanneer er meer leveranciers leveren dan andere dagen. Op die dagen is ons magazijn voller dan andere dagen. Maar over het algemeen is het altijd wel goed gevuld.

Hoeveel medewerkers werken er in het magazijn en hoe zijn hun taken verdeeld?

In dit gedeelte zijn er ongeveer 20 reachtruckchauffeurs die in en tussen de 2 zones rijden waar de goederen liggen opgeslagen. Er zijn 3 reachtruckchauffeurs die de goederen wegzetten in het magazijn. Dan zijn er 10 reachtruckchauffeurs die orderpicken. En dan hebben we nog 5 heftruckchauffeurs die goederen in en uit de vrachtwagens laden. Dat is het zo wat van werknemers die zich continu verplaatsen hier in dit gedeelte. En dan hebben we nog ontvangers die de goederen ontvangen. Maar in de andere zones zoals waar de kittingen gebeuren werken ook nog heel wat mensen maar zij houden zich niet echt bezig met magazijnactiviteiten.

Hoe wordt bijgehouden waar een product is opgeslagen? Gebeurt dit via een WMS-systeem?

Ja wij werken in het systeem van DAF. Dus hetzelfde systeem dat zij gebruiken. Daardoor kunnen zij ook altijd opzoeken wat in ons magazijn ligt opgeslagen, en ook het aantal stuks en op welke locatie dit ligt.

Hoe worden goederen toegewezen aan een opslaglocatie?

Bij ons gebeurt dit volledig willekeurig. Elke reachtruckchauffeur kiest volledig zelf waar hij elk product plaatst in het magazijn. Natuurlijk zijn er wel wat beperkingen zoals paletten die enkel op de grond kunnen staan in de rekken, dus daar moet wel rekening mee gehouden worden. Maar over het algemeen is het wel willekeurig. Er zijn nergens vaste locaties of locaties die voorbehouden worden voor bepaalde producten. Alles is willekeurig.

Liggen goederen verspreid over heel het magazijn en dus ook in de achterste gangen die verder van het depot zijn?

Ja, klopt, ook in de achterste gangen worden goederen opgeslagen.

Gebeuren er vaak fouten tijdens het picken?

Ja helaas vaker dan het zou mogen zijn. Toevallig gisteren nog. Maar dit heeft vaak dezelfde reden. In ons magazijn worden soms meerdere producten op 1 locatie opgeslagen. Dit komt vooral voor bij paletten omdat dit zo kleine emballages zijn, en er meerdere van deze paletten gestapeld kunnen worden onder 1 locatie om plaats te besparen. Maar nadelig hieraan is dat er verschillende producten op 1 locatie staan, waardoor je je snel kan vergissen bij het picken van goederen. Ze moeten goed kijken naar de artikelnummers die op de labels staan, en dat gebeurt niet altijd even goed, waardoor er toch wel wekelijks fouten tegen gemaakt worden.

En hoe worden deze fouten dan opgelost?

Ja dat elke keer terug gaan naar de locatie, het fout gepickte product terugplaatsen, en dan de juiste picken. Vaak liggen deze wel op dezelfde locatie, maar hebben ze gewoon niet zorgvuldig genoeg gekeken en hebben ze de verkeerde genomen. Dus dat lost het wel sneller op. Het is gewoon hopen dat hier op tijd nog achter wordt gekomen dat het het foute product is bij de uitgangscontrole. Stel dat de vrachtwagen al weg is met het foute product, dan wordt er ofwel een spoedlevering gedaan als het echt dringend nodig is, en anders gaat het gewoon mee in de volgende vrachtwagen, die een paar minuten later vertrekt.

Hoe zijn deze plaatsen ooit bepaald, zit hier een bepaalde strategie of logica achter?

Goh de plaatsen zijn eigenlijk nooit bepaald geweest. Het zijn de reachtruckers die hier hun eigen puzzel van maken en zelf kiezen wat waar komt te staan. Zij zijn hier volledig vrij in.

Is het magazijn minder gevuld naarmate je verder in het magazijn gaat?

Niet echt, ook vanachter in ons magazijn zijn de rekken gevuld. De grondlocaties zijn vaak altijd goed gevuld. Het zijn meer de locaties in de hoogte dus bovenaan in de rekken die eerder leeg zullen zijn dan de locaties achteraan in de gangen. Juist omdat we met die paletten zitten die enkel op de grond kunnen staan en we toch veel van dit soort emballages in ons magazijn hebben liggen. Wij hebben trouwens geen roosters in onze rekken, enkel die 2 leggers waar de emballage dan op moet rusten in het rek, dus vandaar.

Wat is de impact van het opslagbeleid op de werking van het magazijn?

Goh de impact, het is eigenlijk voor ons het meest gemakkelijk omdat we er geen onderhoud aan hebben en er juist weinig aandacht aan moeten besteden.

Wordt er bij het bepalen van de opslaglocaties gekeken naar het effect op picking of het wegzetten van goederen?

Ja opnieuw zij kiezen dit zelf. Dus waarschijnlijk kiezen zij wel een locatie die dichtbij is zodat ze niet te ver moeten rijden met de reachtruck, om het hunzelf makkelijk te maken bij het wegzetten van de emballages.

Wordt er rekening gehouden met ergonomie en veiligheid bij de opslagkeuzes?

