
Warehousing-Robotics vergeleken

De markt voor warehouse-robotics is booming. Niet alleen is de markt volwassen aan het worden, ze verandert continu. Nieuwe technieken en hybride toepassingen dienen zich aan, leveranciers verschijnen en verdwijnen. Vincent Weinschenk van WHEREHOWS schetst in dit artikel een zo helder mogelijk beeld van warehouse-robotics binnen het orderpick domein. Toepassingen worden gepositioneerd en worden met elkaar vergeleken. Doel is (potentiële) gebruikers te ondersteunen bij het selecteren van de juiste technische robotics oplossing.

Veel is gezegd en geschreven over de opkomst, toepassing en voordelen van inzet van AMR (Autonomous Mobile Robot) binnen warehouse omgevingen, ze dienen wel in perspectief van overige technieken te worden beschouwd. AMR's kennen een breed speelveld, daarmee is bedoeld dat AMR-technieken worden toegepast binnen:

- orderpicking (zowel in een Goods-to-Person als in een Person-to-Goods omgeving);
- horizontaal transport (tussen processen);
- sorteerproces (als alternatief voor conveyors).

In deze bijdrage behandelen we orderpicking (van losse items) met behulp van robotics. Derhalve zullen AMR's ten behoeve van horizontaal transport en/of sorteren buiten beschouwing worden gelaten. We benadrukken hier de toepassing van AMR's omdat deze robots de laatste jaren veel aandacht krijgen. Echter, het speelveld van robotics is heel wat breder. Het afgelopen decennium zijn een groot aantal robotics oplossingen op de markt verschenen die zich hebben ontwikkeld tot volwassen technieken.

Doel is het volledige scala aan toepassingen te benoemen op hoofdgroepen. Om de lezer richting te kunnen geven welke systemen mogelijk interessant zijn worden de toepassingen ideaaltypisch gepositioneerd en met elkaar vergeleken op kwantitatieve en kwalitatieve aspecten.

Drie clusters

Gedurende de laatste 15 jaar is er een scala aan warehousing-robotics oplossingen ten behoeve van het orderpickproces op de markt gebracht. Grofweg kunnen deze worden geclusterd naar drie typen hoofdgroepen aan oplossingen (figuur 1):

- 1a Goods-to-Robot
- 1b Robot-to-Goods
- 2 Person-to-Goods
- 3 Goods-to-Person

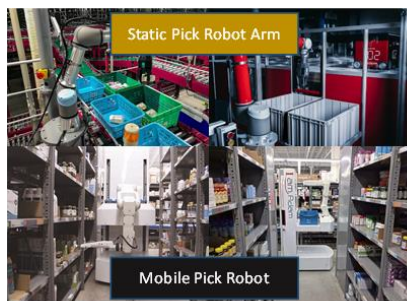
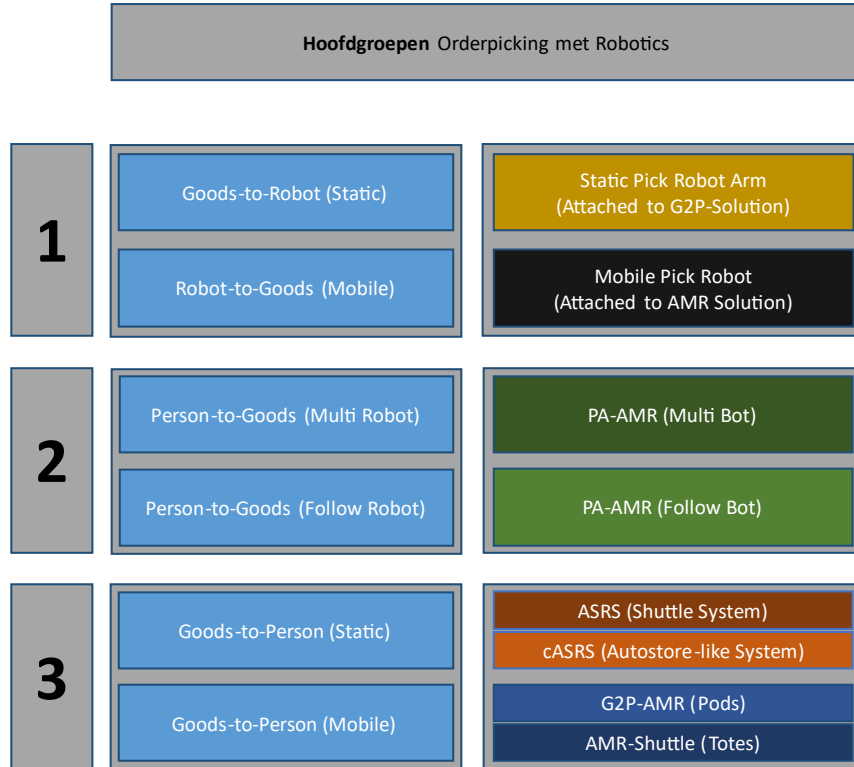
"I can't define a robot, but I know one when I see one."

