

# Orderpicking

A-lympiade-voorrunde-opdracht, 29 november 2002



De Wiskunde A-lympiade wordt gesponsord door **Texas Instruments**

## Inleiding

In distributiecentra, eigenlijk grote magazijnen, liggen veel producten opgeslagen in lange gangen.



Klanten, meestal winkels, plaatsen bestellingen bij het distributiecentrum. Werknemers van het distributiecentrum krijgen op een centrale plaats een orderbon uitgereikt en rijden of lopen, bijvoorbeeld met een karretje, door de gangen om de producten die op de orderbon staan te verzamelen. Dit heet *orderpicking*.

Uiteraard is het de bedoeling dat de ‘orderpicker’ van het distributiecentrum zo efficiënt mogelijk werkt. Met andere woorden: het is de bedoeling dat de producten op iedere orderbon zo snel mogelijk worden verzameld. In deze A-lympiadeopdracht onderzoek je verschillende zaken die hiermee te maken hebben.

Allereerst is het belangrijk om te achterhalen wat efficiënte routes zijn door een distributiecentrum, om de artikelen van een gegeven order te verzamelen. Ook is de inrichting van een distributiecentrum uitermate belangrijk voor de efficiëntie. Bij het ontwerpen van een distributiecentrum zijn er meestal nogal wat mogelijkheden bijvoorbeeld in het aanleggen van dwarsgangen en in het plaatsen van de producten. Zo kan er door een handige inrichting bijvoorbeeld voor gezorgd worden dat de afstand die de orderpickers (gemiddeld) af moeten leggen zo klein mogelijk is.

Je gaat eerst onderzoeken welke soorten routes efficiënt zijn in een gegeven distributiecentrum zonder en met dwarsgangen. Daarna probeer je om een distributiecentrum zo efficiënt mogelijk in te richten en je geeft advies over korte looproutes.

## **Werkwijzer**

Deze wiskunde A-lympiade opdracht bestaat uit 5 inleidende opdrachten en een eindopdracht.

### **Algemene adviezen bij het werken aan deze opdracht**

*Tips:*

1. Lees eerst de volledige tekst van de opgave door zodat je weet wat jullie allemaal te doen staat.
2. Houd een set van de werkbladen onbeschreven zodat je als dat nodig is extra kopieën kunt maken.
3. Bewaak de tijd die jullie besteden aan de inleidende opgaven. Verdeel de taken waar mogelijk, en overleg als nodig.
4. Als je taken hebt verdeeld bespreek dan voor je aan de eindopdracht begint de resultaten van de inleidende opdrachten met elkaar.
5. Verplaats je als team bij de eindopdracht goed in de beschreven rol.
6. Bij de eindopdracht is het belangrijk dat je je adviezen onderbouwt. Dit is een belangrijk aspect in de beoordeling!
7. Zorg dat het resultaat een echt rapport is met alles wat gevraagd wordt erin.

### **Inleidende opdrachten**

*Doel:* Kennismaking met het onderwerp en verkenning van een deel van het probleem.

*Werkwijze:* Probeer taken te verdelen, je kunt bijvoorbeeld de opdrachten 2, 3 en 4 verdelen over de teamleden en ze zo tegelijkertijd doen.

*Tijdsbesteding:* Niet langer dan 3 uur.

*Product:* Verwerk de resultaten van deze opdrachten in het eindrapport.

### **Eindopdracht: Dit is het belangrijkste onderdeel van de opgave**

*Doel:* Onderbouwde adviezen geven over de efficiënte inrichting van een magazijn en over strategieën voor het kiezen van korte looproutes.

*Tijdsbesteding:* Reserveer voldoende tijd voor het schrijven van het eindrapport.

*Product:* Een rapport met onderbouwde adviezen waarin ook de resultaten van de inleidende opdrachten zijn verwerkt.

### **Inleveren**

- Een volledig rapport met onderbouwde adviezen over inrichting en looproutes met een handleiding voor de orderpickers. Verwerk de resultaten van de inleidende opdrachten erin. Zie ook hierboven en lees de opdrachten goed door!