Alle medewerkers in het magazijn, behalve de ontvanger dan, zit in een toestel zoals een reachtruckchauffeur of een heftruckchauffeur, wat ervoor zorgt dat er redelijk wat verkeer is in ons magazijn. Vooral op het middenstuk waar trailers gelost en geladen worden. Dat is wel een ruimte waar je altijd goed moet opletten. Maar in de gangen van ons magazijn valt het wat beter mee qua drukte. Maar bij de opslagkeuze zelf, ja de reachtruckers moeten vaak wel goederen in het rek zetten op hoogte, maar daar hebben ze hun reachtruck voor als hulpmiddel.

Wordt er gebruik gemaakt van statische of dynamische opslag?

Statisch want we zijn niet echt bewust bezig met het verplaatsen van goederen naar andere locaties. Het kan voorkomen dat er iets verplaatst wordt, maar dat is niet bewust naar een betere of een slechtere locatie. Dat is dan puur waar de reachtruckchauffeur de goederen het liefste plaatst omdat hij toch vrij kan kiezen, en ze hebben allemaal een eigen systeem in hun hoofd waar ze welke goederen het liefste plaatsen. Dat is een beetje afhankelijk van de reachtruckchauffeur zelf.

Waarom is voor deze methode gekozen?

Voor ons is dat het makkelijkste en het meest flexibel. De reachtruckchauffeurs mogen volledig kiezen wat ons magazijn erg flexibel maakt.

Wordt er overwogen om over te schakelen naar dynamische opslag?

Nee, we hebben niet echt iemand die het magazijnbeheer onderhoudt. Alles wordt willekeurig ergens geplaatst in het magazijn, waardoor we als voordeel hebben dat we geen magazijnonderhoud moeten doen. Dus we hebben ook niet echt iemand in dienst die zich hier mee bezig houdt.

Hoe verloopt het pickproces? Is dit één orderpicker die order per order verzamelt of meerdere orders tegelijkertijd?

Nee elke orderpicker werkt order per order totdat zijn paklijst afgewerkt is. Zij krijgen elk een lijst toegewezen via het systeem. Zij beginnen dan bovenaan aan de lijst met picken. Zij scannen de goederen die zij nodig hebben, zij printen een label af dat het 'picklabel' wordt genoemd. Vervolgens plakken ze dat label op de emballages, bovenop het ontvangstlabel, want bij het ontvangen van de goederen plakken ze ook een label. Dus het picklabel plakken ze over het ontvangstlabel. En dan worden de goederen één voor één naar het middenstuk gebracht en op de grond geplaatst en dan laadt de heftruckchauffeur de goederen in de trailer. En die trailer rijdt dan naar verschillende losplaatsen op het terrein van DAF.

Krijgen de orderpickers een bepaalde route mee of mogen de pickers vrij kiezen?

Nee, zij hebben niet echt een route die ze moeten volgen. Zij kiezen volledig zelf hoe ze rijden. Maar in één opslagzone lopen onze gangen tot het einde, dus daar kan niet achteraan van gang gewisseld worden, waardoor je eigenlijk toch maar één route kan volgen in deze zone. Maar over het algemeen zijn er geen regels over hoe ze moeten rijden. Daar zijn ze echt vrij in.

Worden er technologieën gebruikt die het pickproces ondersteunen?

Ja zoals ik net zei, gebruiken ze een scanner die verbonden is aan een computerscherm dat mee in de reachtruck zit waarop ze kunnen zien welke goederen ze moeten picken. En dan met de scanner kunnen ze de barcodes op de labels scannen en de check digit van de locatie scannen.

Zijn er plannen om in de toekomst te investeren in nieuwe technologieën of systemen?

Niet direct, we zijn niet echt bezig met innoveren. We hechten meer belang aan de huidige werking, dat het goed verloopt, zonder er al te veel aandacht aan te besteden.

Zijn er nog bepaalde zaken die u zou willen toevoegen?

Nee ik denk het niet.

Dank u wel voor uw tijd en uitleg.

Bijlage 3: Interview Grafityp

Locatie interview: Grafityp

Datum interview: 14/3/2025

Duur interview: 33 minuten

Aanwezigen: Warehouse Manager en Britt Simons

Goedemiddag, bedankt dat u tijd vrijmaakt voor dit interview. Vindt u het goed dat ik dit interview opneem?

Ja, geen probleem.

Kunt u allereerst vertellen wat uw huidige functie is binnen Grafityp?

Mijn functie is Warehouse Manager.

Wat houdt die functie precies in?

Dat houdt in dat ik verantwoordelijk ben voor het beheer van het magazijn. Ik stuur het team van magazijnmedewerkers aan, zorg voor een vlotte logistieke stroom en optimaliseer de processen rondom voorraadbeheer en orderverwerking.

Hoe lang werkt u al bij Grafityp?

Sinds 2012 dus nu 13 jaar.

Wat zijn de kernactiviteiten van Grafityp?

De kernactiviteit van het bedrijf is het ontwikkelen en produceren van zelfklevende folies en films. Het assortiment van zelfklevende producten bestaat uit beletteringsfolies, print media, laminaten en wrapping folies. Dus eigenlijk voor elke mogelijke toepassing hebben we wel een folie, en die kan tijdelijk of permanent zijn. De folies worden dan verkocht aan verschillende verdelers die over de hele wereld zijn verspreid.

Wat voor soort goederen liggen opgeslagen in het magazijn?