Joseph Engelberger (Father of Robotics)

Cluster 1: Goods-to-Robot & Robot-to-Goods

Binnen dit cluster vallen de pickrobots met pickarm. Zij zijn in feite de verwezenlijking van wat we in het dagelijkse gebruik een robot noemen. Kenmerkend voor robots (binnen warehousing) is dat robots:

- autonoom werken (zelfsturend en zelflerend);
- op veranderende situaties (vorm, route, gewicht etc.) reageren;
- artificiële intelligentie gebruiken (en niet enkel vooraf geprogrammeerde codes).

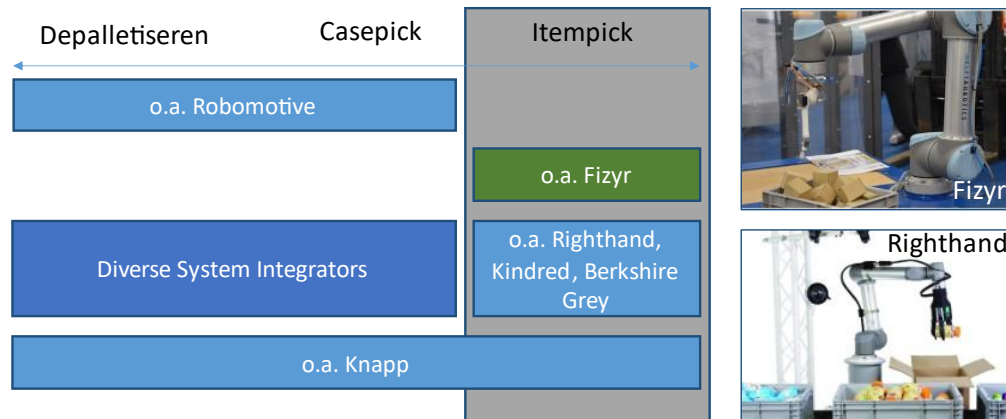


Figuur 1: Hoofdgroepen Warehouse Robotics oplossingen

Binnen dit cluster maken we onderscheid in pickrobots voor statisch gebruik en pickrobots met arm in een mobiele variant.

Idealiter worden statische pickrobots gekoppeld aan een G2P-systeem (met name een ASRS of cASRS), waar robots menselijke operators vervangen. Bakken met losse items worden gepresenteerd opdat de robot van bovenaf de losse items uit de bak kan pakken en in de orderpak kan plaatsen. Pickrobots bestaan al enkele decennia waar het gaat om het picken van dozen (casepick) en depalletiseren van pallets.

Het afgelopen decennium is echter veel aandacht besteed aan de ontwikkeling en verfijning van itempick robots, temeer gestelde eisen vanuit de gebruiker steeds scherper worden waar het gaat om sneleid, productvariëteit en complexiteit.



*Figuur 2: Versimpeling van leveranciers binnen domein van statische pickrobots
(bron: STIQ Research & Analysis)*

In de markt zijn er meerdere typen producenten in dit domein te onderkennen. Figuur 2 geeft een versimpeld beeld weer van leveranciers/producenten binnen het domein van pickrobots. Item pickrobot leveranciers kunnen worden ingedeeld naar twee segmenten, zij die software ontwikkelen (oa. Fizyr) en de bedrijven die pickcellen ontwikkelen (hardware en software). Producenten van pickcellen trachten deze als “plug & play” oplossingen direct in de markt te zetten voor derden (o.a. Righthand). Daarnaast zijn er system integrators (oa. Knapp) die intern pickrobots ontwikkelen voor complexe taken.