## **Schrijf met zwarte pen of print A4 blaadjes in verband met de kopieerbaarheid! De jury kijkt kopiën na!**

### **Beoordeling**

Het eindrapport wordt beoordeeld. Daarbij wordt onder andere gelet op:

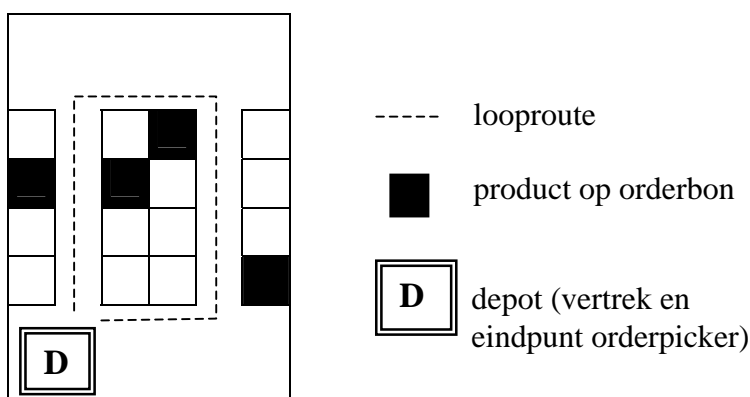
- de volledigheid (zit alles erbij is alles gedaan?)
- het gebruik van wiskunde
- de gebruikte argumentatie en de verantwoording van gemaakte keuzes (hierbij kan de realiteitswaarde een rol spelen)
- de helderheid van de beschreven adviezen, de onderbouwing en de handleiding
- de diepgang waarmee een en ander is gedaan
- manier van presenteren o.a de vorm - is het een echt rapport? -, leesbaarheid, structuur enzovoort.

**veel plezier en succes**

## Uitgangspunten bij de magazijnen in de opdrachten

In tekening 1 zie je een inrichting van een magazijn met in totaal 16 kasten die aan één kant open zijn. Een van de orderbonnen bevat 4 verschillende producten die in de tekening zijn aangegeven; een bijbehorende mogelijke looproute voor de ‘orderpicker’ is getekend.

Tekening 1



Om te kunnen *berekenen* wat efficiënte routes zijn in dit distributiecentrum doen we een aantal aannames. In tekening 1 vind je een aantal van die aannames terug.

- Per type product is een kast (met ‘planken’) beschikbaar van 1 meter breed en 1 meter diep. (De hoogte en het aantal planken zijn niet van belang voor deze opdracht).
- De gangen zijn ook 1 meter breed.
- Elke kast is aan één zijde - de gangzijde - open.
- De looproute van de orderpickers is midden door de gangen waaraan de producten liggen. In de dwarsgangen voor- en achterlangs mag je ervan uit gaan dat hij zo dicht mogelijk langs de kasten loopt.
- Oversteken van paden is niet nodig: de orderpicker kan vanuit het midden van de gang bij de kasten aan beide zijden.
- Indien een product uit de kast wordt gehaald, dan stopt de orderpicker precies voor het midden van de kast.
- Begin en eind van de looproute liggen bij het **begin** van de eerste kast, daar is het depot.

## Inleidende opdrachten

### Opdracht 1

Bereken de lengte van de looproute die bij de order in de tekening hoort.

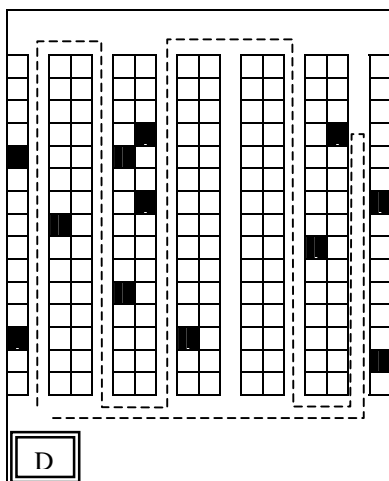
Onderzoek bij de opstelling in tekening 1 wat alle mogelijke verschillende route-lengtes kunnen zijn bij orders met 4 verschillende producten.

In de bijlage vind je een werkblad van dit magazijn.

## De S- route

In tekening 2 zie je een groter distributiecentrum met plaats voor 180 verschillende producten.

Tekening 2



Getekend is een order met 12 producten en een looproute. Voor deze situatie gelden dezelfde aannames als bij het magazijn uit tekening 1. Start en eindpunt zijn steeds bij het depot D.

De orderpicker verzamelt de producten volgens de zogenaamde 'S- route'.

Bij deze route worden de gangen die bezocht moeten worden helemaal doorgelopen.

Dit geldt niet per se voor de laatst bezochte gang. Gangen waaruit geen product gehaald hoeft te worden, worden overgeslagen. Op deze manier worden de gangen doorlopen in een route die de vorm van een S heeft. De route wordt begonnen bij het depot. De orderpicker verlaat een gang dus niet aan dezelfde kant als waar hij de gang is binnen gekomen, met als mogelijke uitzondering de laatste gang. Immers: nadat het laatste product is gepakt loopt de orderpicker op de kortst mogelijke manier terug naar het depot.

Deze S-strategie wordt vaak gebruikt, vanwege de eenvoudige structuur, die het voor velen gemakkelijk te begrijpen en te gebruiken maakt.