Alle goederen in ons magazijn liggen opgeslagen op pallets. Op de pallets liggen kartonnen dozen met hierin de rollen folies. Het maximum aantal dozen dat op een pallet in het magazijn ligt is 20 dozen van hetzelfde product en dezelfde afmeting en zo liggen er vier dozen langs elkaar op een pallet. In de hoogte worden er vijf dozen boven elkaar gestapeld op een pallet.

Elke doos is gevuld met één rol folie. Zo bestaan er verschillende soorten afmetingen van rollen. Een afmeting die vaak voorkomt, is 50 m x 1525 mm. Dit wil zeggen dat de lengte van de folie rond de rol 50 meter is. De breedte van de folie rond de rol is dan 1,525 meter.

Is er een groot verschil in vraagfrequentie van de verschillende producten?

Ja toch wel, we hebben populaire producten zoals de M112P, dat is een monomere print media folie die toch wel rond de 8 keer per dag gevraagd wordt. Maar we hebben ook rollen die eigenlijk niet meer geproduceerd worden omdat er te weinig vraag naar is, maar die wel nog opgeslagen liggen in ons magazijn. Die rollen krijgen dan een rode sticker op de verpakkingendoos zodat we weten dat het een restrol is.

Hoe ziet het magazijn eruit? Is dit ingedeeld in verschillende zones?

Ja, er zijn meerdere zones, maar niet in elke zone worden er goederen opgeslagen. De eerste zone is de expeditie waar alle goederen worden verpakt en klaargezet voor verzending. Vanuit de expeditie zone kan je dan naar magazijn zone A, B en G. Vanuit zone G kan je dan naar zone F en vanuit zone B kan je naar zone C. In al deze zones liggen goederen op pallets opgeslagen.

En dan hebben we nog 2 zones, zone E en H waar de rollen eigenlijk nog versneden moeten worden want die komen van het andere gebouw waar ze geproduceerd worden. En in de zones E en H worden de rollen dan na het versnijden ingepakt in de dozen en daarna opgeslagen in het magazijn.

Hoe zijn de producten in de zones ingedeeld? Zijn hier beperkingen zoals gewicht / grootte / temperatuur die bepalen waar een item opgeslagen mag worden?

Ja, onze rekken zijn niet overal even diep en de lengtes van onze rollen verschillen ook. De langste lengte die een rol bij ons kan hebben is 1525 mm. De meeste rekken zijn 1600 mm diep, maar niet allemaal. Sommige zijn bijvoorbeeld 1370 mm diep. Hier kan je dan geen rol van 1525 mm in leggen want dan steekt die uit. Voor de rest zijn al onze dozen even hoog en breed. Het is enkel de lengte van de dozen die kan verschillen tussen 1525 mm en 610 mm.

Op vlak van gewicht moet er niet echt opgelet worden voor de opslag maar wel voor het pickproces. Onze orderpickers picken via een orderverzamelt truck die niet de hoogte in kan. Dus hier moet opgelet worden bij opslag dat er geen producten het 2^{de} of 3^{de} niveau liggen waaruit gepickt moet worden want dan zou de orderpicker de dozen boven zijn hoofd moeten kunnen tillen, en dat is wat zwaar dus we zorgen dat dit vermeden wordt.

Wat is de gemiddelde vulgraad in het magazijn?

Ons magazijn zit altijd wel redelijk vol. Zelfs onze rekken achteraan in het magazijn in de achterste zones liggen vaak vol. Soms zitten we zelfs met wat plaats tekort waardoor we wat locaties moeten improviseren maar over het algemeen dat ik dat we tussen de 85% en 95% zitten qua bezetting.

Hoeveel medewerkers werken er in het magazijn en hoe zijn hun taken verdeeld?

In ons magazijn werken er 4 magazijnmedewerkers. 3 hiervan zijn orderpickers. Zij bevinden zich altijd in het magazijn om het pickproces uit te voeren. Zij zorgen ervoor dat de goederen klaar zijn voor verzending. Ook laden zij de pallet(s) in de vrachtwagen.

En dan hebben we één voorraadbeheerder die zich bezig houdt met het aanvullen van de goederen. Soms wordt er afgewisseld tussen het takenpakket van de voorraadbeheerder en het takenpakket van een orderpicker, om een beetje afwisseling te hebben. Dat wil zeggen dat de voorraadbeheerder de taken van een orderpicker kan uitvoeren en andersom.

Maar het is niet zo dat de voorraadbeheerder ook pickingen doet?

Nee niet tegelijkertijd, we hebben een planning waarbij elke magazijnmedewerker een andere dag voorraadbeheerder is. Maar we zorgen altijd dat we 3 magazijnmedewerkers hebben die de pickingen doen en één medewerker die het magazijn aanvult.

Hoe wordt bijgehouden waar een product is opgeslagen? Gebeurt dit via een WMS systeem?

Er wordt momenteel wel een systeem gebruikt dat door de IT-medewerkers is ontworpen. Dat systeem is verbonden aan het scansysteem dat in het magazijn gebeurt. We zijn wel aan het kijken voor een ERP-systeem Microsoft Dynamics in de toekomst, maar momenteel is dat er nog niet en werken we gewoon met ons eigen systeem.

Hoe worden goederen toegewezen aan een opslaglocatie?

Voor de locaties op het grondniveau hebben we een ABC-analyse gemaakt en enkel uit deze locaties worden goederen gepickt. Ons magazijn is zo ingedeeld dat snellopers in de zone zo dicht mogelijk bij expeditie liggen en vooraan in de zone.