Weliswaar staat het commercieel gebruik van statische pickrobots voor echte complexe taken met hoge pickfrequentie feitelijk nog in de kinderschoenen, het is wel een domein die de pioniersfase voorbij is. Dit in tegenstelling tot het toepassen van dynamische pickrobots. Hiermee is bedoeld dat pickrobots zelfstandig autonoom zich door het magazijn bewegen om losse items uit opslaglocaties te picken.

Het aantal producenten van dergelijke oplossingen is op één hand te tellen, waarbij IAM Robotics (figuur 3) veruit de bekendste is en dergelijke oplossingen voor commercieel gebruik in de markt zet. Oa. bij Kruidvat rijden meerdere mobiele pickrobots ter ondersteuning van orderpickers. Waar statische pickrobots als "end of line" direct zijn gekoppeld aan throughput vereisten van het G2P-systeem werken deze mobiele pickrobots stand-alone. Daarmee zijn ze in staat om 24/7 picktaken uit te voeren ter ondersteuning en niet zozeer ter vervanging van menselijke operators.

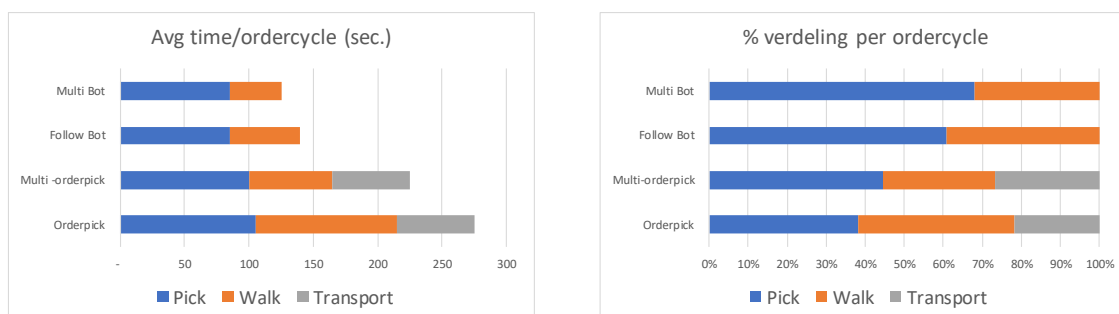


Figuur 3: IAM Robotics

Verskil in werkwijze en werksnelheid is dat bij statische pickrobots items van bovenaf worden gepickt met grijper en/of zuiger (uit bakken). Bij de mobiele variant worden items met behulp van een zuiger vanaf de voorzijde gepickt uit stellingen tot ca. 2 meter hoogte.

Cluster 2: Person-to-Goods systemen

Zoals de naam al aangeeft is het een manuele oplossing, waarbij de Picking Assist Autonomous Mobile Robots (PA-AMR's) speciaal zijn ontworpen voor het transporteren van dozen of bakken ter ondersteuning. Deze collaboratieve robots werken in hetzelfde gebied als menselijke operators en kunnen worden beschouwd als slimme pick-carts. Hun primaire functie is het autonoom navigeren naar picklocaties en te wachten tot een mens een item pickt en in de bak of doos legt op de PA-AMR. Daarnaast vervult de robot het transport van orderbakken die gereed zijn tussen pickgebied en packgebied. Orderpickers kunnen daarmee in het pickgebied blijven werken, hetgeen de overall productiviteit verhoogt (figuur 4).



Figuur 4: Tijdsverdeling gemiddelde orderpick cyclus PA-AMR en manuele pick
(bron: 6 River Systems, WHEREHOWS)

In het gebruik van PA-AMR's zijn in de basis twee toepassingen, de "Follow Bot" en de "Multi Bot". Bij de "Follow Bot" volgt of de robot de orderpicker of de orderpicker de robot. Het resultaat is vrijwel hetzelfde. De operator is altijd verbonden aan één robot. Zolang de robot in het gangpad staat, is de orderpicker met die robot bezig.

Hoe kan onnodig lopen door de orderpicker worden voorkomen? Dat kan door robots en operators te ontkoppelen. Orderpickers en robots werken onafhankelijk van elkaar, waardoor parallele verwerking mogelijk is, aangezien elke robot door meerdere operators wordt gedeeld.

