

## Summary (in Dutch)

In productie en magazijn omgevingen is een stijgende behoefte om de efficiëntie te verbeteren. Automatisering van magazijn systemen kan een bijdrage leveren aan deze behoefte. Dit onderzoek legt de focus op de presentatie van 'material handling' apparatuur, specifiek op 'Automated Storage and Retrieval Systems'. Om het onnodig palletizeren of depalletizeren van producten na batch producties te voorkomen worden de mogelijkheden naar het direct opslaan van producten onderzocht. Dit onderzoek presenteert verschillende AS/RS welke geschikt zijn om kleine goederen over te slaan, toepasbaar in de eetwaren en drank industrie.

Binnen een magazijn zijn er vier basis processen die producten ondergaan: ontvangen, opslaan, orders ophalen en versturen. Om het ontwerp en de operationele problemen in een magazijn te interpreteren heeft Groover zes verschillende maatstaven geïdentificeerd om de performance van een warenhuis te bepalen: *opslag capaciteit, opslag dichtheid, toegankelijkheid, systeem doorvoer, gebruik en beschikbaarheid*.

Deze maatstaven zijn belangrijk om de eisen van een magazijn te bepalen waaraan deze moet voldoen.

Volgens B. Rouwenhorst kunnen de magazijn karakteristieken van drie verschillende gezichtspunten worden bekeken: *de magazijn processen, de magazijn resources en de magazijn organisatie*.

Kijkende naar het niveau van automatisering worden er drie verschillende magazijnen onderscheiden: *een manueel magazijn, een geautomatiseerd magazijn en een automatisch magazijn*. Dit onderzoek presenteert concepten met zo min mogelijk werknemers, maar soms zullen werknemers nodig blijven.

Er zijn drie verschillende niveaus waarop beslissingen aangaande het ontwerp en de operationele problemen in een magazijn moeten worden gemaakt: *strategisch, tactisch en operationeel*. Keuzes over welke AS/RS geïmplementeerd moet worden gebeurt op strategisch level, omdat de mogelijke investeringen hoog en lange termijn zijn. Dit onderzoek laat zien welke systemen op de moment 'op de markt' zijn en worden gebruikt in magazijnen.

Een standaard AS/RS bestaat uit de volgende componenten: *opslag structuur (rek frame), opslag,- en ophaal machine, opslag modules, 'pick-en-deposit' stations en een controle systeem (meestal een Magazijn Management Systeem)*.

AS/RS worden in vele industrieën gebruikt en voor de overslag van kleine goederen (geen pallets) kunnen de volgende systemen worden gebruikt:

### *Miniload:*

Een miniload is een kraan bevestigd aan een rails tussen twee opslagrekken en is in staat om producten op te slaan en op te halen. De 'retriever' (het apparaat dat het opslaan en ophalen van de producten respectievelijk in en uit het rek doet) kan zowel horizontaal als verticaal verplaatsen zodat alle opslag locaties toegankelijk zijn.

### *Multishuttle:*

Multishuttle systemen bestaan uit meerdere shuttles die de schappen kunnen bereiken op verschillende niveaus via een lift. Elk level heeft rails om de shuttles te begeleiden. In deze configuratie is het mogelijk om meerdere opslag,- en ophaal opdrachten tegelijkertijd uit te voeren.

### *Carousel systeem:*

Het basisprincipe is dat complete opslag rekken horizontaal of verticaal rond kunnen draaien om een specifieke opslagdoos vooraan te brengen waar het op een lopende band kan worden gezet.

### *Quad systeem:*

Met een Quad systeem is het mogelijk om tegelijkertijd vier voorraadeenheden op te slaan of op te halen. Het basis principe is gelijk aan de multishuttle, nu met verschillende quad systemen boven elkaar. Deze kunnen niet via een lift van niveau veranderen.

Deze oplossingen lijken toepasbaar op de voorbeeld case, welke de volgende kenmerken heeft (gedeeltelijk gebaseerd op aannames om te kunnen illustreren wat voor invloeden parameters kunnen hebben in de keuze voor een AS/RS):

- Product dimensie van 100x100x100 mm tot 400x600x400 (LxBxH)

- Kleine producten worden overgeladen in voorraadeenheden (SKU's) met de dimensie 400x600x400 mm, omdat kleine producten niet hanteerbaar zijn voor een AS/RS
- Een productiebatch bevat +/- 2500 productie eenheden en het kost één uur om dit te produceren.
- Zes situaties worden gepresenteerd met een gewenste opslagcapaciteit van 2, 3 of 4 productie dagen en met 3, 4 of 5 productie lijnen.

Met deze data kan de minimale opslag capaciteit van een magazijn uitgerekend worden en ook het aantal cycli een AS/RS moet maken om alle SKU's te verwerken. Gebruikmakend van deze data blijkt een miniload een gepaste oplossing.

Voor en na de opslag van producten in de AS/RS kan ook gebruik gemaakt worden van ander materieel zoals robots, lopende banden en AGV's. Het is ook mogelijk om werknemers in plaats van robots te gebruiken.

Met een simpele kosten calculatie worden twee AS/RS concepten vergeleken: een met medewerkers en een met robots. In deze simpele calculatie betaald het concept met robots zichzelf in vier jaar terug. Dit is een simpele calculatie waarin energy kosten, afschrijving, reserveringen etc. niet worden meegenomen.

Concluderend kan gezegd worden dat er vele AS/RS configuraties mogelijk zijn, welke allemaal afgesteld kunnen worden op klantenwens. De meeste concepten zijn modulair en kunnen dus gemakkelijk uitgebreid worden als mogelijke toekomstige groei in overweging wordt genomen. De maatstaven geïdentificeerd door Groover zijn belangrijk om in overweging te nemen voordat de ontwerp fase start. Tijdens het vinden van mogelijkheden op het gebied van AS/RS bleek het moeilijk om financiële cijfers te kunnen krijgen. Er worden wat kosten indicaties genoemd maar leveranciers gaven aan dat projecten altijd op maat gemaakt worden en het daarom moeilijk is om financiële informatie te verstrekken.

Een voorbeeld case wordt gebruikt om een vergelijking te maken tussen een conceptueel ontwerp met gebruik van werknemers en één met robots. Om een beslissing te kunnen maken over de automatisering van een magazijn is er data nodig om de eisen van een AS/RS te kunnen bepalen. Het doel van het onderzoek was om Automated Storage en Retrieval Systemen te presenteren welke kleine producten kunnen opslaan en ophalen. Hiervoor zijn vier verschillende systemen en enkele variaties gepresenteerd en de voorbeeld case geeft een vereenvoudigde weergave over performance maatstaven die in acht worden genomen. Echter elke individuele business case zal diepgaand moeten worden geanalyseerd voordat een configuratie kan worden gekozen die aan alle eisen voldoet.