De twee niveaus boven het grondniveau worden gezien als stock. De goederen op het eerste niveau en het tweede niveau hebben geen vaste locatie en kunnen dus per dag van locatie veranderen. Indien er een lege locatie is in een rek op het eerste of tweede niveau, plaatst de heftruckchauffeur op de locatie een pallet. Het product dat hier geplaatst wordt, is niet noodzakelijk hetzelfde product als het product dat er voorafgaand stond. De heftruckchauffeur kiest zelf op welke lege locatie in een rek hij de pallet neerzet. Er is dus geen systeem dat bepaalt waar de pallet geplaatst moet worden.

Dus voor producten die gepickt worden en dus op de grond staan, worden verschillende klassen gebruikt en voor producten die op niveau 1 en niveau 2 staan als stock is het willekeurig?

Ja, klopt.

Met hoeveel klassen wordt er gewerkt?

We hebben de standaard 3 klassen: de A-klasse voor de snellopers, de B-klasse voor de gemiddelde lopers, de C-lopers voor de traaglopers. Naast deze drie klassen zijn er nog twee bijkomende klassen, namelijk de D-klasse en de restrollen (RR). De producten van de D-groep zijn de producten die niet voorkomen op de orderlijsten en dus niet werden gepickt. De restrollen zijn de producten die een rode sticker bevatten. Deze rode sticker wil zeggen dat de producten verouderd zijn en niet meer geproduceerd worden, dus in totaal 5 klassen.

Is er meer congestie in de gangen rond het depot dan in de andere gangen?

Niet echt, het is altijd vrij rustig in het magazijn omdat er maar 4 medewerkers zijn en er toch 5 zones zijn waar goederen liggen opgeslagen.

Is het magazijn minder gevuld naarmate je verder in het magazijn gaat?

Nee niet echt, het magazijn is altijd wel redelijk goed gevuld, ook achteraan in het magazijn.

Wat is de impact van het opslagbeleid op de werking van het magazijn?

De grootste impact is denk ik de afstand die de orderpickers moeten afleggen. Vroeger toen er nog geen structuur in ons magazijn zat, moesten de orderpickers regelmatig tot helemaal vanachter rijden in het magazijn en dat is sinds de ABC-analyse toch verminderd, wat positief is. En dan het dynamische zorgt ervoor dat onze ABC-analyse actueel blijft waardoor het voordeel van de afstand blijft behouden.

Wordt er bij het bepalen van de opslaglocaties gekeken naar het effect op picking of het wegzetten van goederen of andere aspecten?

Ja meer naar picking dan naar het wegzetten van de goederen omdat het picken van een orderlijst langer duurt dan het wegzetten van een aantal palleten. En het wegzetten is ook minder frequent dan het picken van goederen. Daarom dat we echt die afstand van het orderpicken zo kort mogelijk willen houden.

Wordt er rekening gehouden met ergonomie en veiligheid bij de opslagkeuzes?

Ja zeker, al onze rekken bestaan uit drie niveaus: het grondniveau dus de grondlocatie, het eerste niveau en het tweede niveau. Er wordt enkel gepickt op de grondlocaties. De andere 2 niveaus dienen als stock. De grondlocatie is voor de orderpicker het makkelijkst bereikbaar. De dozen wegen ook wat, ik denk dat één doos afhankelijk van de grootte tussen de 10 en 15 kg weegt. En om dan een product op hoogte te picken is onverantwoord.

Wordt er gebruik gemaakt van statische of dynamische opslag?

Ik denk dynamisch. We herbekijken onze indeling van het magazijn ongeveer 2 keer per jaar. Dan maken we opnieuw onze ABC-analyse op basis van onze verkoopcijfers dus de vraag naar onze

producten. We gaan dan kijken hoeveel orderlijsten er in de afgelopen periode geweest zijn en hoe vaak elk product voorkwam op deze orderlijsten.

En waarom is er voor deze methode gekozen?

We proberen ons magazijn up-to-date te houden. Er is niet altijd evenveel tijd voor om deze analyse te maken, maar we proberen het toch te doen omdat we merken dat een herindeling het voor onze orderpickers toch makkelijker maakt qua afstand die ze moeten afleggen.

Wordt er overwogen om over te schakelen naar statische toewijzing waarbij het magazijn niet meer geüpdatet wordt?

Nee, voor ons werkt deze manier voorlopig goed en blijven we dat ook aanhouden.

Wanneer wordt er beslist om goederen van plaats te veranderen? Is hier een bepaalde regel voor?

We proberen dat ongeveer 2 keer per jaar te doen. Maar er zit geen bepaalde regel achter.

Hoe gaan orderpickers om met de steeds veranderende situatie?

Zij zijn er eigenlijk voorstanders van. Ze kennen de locaties waar de producten liggen toch niet vanbuiten, dus daar halen ze niet echt een voordeel uit. Het is voor hun een voordeel als populaire producten vooraan liggen, omdat ze dan minder ver moeten rijden naar deze locaties.

Hoe verloopt het pickproces?

De orderpicker handelt één orderlijst van een bepaalde klant af. Het pickproces start altijd in de expeditie. Hier liggen lege pallets opgestapeld. De orderpicker legt één lege pallet op de vorken van zijn orderverzameltruck. Uiteindelijk eindigt het pickproces opnieuw in de expeditie. De orderpicker ziet de orderbonnen binnenkomen op zijn scanner. Hierop staan alle nodige producten die gepickt moeten worden. Ook de afmetingen van de producten en de locaties worden op de scanner vermeld.