Pickopdrachten worden toegewezen aan robots en geselecteerd op nabijheid tot elkaar, en op nabijheid tot een orderpicker. Operators picken geen complete orders, maar enkel orderregels ten behoeve van de dichtstbijzijnde robot. Zij weten echter niet voor welke order ze aan het verzamelen zijn of dat een bepaalde order bijna afgewerkt is.

De voordelen van PA-AMR's zijn legio. Ze zijn in staat de magazijnwerking te optimaliseren, in te spelen op volumegroei van e-commerce en seizoenspieken, terwijl de arbeidskosten onder controle blijven. Het aantal PA-AMR's kan eenvoudig worden opgeschaald of verlaagd, afhankelijk van vereiste capaciteitsbehoefte. Daarnaast is bij gebruik van PA-AMR's geen conveyortechniek nodig voor aan-/afvoer van orderbakken. De ruimte die hiermee wordt bespaard kan worden gebruikt voor extra opslagcapaciteit of orderverwerking.

Ten slotte zijn deze slimme robots gebruiksvriendelijk en kunnen ze eenvoudig worden geïntegreerd in vrijwel elke magazijnomgeving. Over het algemeen is aangetoond dat PA-AMR's bewerkingsnelheid en efficiency aanzienlijk verhogen zonder verstoring van het magazijn.

Cluster 3: Goods-to-Person systemen

Hierbij maken we onderscheid tussen statische en mobiele systemen. Hiermee is bedoeld dat bij statische systemen robots zich binnen een vaste infrastructuur (rekken/grid) bewegen. Bij mobiele systemen is bedoeld dat robots zich vrij kunnen verplaatsen tussen opslaggebied en aanpalende pickzones.

De G2P-systemen (Shuttles en Autostore) zijn inmiddels gemeengoed geworden, ook al zijn deze 'slechts' zo'n 15 jaar op de markt. Niet onderschat moet worden dat ook deze systemen continu worden doorontwikkeld. Autostore kent inmiddels de basic 'red-line' en de geavanceerde 'black-line'. Bij de laatste zijn Autostore robots zo geconfigureerd dat bakken niet voor maar in de robot worden opgenomen. Dit zorgt voor kleinere robots en daarmee meer ruimte en vrijheden boven op het 'grid', wat leidt tot hogere throughput capaciteit.

Naast het bekende Autostore (en het soortgelijke systeem van Ocado) zijn er binnen dit cluster enkele niche-oplossingen. Het Duitse Storojet heeft een onderscheidende oplossing in de markt gezet, gericht op met name kleinere en middelgrote (e-commerce) bedrijven. Het systeem bestaat uit rekken, dat uiterst flexibel en modulair (tot 12 meter) ingericht kan worden. Niveaus zijn verbonden door high-speed liften waarbij compacte, autonome opslagrobots lastdragers naar pickstations transporteren. De goederendragers kunnen geheel flexibel worden ingericht (figuur 5). Zo kunnen naast reguliere assortimenten ook zakgoed en langgoed worden verwerkt en opgeslagen.



Figuur 5: Storojet

Naast de cASRS-systemen hebben ook shuttle-systemen zich door de jaren heen ontwikkeld. Ook hier zien we dat nieuwe spelers proberen zich te vechten op deze markt. Traditioneel kenmerken deze systemen zich door drie op zich staande statische hoofdcomponenten (shuttles, liften, conveyors), waarbij met name conveyor- en liftcapaciteit beperkend kunnen zijn (zeker bij orderstructuren met veel lines per order, denk aan eGrocery).

Niet voor niets zijn nieuwe aanbieders op de markt gekomen waarbij elke robot elke positie in het systeem kan bereiken. Dit zien we o.a. terug bij Opex, waar robots zich geheel zelfstandig en driedimensionaal (verticaal en horizontaal) zonder gebruik van liften door het systeem verplaatsen. Daarnaast zijn er leveranciers (o.a. Exotec) waarbij robots het systeem verlaten om bakken bij ieder willekeurig pickstation af te zetten.

Dit heeft als voordeel dat geen statische (dure) conveyortechniek in de voorzone is vereist, daarnaast kan de robot op elk gewenst moment en gewenste positie het systeem binnengaan of verlaten.