### Opdracht 2

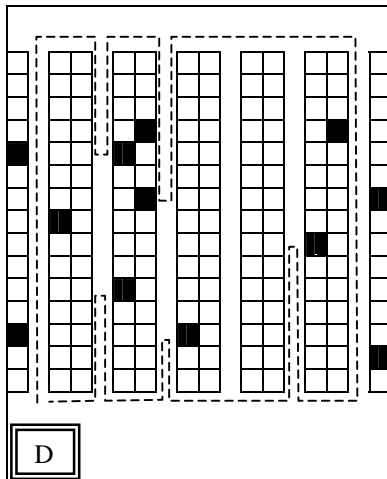
- Bereken de looppengte van de getekende route. Je mag in al je berekeningen de afstand tussen het depot en het begin van de linkergang verwaarlozen.  
Bedenk, bij het distributiecentrum van tekening 2, een order van 12 verschillende producten waarbij de S-route een extreem lange looppengte heeft.  
Bedenk, eveneens bij dit distributiecentrum, ook een order van 12 verschillende producten waarbij de S-route een extreem korte looppengte heeft.
- Onderzoek bij welke soorten orders de S-route kort is. Geef hierbij duidelijke uitleg en illustreer dit met voorbeelden. Je hoeft je niet te beperken tot alleen orders met 12 producten.

Ook van deze situatie zijn er werkbladen die je kunt gebruiken.

## De tot-het-midden-route

In tekening 3 zie je hetzelfde distributiecentrum met dezelfde order van 12 producten als in opdracht 2. Nu is de looproute gekozen volgens het zogenaamde ‘tot-het-midden’-principe.

Tekening 3



In deze strategie gaat een orderpicker de meest linkse gang door, met meenemen van de nodige producten, naar de achtergang. Vanuit deze gang worden de producten gepakt die vóór het midden van de zijgangen liggen. Via de meest rechtse gang gaat de orderpicker naar de voorgang en pakt vervolgens de producten die van hieruit vóór het midden liggen.

Als een product precies in het midden van een zijgang ligt, wordt de keuze bepaald door de eventuele aanwezigheid van een ander gekozen product.

Een kenmerk van deze strategie is dus dat de orderpicker een gang altijd aan dezelfde kant verlaat als waar hij er ingaat. Dit geldt niet voor de eerste en laatste gang die hij bezoekt.

### Opdracht 3

- Vergelijk de looplengte van de getekende route met die van de S-route bij deze order.
- Onderzoek bij welke soort orders de ‘tot-het-midden-strategie’ korte routes oplevert. Geef hierbij duidelijke uitleg en illustreer dit met voorbeelden. Je hoeft je niet te beperken tot alleen orders met 12 producten.

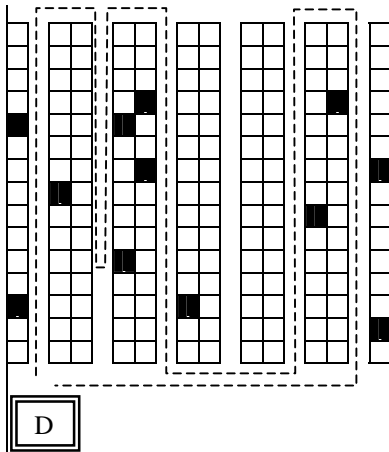
Gebruik zonodig weer de werkbladen.

## Gang-voor-gang-routes

In de gang-voor-gang-strategie bezoekt de orderpicker elke gang maximaal 1 keer. Hij bepaalt zelf waar hij een bezochte gang weer verlaat: aan de kant waar hij erin ging of aan de andere kant. Natuurlijk is het weer de bedoeling een route zo kort mogelijk te houden.

In tekening 4 zie je een gang-voor-gang-route weergegeven bij dezelfde order van 12 producten. Er zijn meer gang-voor-gang-routes mogelijk bij deze zelfde order!

Tekening 4



### Opdracht 4

- Onderzoek welke gang-voor-gang-routes mogelijk zijn bij de order in tekening 4, en vergelijk de lengtes ervan. Vergelijk de lengtes ook met de andere routes bij deze order uit opdracht 2 en 3.
- Onderzoek bij welke soorten orders de gang-voor-gang-strategie korte routes oplevert? Geef hierbij duidelijke uitleg en illustreer dit met voorbeelden. Je hoeft je niet te beperken tot alleen orders met 12 producten.

Gebruik zonodig weer de werkbladen.