Als de goederen wel op voorraad zijn, begint de orderpicker met het nemen van een lege pallet en legt deze vervolgens op zijn orderverzameltruck. De producten met de grootste afmetingen worden als eerste gepickt en worden onderaan op de pallet gelegd. Daarna worden de producten met kleinere afmetingen gepickt en worden bovenop de andere goederen gelegd. Alle goederen die de orderpicker pickt, scant hij ook. Zo weet het systeem dat de orderpicker de juiste aantallen heeft gepickt.

Als de pallet vol is, brengt de orderpicker de pallet naar de expeditie. Vervolgens haalt hij de volgende lege pallet tot de order is afgewerkt. Indien alle goederen gepickt zijn, wordt de pallet op een weegschaal gereden en verpakt door middel van een wikkelmachine. Ten slotte worden de gegevens van de pallet op de zending geplakt. Ook wordt er een bordje bij de pallet geplaatst met de naam van de klant. De pallets die bij een bepaalde klant horen, staan bij elkaar gegroepeerd. Zo is het

duidelijk welke goederen nog niet opgehaald zijn door de transporteur. De pallets blijven in de expeditie staan tot deze worden ingeladen in de vrachtwagen.

Krijgen de orderpickers een bepaalde route mee of mogen de pickers vrij kiezen?

Nee er is niet echt een bepaalde route voorzien hoe ze moeten rijden. De orderpickers zien de locaties op hun scanners verschijnen en weten vanbuiten waar deze locatie is, en nemen zelf de kortste route naar de volgende locatie.

Je had het over een scanner, worden er nog andere technologieën gebruikt die het pickproces ondersteunen?

Nee het enigste hulpmiddel dat gebruikt wordt is de scanner. Deze scanner is verbonden aan het systeem waarop de orders binnenkomen. Ook wordt de locatie weergegeven per product. Zo weet de orderpicker waar hij naartoe moet gaan om het product te picken.

Zijn er plannen om in de toekomst te investeren in nieuwe technologieën of systemen?

Ja zoals ik net aanhaalde, een ERP-systeem waar we voor aan het kijken zijn. Voor de rest niet echt.

Gebeuren er vaak fouten tijdens het pickproces?

Gemiddeld zijn er twee fouten die vaak voorkomen tijdens het pickproces. De eerste fout die gebeurt, is dat de orderpicker tijdens het picken meer stuks pickt dan dat er nodig zijn. Hij scant wel het juiste aantal stuks, maar in werkelijkheid liggen er meer stuks op de orderverzameltruck. Een andere fout is dat hij de juiste goederen scant, maar dat hij de goederen van een andere locatie pickt. Dit kan gebeuren als de orderpicker even afgeleid wordt. Volgens het systeem zijn de juiste goederen wel gescand en gepickt, maar in werkelijkheid zijn het de foute goederen.

Zijn er nog bepaalde zaken die u zou willen toevoegen?

Nee, ik denk van niet. Ik heb ons magazijn zo goed mogelijk proberen te beschrijven, ik hoop dat het duidelijk was voor jou.

Bijlage 4: Interview Nike

Locatie interview: Online

Datum interview: 23/4/2025

Duur interview: 28 min

Aanwezigen: Distribution Manager en Britt Simons

Goedemiddag, bedankt dat u tijd vrijmaakt voor dit interview. Vindt u het oke dat ik dit interview opneem?

Geen probleem.

Wat is uw huidige functie binnen Nike en wat houdt dit precies in?

Ik ben Distribution Manager en ik ben verantwoordelijk voor het shippen van onze units richting onze klant. Concreet stuur ik een ploeg aan in één van onze DC's, Blue Ribbon DC, van het ELC.

Hoe lang bent u al actief in deze sector?

Momenteel 8 jaar.

Wat zijn de kernactiviteiten van het bedrijf?

Nike is een distributiecenter voor producten van het merk Nike. We hebben drie soorten producten: schoenen, kleren en equipment. Deze producten worden geshipt naar verschillende werelddelen zoals Europa, het Midden-Oosten en Afrika. De producten die moeten geshipt worden zijn dan producten die direct online besteld zijn via Nike.com of via de winkels.

Wat voor soort goederen liggen er opgeslagen in het magazijn?

In het warehouse waar ik werk, dus Blue Ribbon, ligt kleding opgeslagen. Dit varieert van een pet tot een dikke winterjas.

Is er een groot verschil in vraagfrequentie van de verschillende producten?

Ja, er is een verschil in vraagfrequentie. Zo wordt er gekeken naar de orders die al op dit product geplaatst zijn door winkels, of dit een gewild product is dat we speciaal lanceren, of het een product is dat op Nike.com beschikbaar is of iets dergelijks.

Hoe ziet het magazijn eruit? Is dit één groot magazijn of zijn er verschillende zones?