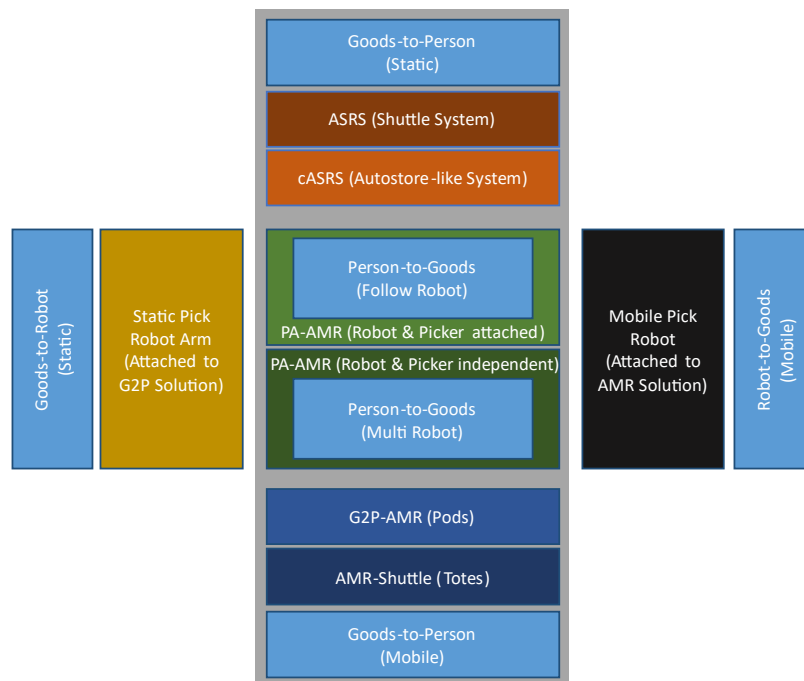
Kortom; robots integreren alle vereiste capaciteiten (robot, lift, conveyor) in zich, waarmee de overall capaciteit van het systeem wordt verlaagd (minder systeemverliezen), flexibiliteit, schaalbaarheid en redundantie worden vergroot.

Voor een beschrijving en een eerste vergelijk tussen mobiele G2P-systemen verwijzen we graag naar het eerder geschreven artikel. Onder de noemer mobiele G2P-systemen scharen we de Kiva-achtigen (G2P-AMR) en de AMR-Shuttle: <http://www.wherehows.com/wp-content/uploads/2022/02/Combineren-AMR-Shuttles-Best-of-both-Worlds.pdf>

G2P versus P2G Robotics

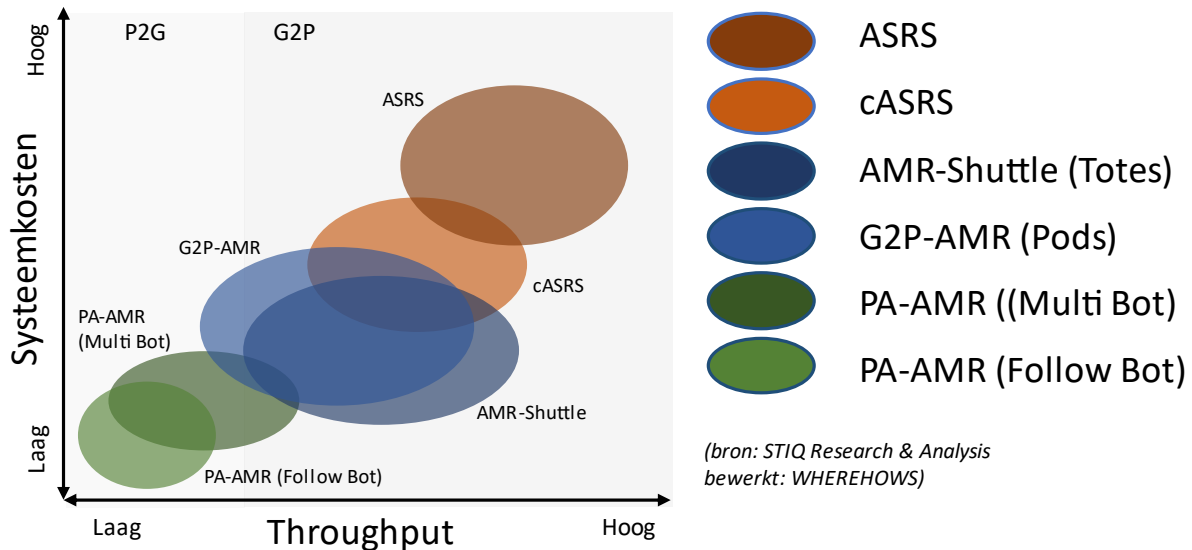
Als vermeld in de inleiding is het doel van deze bijdrage enerzijds het benoemen van het scala aan toepassingen op hoofdgroepen. Anderzijds willen we de lezer richting geven welke systemen mogelijk interessant zijn. Derhalve worden toepassingen ideaaltypisch met elkaar vergeleken op systeemomvang (in aantal SKU's) en op systeem-throughput (in aantal orderlines).