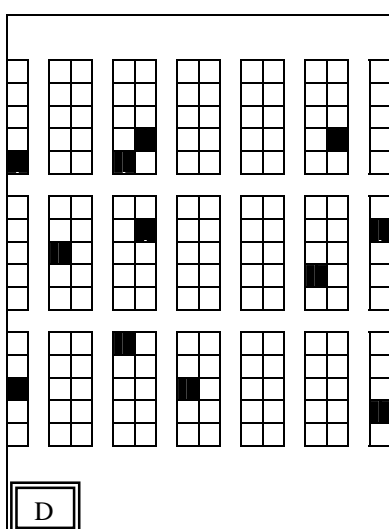
## Andere routes

In bovenstaande opdrachten heb je drie strategieën voor het bepalen van routes vergeleken. Naast deze volgens een vaste strategie bepaalde routes zijn er ook andere en soms zelfs kortere routes mogelijk, bijvoorbeeld door een slimme combinatie van de strategieën toe te passen.

## Dwarsgangen

In tekening 5 zie je hetzelfde distributiecentrum voor 180 producten; nu zijn er echter dwarsgangen aangebracht. Die dwarsgangen zijn even breed als de hoofdgangen. Er kunnen geen producten gepakt worden vanuit de dwarsgangen. Je ziet dezelfde order weer ingetekend.

Tekening 5



## Opdracht 5

Onderzoek of er nu kortere looproutes mogelijk zijn bij de getekende order. Beschrijf ook volgens welke strategie je je routes hebt gemaakt.

Bij welke soort orders zijn deze dwarsgangen handig, dat wil zeggen: zorgen ze in dit magazijn voor kortere routes? Geef weer duidelijke uitleg en illustreer dit met voorbeelden. Ook hier geldt: beschrijf ook volgens welke strategie je een route hebt gemaakt. Je hoeft je niet te beperken tot alleen orders met 12 producten.

Gebruik zonodig weer de werkbladen.



## Eindopdracht

Het magazijn/distributiecentrum voor 180 producten dat in de inleidende opgaven voorkomt krijgt een nieuwe eigenaar en moet opnieuw worden ingericht. De eigenaar wil het magazijn in ieder geval zo inrichten dat de orderpickers zo efficiënt mogelijk kunnen werken. Hij vraagt daarom een bureau gespecialiseerd in magazijninrichting om advies zowel over de inrichting als over de te nemen looproutes. Jullie team werkt op dit bureau en krijgt deze opdracht.

De eigenaar van het magazijn geeft jullie een plattegrond van de huidige situatie (zie tekeningen 2, 3 en 4) met de volgende informatie:

Er is niet veel variatie mogelijk: dezelfde kasten worden gebruikt en ook blijft het aantal hoofdgangen hetzelfde. De breedte van de gangen verandert ook niet en het depot (begin en eind van de looproutes) blijft op dezelfde plaats. Wel kunnen er nog dwarsgangen worden aangebracht: hoeveel en waar staat vrij. Het magazijn is lang genoeg om daarin te variëren.

De volgende gegevens zijn bekend over de producten die in het magazijn worden opgeslagen. Elk product heeft een nummer van 1 t/m 180. De producten zijn ingedeeld in 4 groepen: A, B, C en D.

- 15% van de producten zit in groep A; elk van deze producten komt op 60% van de orders voor. Dit zijn dus zeer gewilde producten!
- 20% van de producten zit in groep B; elk van deze producten komt op 25% van de orders voor.
- 30% van de producten zit in groep C; elk van deze producten komt op 10% van de orders voor.
- 35% van de producten zit in groep D; elk van deze producten komt op 5% van de orders voor. Deze producten worden dus slechts af en toe besteld.

In een tabel:

productgroep	% van totaal	In % orders
A	15%	60%
B	20%	25%
C	30%	10%
D	35%	5%

### Opdracht

Schrijf een adviesrapport voor het bedrijf over een zo efficiënt mogelijke inrichting van het magazijn. Neem daarin in ieder geval op:

- De voorgestelde indeling van het magazijn: waar komen eventueel dwarsgangen?
- De voorgestelde verdeling van de producten over de kasten.
- Een handleiding voor de orderpickers waarin voor de verschillende orders beschreven staat hoe een efficiënte looproute gekozen moet worden.

Uit het adviesrapport moet de eigenaar van het magazijn duidelijk kunnen opmaken waarop jullie voorstellen zijn gebaseerd en waarom deze voorstellen inderdaad een efficiënte inrichting en een goede keuze van routes inhouden. Gebruik hierbij de resultaten van de inleidende opdrachten. Illustraties en voorbeelden kunnen een rapport duidelijker en begrijpelijker maken.

**Werkblad**

Diagram showing a 4x4 grid with some cells filled with black. The grid is arranged as follows:


Below the grid is a box containing the letter **D**.

**OPDRACHT 1**

Diagram showing a 4x4 grid with all cells empty. The grid is arranged as follows:


Below the grid is a box containing the letter **D**.

Diagram showing a 4x4 grid with all cells empty. The grid is arranged as follows:


**D**



Werkblad




OPDRACHT 5