Binnen Blue Ribbon is er een high bay en een low bay zoals wij dat noemen. De high bay is waar alles opgeslagen wordt dus je stock. Dit high bay gedeelte werkt met kraanopslag. Niet alle goederen die in de high bay liggen, liggen ook in de low bay. Het is zo dat meer goederen in de high bay liggen,

dan in de low bay. Dus als er een product gevraagd wordt, dat niet in de low bay ligt, kan deze via die kranen opgevraagd worden door mensen die deze kranen bedienen. De kranen zijn nog niet volledig geautomatiseerd in dit warehouse. Dat product wordt dan in de low bay opgeslagen zodat het product gepickt kan worden. Dus high bay is waar goederen opgeslagen liggen, maar niet gepickt wordt. Low bay is waar goederen gepickt worden.

Zijn er beperkingen zoals gewicht / grootte / temperatuur die bepalen waar een item opgeslagen mag worden?

Binnen onze pickingarea's zijn er wel goede en minder goede locaties bepaald zoals de hoogte van een locatie of de grootte van een locatie. Maar echte beperkingen zijn er voor het magazijn niet.

Wat is de gemiddelde vulgraad in het magazijn?

Momenteel is de vulgraad 68%.

Hoeveel medewerkers werken er in het magazijn en hoe zijn hun taken verdeeld?

In totaal 125 personen waarvan er een 15 mensen bezig zijn met het picken van producten. De rest is bezig met het binnenhalen van producten, producten uitsorteren, handelingen toevoegen, het laden of aansturen van mensen. We verwerken hier zo een 350 uur aan werk per shift.

Hoe wordt bijgehouden waar een product is opgeslagen? Gebeurt dit via een WMS-systeem?

Ja dit gebeurt inderdaad via een WMS-systeem, maar deze verschillen per warehouse binnen ons ELC. In dit DC gaat dit over het AS400-systeem. Het inboeken van orders en deze koppelen aan de juiste inventory gebeurt via SAP.

Hoe wordt er bepaald dat een product op een specifieke locatie wordt opgeslagen?

In de high bay wordt er niet gekeken naar de vraag van de producten. Hier gebeurt het gewoon random. Goederen liggen hier gewoon opslagen als stock. In de high bay, waar de goederen gepickt worden, wordt er wel gekeken naar de vraag van de producten. Hier wordt er met verschillende klassen gewerkt dus een ABC-analyse. De eerste klasse zijn voor de producten met de hoogste vraag, daarna de producten met een lagere vraag en zo verder.

Is er dan ook meer congestie in de gangen rond het depot dan in de andere gangen?

Ja klopt.

En is het magazijn minder gevuld naarmate je verder in het magazijn gaat, dus verder weg van het depot?

Ja ook.

Wat is de impact van het opslagbeleid op de werking van het magazijn?

Het doel is vooral om alle producten die in ons magazijn liggen, dat die ook op een picklocatie beschikbaar is. Dus dat we altijd alles beschikbaar hebben. Tijdens drukke periodes kijken we ook naar de locaties waar ons meest gewilde product zit, om deze zoveel mogelijk bij elkaar te zetten & zo dicht mogelijk bij onze packingsstations te krijgen. Dit vermindert uiteraard de wandelafstanden.

Wordt er bij het bepalen van de opslaglocaties gekeken naar het effect op picking of het wegzetten van goederen of andere aspecten?

Ja, naar het zoveel mogelijk bij elkaar houden van producten en zo kort mogelijke wandelafstanden proberen te hanteren.

Wordt er rekening gehouden met ergonomie en veiligheid bij de opslagkeuze?

Ja, zeker. De pickgebieden bestaan hier uit rekken van 3 niveaus. De producten met de hoogste vraag krijgen de meest ergonomische picklocaties in een magazijn, dus de middelste rij van het rek. Voor de orderpickers is dat het meest ergonomische niveau om goederen te picken.

Wordt er gebruik gemaakt van statische of dynamische opslag?

Dynamisch.

En waarom is voor deze methode gekozen?

Zo kan er beter ingespeeld worden op de vraag van de dynamische markt waarin we ons bevinden.

Wordt er overwogen om over te schakelen naar een statische opslag?

Nee, voorlopig niet.

Wanneer wordt er beslist om goederen van plaats te veranderen? Geldt hier een bepaalde regel voor?

Ja, als het product niet meer beschikbaar is op Nike.com of als het seizoen voorbij is. Anders gezegd willen we alle producten beschikbaar hebben in onze picklocaties die een klant kan bestellen.

In welke mate worden producten verhuisd. Komt het soms voor dat producten zelfs maar 1 locatie opschuiven binnen een bepaalde gang?

Ja, dat is mogelijk. Maar het is ook mogelijk dat een product naar een ander deel in ons magazijn wordt verplaatst of dat een product van een uithoek meer centraal wordt geplaatst. Als een product niet meer verkocht wordt sturen we dit terug naar onze kraanopslag.

Is er meer verkeer in het magazijn omdat goederen verplaatst moeten worden?

Ja, zeker. Hier zijn dan een aantal medewerkers, replenishment pickers, fulltime mee bezig. Zij verplaatsen eigenlijk goederen die vanuit de high bay komen naar de low bay. En al werkend tijdens het aanvullen verplaatsen zij de goederen.

Dus het is niet zo dat er stilstand-momenten worden ingelegd om de verplaatsingen te doen?

Nee, dit gebeurt tegelijkertijd met het aanvullen.

Hoe gaan orderpickers om met de steeds veranderende situatie?

Voor de orderpickers verandert er niet veel, die volgen hun scanner met aanwijzingen. Zij merken hier niet echt iets van. Zij houden zich totaal niet bezig met welk product op welke locatie ligt. Zij kijken enkel naar de locatie waar ze moeten zijn.