In de vergelijking van systemen wordt de verticale as in figuur 6 meegenomen, dus de P2G en de G2P oplossingen. De Goods-to-Robot en de Robot-to-Goods varianten laten zich moeilijker vergelijken gezien de context waarin ze worden ingezet. We zien de statische pickrobot als verlengstuk van een G2P-oplossing en de mobiele variant als ondersteuning binnen een P2G-systeem. Derhalve laten we ze hier buiten beschouwing. Ons inziens is de eerste stap de overgang van een manuele naar een robotic G2P-systeem met menselijke operators, zonder pickrobots.



*Figuur 6: Speelveld van Warehouse Robotics
(bron: WHEREHOWS)*

in figuur 7 zijn de zes varianten met elkaar vergeleken op systeemkosten en op throughput. Opvallend is dat de G2P-AMR oplossing (de Kiva-variant) overlappend is met de AMR-Shuttle. Dit is niet verwonderlijk omdat in beide varianten sprake is van een G2P-systeem. Echter, waar bij AMR-Shuttle de goederen in bakken worden gepresenteerd bij pickstations, is dit bij de Kiva-achtigen in kisten/pods.



Figuur 7: Hoofdgroepen gepositioneerd op throughput (in orderlines) en systeemkosten

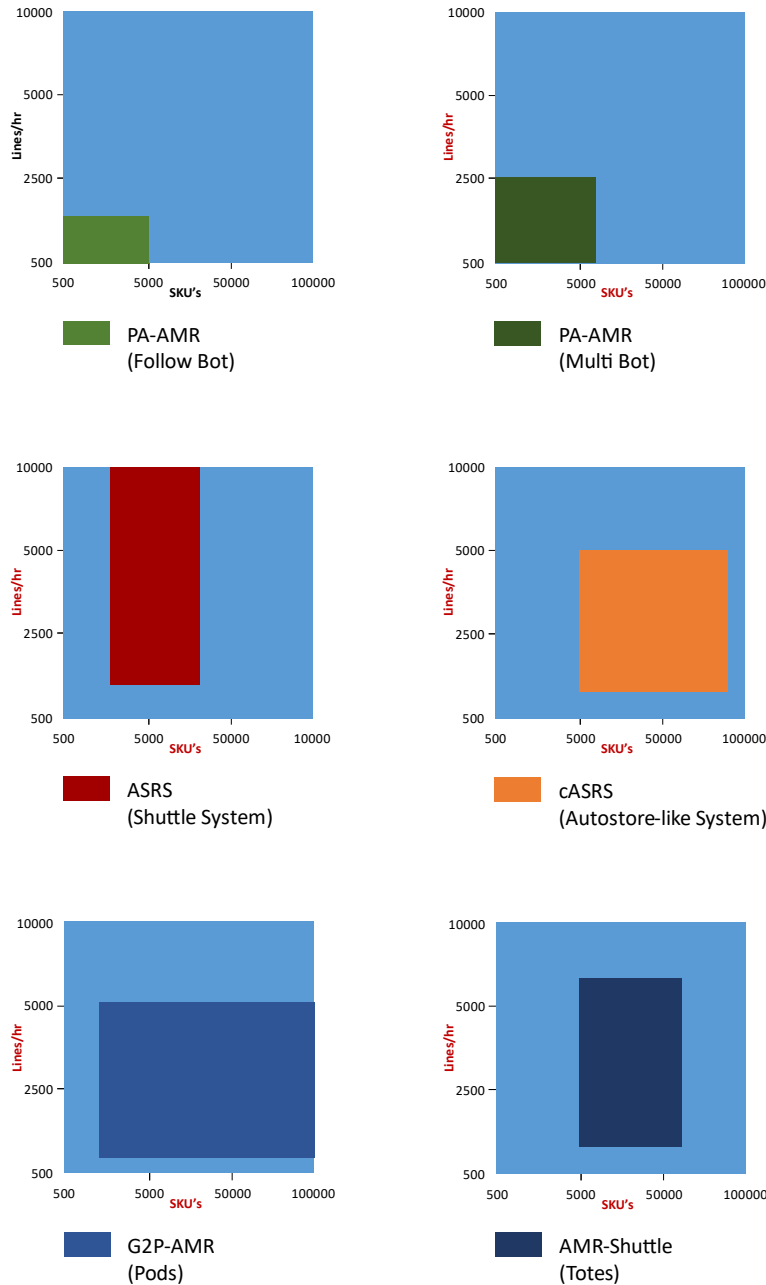
Het werken met bakken is niet alleen efficiënter, het is ook ergonomischer. Waar het (bij)vullen van de rekken (pods) een complex proces kan zijn, valt dit vrijwel compleet weg bij het werken met bakken. Een G2P-AMR kan op haar beurt wel omgaan met een breder product assortiment (ook hangende goederen), met een lengte- en breedtemaat van ca. 1 meter. Dit geeft beduidend meer mogelijkheden voor het opslaan van grotere producten. Bakken hebben een buitenmaat van 60 x 40 cm.