Hoe verloopt het pickproces?

Dat gebeurt volledig door de mens, dus hier is niks geautomatiseerd. De pickers moeten eigenlijk pickkaartjes afwerken. Op dat kaartje staat een barcode die de picker dan kan scannen met zijn scanner om de locatie te weten waar het product ligt.

Is dit één orderpicker die order per order verzamelt of meerdere orders tegelijkertijd?

Een orderpicker is vaak bezig met meerdere orders tegelijkertijd.

Krijgen de orderpickers een bepaalde route mee of mogen de pickers vrij kiezen?

Ja, er wordt altijd wel een slang gevormd en van voor naar achteren gewerkt. Dus we werken duidelijk met een travelpad.

Worden er technologieën gebruikt die het pickproces ondersteunen zoals voice picking?

Nee niet meer. Dit gebeurde in het verleden wel. Maar nu volgen onze pickers de locaties op hun scherm van de scanner.

Zijn er plannen om in de toekomst te investeren in nieuwe technologieën of systemen?

Qua orderpicking niet perse, maar we zijn wel constant op zoek naar verbeteringen van onze efficiëntie.

Gebeuren er vaak fouten tijdens het pickproces?

Ja, zeer vaak.

Gebeuren er dan nog controles op de gepickte goederen of hoe worden deze fouten dan opgelost?

Ja, dit gebeurt door het systeem. In ons magazijn staat een sorteermachine die missende of dubbele gepickte units identificeert. Daarnaast staan er op onze transportbanden ook weegschalen die grote afwijkingen identificeren. Daarnaast worden nieuwe werknemers regelmatig steekproefgewijs gecontroleerd of ze het juiste product en aantal gepickt hebben?

Zijn er nog zaken die u zou willen toevoegen die we nog niet besproken hebben?

Nee ik denk het niet, tenzij jij vragen hebt als iets niet onduidelijk is.

Bijlage 5: Interview Fietsengroothandel Louis Verwimp

Locatie interview: Online

Datum interview: 24/4/2025

Duur interview: 24 minuten

Aanwezigen: Magazijnmanager en Britt Simons

Goedemorgen, bedankt dat u tijd vrijmaakt voor dit interview. Is het goed als ik het interview opneem?

Ja prima.

Wat is uw huidige functie binnen het bedrijf?

Mijn functie is Magazijnmanager.

En wat houdt uw functie precies in?

Ik zorg ervoor dat de processen in het magazijn vlot en correct verlopen door dit continu te monitoren en waar nodig bij te sturen. Ik ben ook verantwoordelijk voor de plannen en de inzet van het personeel en zorg er ook voor dat de juiste mensen worden aangenomen. Ik denk ook na over hoe de processen verbeterd en geoptimaliseerd kunnen worden.

Hoe lang bent u al actief in deze sector?

Sinds juni 2024.

Wat zijn de kernactiviteiten van het bedrijf?

Fietsengroothandel Louis Verwimp is een gespecialiseerde groothandel in fietsen, onderdelen en accessoires en leveren al sinds 1970 uitsluitend aan de (brom)fietsvakhandel in de Benelux. Als totaalleverancier brengen wij 24.000 verschillende artikelen op de markt.

Wat voor soort goederen liggen er opgeslagen in het magazijn?

Fietsen, onderdelen en aanverwante accessoires.

Is er een groot verschil in vraagfrequentie van de verschillende producten?

Ja, de vraag is mede afhankelijk van trends en ontwikkelingen in de markt en zal deze volgen. Duurzame mobiliteit fietsen zorgt ook voor een groeiende vraag. In de lente worden meestal meer fietsen verkocht dan in de herfst, en in de herfst stijgt meestal de vraag naar fietsverlichting en andere accessoires.

Hoe ziet het magazijn eruit? Is dit één groot magazijn of zijn er verschillende zones?

Het magazijn is 10 000 m² en bestaat uit 7 opslag/pickzones, een zone voor goederenontvangst en een zone voor inpak/verzending.

Zijn er beperkingen zoals gewicht / grootte / temperatuur die bepalen waar een item opgeslagen mag worden?

Ja, vooral grootte, gewicht en ook de vraag bepalen waar de goederen worden opgeslagen. Bijvoorbeeld zware items zullen niet op de bovenverdieping worden opgeslagen.

Wat is de gemiddelde vulgraad in het magazijn?

Het magazijn is gemiddeld rond de 75 – 80% gevuld.

Hoeveel medewerkers werken er in het magazijn en hoe zijn hun taken verdeeld?

In totaal werken er 23 personen in ons magazijn. 10 personen staan in voor het inpakken van goederen, 3 personen voor de goederenontvangst, 10 personen voor het orderpicken.

Hoe wordt bijgehouden waar een product is opgeslagen? Gebeurt dit via een bepaald systeem?

Ja, dit gebeurt via het WMS-systeem Dynamics Navision.

Hoe wordt bepaald dat een product op een specifieke locatie wordt opgeslagen?

Bij ons wordt elk product opgeslagen in het magazijn op basis van de vraag ernaar. Producten die in bepaalde seizoenen populair zijn, liggen dan vooraan in het magazijn.

Is het dan zo dat veelgevraagde producten dicht bij de zone van verzending liggen opgeslagen?

Ja, klopt.

Wordt er dan met klassen gewerkt zoals een klasse voor snellopers, een klasse voor traaglopers?

Nee dat niet.

Is er veel congestie in de gangen rond het depot?

Ja, meer dan in de andere gangen. Iedereen begint hier ook aan zijn pickronde en eindigt hier ook wat het sowieso al wat drukker maakt. Het hangt ook een beetje af van de producten die gepickt moeten worden. Boven bij de accessoires is het rustiger dan onder.

Is het magazijn minder gevuld naarmate je verder in het magazijn gaat en dus verder van het depot?

Ja toch wel, maar door onze hoge vullingsgraad valt dit goed mee en zijn er weinig locaties die leeg zijn.

Wat is de impact van het opslagbeleid op de werking van het magazijn?

Dat je een kortere afstand moet afleggen voor de producten waar veel vraag naar is op dat moment. Dat versnelt het orderpicken.

Wordt er bij het bepalen van de opslaglocaties gekeken naar het effect op picking of het wegzetten van goederen?

Ja, vooral naar het effect op het pickproces, dat dit sneller verloopt door rekening te houden met seizoensgebonden vraagveranderingen.

Wordt er rekening gehouden met ergonomie en veiligheid bij de opslagkeuzes?

Ja, ergonomie en veiligheid zijn hele belangrijke speerpunten in het totale logistieke proces. Onze grote producten zoals de fietsen zelf, liggen op de benedenverdieping opgeslagen en accessoires liggen op de bovenverdieping opgeslagen, zodat er niet gesleurd moet worden met zware producten van de ene naar de andere verdieping. De zware producten worden ook verplaatst via een reachtruck zodat de orderpickers hun lichaam niet belasten aan het gewicht van de producten.

Wordt er gebruik gemaakt van statische of dynamische opslag?

Ja, bij ons gebeurt dat dynamisch.

Waarom is er voor deze dynamische methode gekozen?

Het totale proces, de omloopsnelheid, de producten, de marktontwikkelingen en de seizoenen vragen om een dynamische methode.

Wordt er overwogen om over te schakelen naar statische opslag?

Nee, een statische methode zou voor ons niet relevant zijn.

Wanneer wordt er beslist om goederen van plaats te veranderen? Geldt hier een bepaalde regel voor?

Van zodra dat er een reden voor is zoals marktontwikkelingen of seizoensveranderingen wordt besloten een product van plaats te veranderen.

In welke mate worden producten verhuisd? Komt het soms voor dat producten zelfs maar één locatie opschuiven binnen een bepaalde gang?

Het verplaatsen van producten kan om verschillende redenen gebeuren zoals opslagcapaciteit, efficiëntie, assortiment, mutaties in verpakkingen of verpakkingseenheden. Hierdoor is het best mogelijk dat er maar één locatie opgeschoven wordt.

Is er meer verkeer in het magazijn omdat goederen verplaatst moeten worden?

Dit gaat meestal in dezelfde flow mee als het aanvul proces en heeft minimale invloed op trafficbewegingen in het magazijn.

Hoe gaan orderpickers om met de steeds veranderende situatie?

Omdat zij orders picken middels een geautomatiseerd systeem die de pickvolgorde bepaalt, is dit niet van belang voor de orderpickers. Dus het maakt voor hen niet echt uit omdat zij volledig automatisch gestuurd worden door een handscanner.

Hoe verloopt het pickproces? Is dit één orderpicker die order per order verzamelt of meerdere orders tegelijkertijd verzamelt?

De orderpicker kan picken volgens single-pick dus per order of volgen multipick dus meerdere orders tegelijk. Ook hier bepaalt het systeem een zo gunstig mogelijke route waardoor alle orders in één run gelopen worden op een zo efficiënt mogelijke manier. Het orderpicken van de fietsen gebeurt via een reachtruck.

Krijgen de orderpickers een bepaalde route mee of mogen zij vrij kiezen?

Nee er is geen bepaalde route die zij moeten volgen. Dit kunnen zij zelf kiezen.

Worden er technologieën gebruikt die het pickproces ondersteunen?

Ja wij gebruiken handscanners die werken middels barcode lezing.

Zijn er plannen om in de toekomst te investeren in nieuwe technologieën of systemen?

Er wordt continu gekeken naar mogelijkheden om de processen te optimaliseren. Mocht het nodig zijn of daadwerkelijke voordelen bieden dan zal dit zeker overwogen worden.

Gebeuren er vaak fouten tijdens het pickproces? Zo ja, hoe worden deze opgelost?

Ja waar mensen werken worden natuurlijk ook fouten gemaakt. In het totale logistieke proces zijn diverse controlepunten en procedures ingebouw om eventuele fouten tijdig te ondervangen en voor de toekomst te voorkomen. De inruimer scant de goederen nogmaals waardoor eventuele fouten bij goederenontvangst worden opgemerkt. De orderpicker scant zowel de locatie als de artikelen zodat

eventuele fouten bij het inruimen worden opgemerkt. De inpakafdeling scant zowel het order, de handlingsunit als één artikel zodat eventuele fouten door de orderpicker ook worden opgemerkt. Op deze manier zullen de fouten tot een minimum worden beperkt.

Zij er nog bepaalde zaken die u zou willen toevoegen?

De goederenstroom en opslag in het magazijn is een dynamisch proces en zal waar en wanneer nodig aangepast worden. Ook nieuwe ontwikkelingen en technieken kunnen ervoor zorgen dat er aanpassingen gedaan worden om het proces te optimaliseren.