Waar een cASRS-systeem (onder andere Autostore) de hoogste opslagdichtheid laat zien tot een werkhoopte van ca. 6 meter, wordt dit deels tenietgedaan door een additionele vereiste hoogte van ca. 2 meter aan lege ruimte boven het systeem (om het systeem manueel van bovenaf te kunnen benaderen). Kortom, bij een werkhoopte van circa 8 meter kruipt opslagdichtheid van de AMR-Shuttle richting die van een cASRS (Autostore-like) systeem. Door de eenvoudigere systeemconfiguratie zijn de integrale systeemkosten echter lager. De AMR-Shuttle is daarmee deels concurrerend met het Autostore-systeem en verwanten. Dit zien we terug in figuur 6.

De ASRS-systemen (shuttles) behoren tot een andere orde, hier speelt opslagdichtheid een beperktere rol, maar is juist throughput (bakpresentaties) doorslaggevend.

Kwantitatieve vergelijking

In figuur 7 zijn de zes systemen gepositioneerd op relatieve systeemkosten en relatieve throughput. In figuur 8 worden de systemen in absolute waarden gepositioneerd naar bereik. Het gaat hierbij om orderlines per uur versus SKU's in het systeem.



Figuur 8: Positionering systemen op throughput en SKU's
(bron: WHEREHOWS)

Kwalitatieve vergelijking

In figuur 7 was te zien dat er binnen het spectrum van robotic oplossingen twee uitersten zijn te onderkennen. Enerzijds de PA-AMR waarbij de picker de robot volgt (Follow Bot, P2G) en anderzijds de Shuttle systemen (ASRS). Waar Shuttle-systemen bij uitstek scoren op throughput-capaciteit scoren PA-AMR-systemen juist op flexibiliteit en schaalbaarheid en snelle implementatie.

In de verdere vergelijking concentreren we ons op midden van het speelveld, omdat deze vier systemen concurrerend zijn met elkaar. Elke magazijnoperatie is anders en dus zal per operatie bekeken moeten worden hoe systemen scoren op assortimentskarakteristieken, vereiste throughputcapaciteit, orderpatronen, seizoens-/dagpieken, responsiviteit en doorlooptijd. Afhankelijk van deze operationele vereisten zullen systemen dan ook beter of slechter uit de bus komen waar het gaat om kwantitatieve prestaties.

Mede bepalend bij het komen tot een gefundeerde systeemkeuze zijn kwalitatieve aspecten. In figuur 9 zijn de vier systemen beoordeeld op meerdere kwalitatieve aspecten. Dit overzicht is niet uitputtend, maar geeft een goed inzicht in de sterktes en zwaktes van de systemen in vergelijking tot elkaar.

	Implementatie systeem	Breedte assortiment	Schaalbaarheid capaciteit	Complexiteit besturing	Integratie inboundproces	Ergonomie orderpicking
ASRS (Shuttle System)						
cASRS (Autostore-like System)	Goed	Best	Best	Best	Best	Best
AMR-Shuttle (Totes)	Best	Goed	Best	Best	Best	Best
G2P-AMR (Pods)	Best	Best	Best	Goed	Goed	Goed
PA-AMR (Multi Bot)	Best	Best	Best	Goed	Goed	Goed
PA-AMR (Follow Bot)						

Score
Best
Goed
Medium

*Figuur 9: Score op kwalitatieve aspecten
(bron: WHEREHOWS)*

Pak 'n bak

Figuur 9 laat zien dat alle vier oplossingen als beste scoren op onderscheidende aspecten. Doorslaggevend bij meerdere aspecten is het al dan niet gebruiken van opslagbakken in het systeem. Het gebruikmaken van bakken binnen zowel het inbound- als het outboundproces levert doorslaggevend voordelen op.

In een bakkensysteem is veelal sprake van een 1:1 relatie tussen SKU en lastdrager (bak), dit in tegenstelling tot Kiva-achtige systemen waar pods een grote diversiteit aan producten kunnen hebben. Producten kunnen eenvoudig en ergonomisch van bovenaf uit bakken worden gepickt in tegenstelling tot picken van producten uit rekken/pods vanaf de voorzijde. Zowel bij het vullen van de pods als bij het picken van producten uit de pod kan dit lastig en omslachtig zijn.

Producten staan veelal erg dicht op elkaar in bins, wat het lastiger maakt om snel te kunnen picken en aan te vullen. Dit laatste wordt versterkt wanneer niet hele bins maar losse items moeten worden aangevuld. Absoluut voorkomen moet worden dat aan te vullen volumes eerst uit conventionele opslaglocaties (legbord-/palletstelling) worden gepickt om vervolgens op een pod weer aan te vullen. Last but not least, standaardhoogte van een pod is ca. 2-2,5 meter. Hoe hoger je moet picken, hoe lastiger en tijdrovender dit wordt.

Ook in de systeembesturing en productallocatie heeft het werken met bakken nogal wat voordelen, omdat elke bak individueel is te verplaatsen en toe te kennen aan een pickstation. Bij het gebruik van rekken/pods is dit complexer, omdat sprake is van een 1:n relatie. Vragen die hierbij spelen zijn o.a.: Welke SKU's per pod te combineren?, Over hoeveel pods de voorraad per SKU verdelen?, Op welke positie op de pod een SKU alloceren?, Hoe de vulgraad per pod te optimaliseren?, Hoe diversiteit in typen opslagbins over de pods te minimaliseren?

Daar waar het een bakkensysteem betreft is het inboundproces veel eenvoudiger te integreren. Bij de AMR-Shuttle kan het inboundproces volledig worden ontkoppeld van het outboundproces. Gevulde bakken worden door robots opgepakt en getransporteerd naar opslaglocaties in statische rekken. Bij Autostore-achtige systemen gebeurt dit direct aan het opslagsysteem.

Conclusie

Binnen het speelveld van Warehouse Robotics zijn drie clusters te onderkennen. Zowel de P2G als de G2P-systemen zijn verder uitgewerkt, gepositioneerd en vergeleken op kwantitatieve en kwalitatieve aspecten. Hieruit komen een low-end oplossing, een high-end oplossing en vier middle-end oplossingen naar voren. Bij de middle-end oplossingen zijn deze deels overlappend, deels onderscheidend.

Om tot een onderbouwde keuze te komen is vooraleerst gedetailleerd inzicht nodig in assortiment, volumestromen, orderpatronen, piekvorming etc.

In een volgend artikel zal worden ingegaan op vragen die (potentiële) gebruikers zich dienen te stellen en te beantwoorden om tot een onderbouwde keuze te (kunnen) komen. Hiervoor reiken wij vereiste inzichten vanuit data-analyse en modellering aan.