
Opgave wiskunde B-dag november 1999

Mobiel telefoneren volgens Mercur

Mercur start met zekerheid en is toekomstgericht

Mercur is een nieuw bedrijf in telecommunicatie dat zich op de Nederlandse markt richt.

In tegenstelling tot andere bedrijven start Mercur zijn activiteiten pas als het Nederlandse net er voor klaar is en men zeker weet dat het bedrijf met de verworven inzichten en ervaringen verder kan gaan.

Omdat het bedrijf toekomstgericht is, doet het echter nu reeds -theoretisch- onderzoek hoe veel grotere gebieden dan Nederland ontsloten kunnen worden voor mobiele telefonie.

Deze wiskunde B-dag opgave moet een concurrerende bijdrage aan dat onderzoek leveren en bevat daarom twee componenten:

- *een theoretische, algemene, component,*
- *een praktische, op Nederland gerichte component.*

Hoe werkt een mobiel net?

Een net voor mobiele telefonie bestaat uit een groot aantal zend- en ontvangstmasten. Het oproepsignaal van een mobiele telefoon wordt door een in de buurt staande mast opgevangen. Deze geeft het signaal door naar een centrale, alwaar de positie van de ingeschakelde telefoon in een computer wordt bijgehouden. Stel nu dat persoon A wil bellen met persoon B. A toetst het nummer van B in. De oproep wordt door de zendmast doorgestuurd naar een centrale. Daar wordt uitgezocht waar de telefoon van B zich bevindt, er wordt een signaal naar een mast in de buurt van B gestuurd en uiteindelijk wordt de verbinding gelegd.

De huidige stand van de informatietechnologie maakt het mogelijk dat de centrale computer zeer snel voor alle gespreksaanvragen de juiste route via de zenders kan bepalen. Het feitelijk leggen van de verbindingroute is dus geen probleem meer.

Maar daarvoor moeten nog wel voldoende zend- en ontvangstmasten geplaatst zijn, en die moeten zodanig geplaatst zijn dat het werkgebied voldoende zeker overdekt is.

Deze wiskunde B-dag opgave gaat dan ook alleen over het probleem van de meest gunstige plaatsing en keuze van de zend- en ontvangstmasten.

Gunstig betekent natuurlijk gewoon: goedkoop.

Aard van ontvangst- en zendapparatuur

Een mobiele telefoon zelf is een kleine zender en ontvanger in één; het zendbereik is echter beperkt omdat het zendvermogen slechts 1 watt is.

Het hangt ook van de kwaliteiten van de ontvangstmast af wat de mogelijkheden zijn. Er zijn twee typen: *masten* en *torens*. Bij beide is de sterkte in alle richtingen gelijk en hangt het er dus alleen vanaf hoever je met je mobiele telefoon van mast of toren af zit.

Gegevens over de masten:

- *afstand van 10 kilometer of minder van de mast: verbinding is 100% zeker.*
- *afstand tussen 10 en 20 kilometer van de mast: 75% kans op verbinding,*
- *afstand meer dan 20 kilometer tot de mast: minder dan 10% kans op succes.*

Gegevens over de torens:

- *afstand van 20 kilometer of minder van de mast: verbinding is 100% zeker.*
- *afstand tussen 20 en 40 kilometer van de mast: 75% kans op verbinding,*
- *afstand meer dan 40 kilometer tot de mast: minder dan 10% kans op succes.*

Prijsverhouding:

Een toren kost vijf keer zo veel als een mast.

Bij deze wiskunde B-dag-opgave ga je steeds uit van deze gegevens en maak je ook steeds gebruik van het feit dat de gebieden waarin je met de aangegeven kansen ontvangst kan verwachten cirkelvormig zijn.

De grote vraag is: hoe kunnen masten en torens zo ‘gunstig’ mogelijk geplaatst worden.

Aard van het uit te voeren onderzoek

Mercurur is zeer geïnteresseerd in alles wat uit bovenstaande gegevens volgt.

Maar een voorstel dat alleen maar aangeeft “voor Nederland heeft U waarschijnlijk zoveel masten en zoveel torens nodig” zal niet hoog scoren bij Mercurur.

Bij deze wiskunde B-dag bepaal je daarom voor een groot deel je eigen koers.

Het gaat er namelijk om

- *dat er creatieve oplossingen en patronen worden bedacht*
- *dat oplossingen goed onderbouwd moeten zijn met figuren en berekeningen*
- *dat aangetoond wordt dat gekozen oplossingen gunstiger zijn dan andere*
- *dat dit alles in een eindrapport wordt samengevat dat er helder uitziet.*

De twee wiskunde B-dag opgaven

Zoals gezegd bestaat de wiskunde B-dag-opgave uit twee delen:

- *een algemeen theoretisch deel;*
- *een praktisch op Nederland gericht deel.*

Jouw team levert een bijdrage aan beide delen.

Uiteraard sluit jullie praktische oplossing aan op je theoretische inzichten!

Opdracht 1: Algemeen theoretisch deel

In dit deel onderzoek je -en je rapporteert daarover- hoe masten en/of torens in regelmatige patronen geplaatst kunnen worden en wat het effect daarvan op de totaalprijs is.

Je onderzoekt daartoe bijvoorbeeld mastopstellingen in regelmatige patronen als van een bijenraat en van een rechthoekig vierkantjes patroon, of in andere patronen, waarbij ook combinaties van masten en torens kunnen optreden.

Het gaat er dan vooral om welke patronen gunstig zijn voor in alle richtingen zeer uitgestrekte gebieden; dan wordt de prijs praktisch geheel bepaald door het patroon waarmee je de oppervlakte overdekt en niet door de vorm van de grens van het gebied. Je onderzoekt dus de prijs per oppervlakte-eenheid en houdt geen rekening met speciale randeffecten.

Je kunt het onderzoek richten op een 100% zekere dekking, maar je kunt ook overwegen gedeelten van het gebied slechter te bedienen, als dat gedeelte betrekkelijk klein is en het netwerk van masten en torens er relatief veel goedkoper van wordt.

Denk er aan: jij rekent in je eindrapport regelmatige plaatsingsmogelijkheden voor Mercurus door en licht die toe. De directie van Mercurus neemt uiteindelijk de beslissing of ze met jouw voorstellen en inzichten in zee gaan.

Opdracht 2: Praktisch op Nederland gericht deel

Bij dit deel gebruik je intensief de kaart van Nederland.

Ook hier liggen veel mogelijkheden open.

Je kunt Mercurus bijvoorbeeld voorstellen eerst de grote steden en de snelwegen te overdekken en daarvoor een geschikte masten- en torens-plaatsing aan te geven. Of misschien kom je tot de conclusie dat dit bij de latere uitbreiding naar het hele land zo'n grote handicap is dat het afgeraden moet worden. Dan motiveer je dát in je rapport.

Je kunt een voorstel geven voor plaatsing waardoor heel Nederland al dan niet 100% zeker overdekt wordt. Je kunt eventueel doorrekenen hoeveel een latere voltooiing tot een volledig zeker net dan gaat kosten.

Misschien zijn er nog andere voorstellen mogelijk.

In je rapport licht je jouw plaatsingsvoorstellen, die je nauwkeurig op de kaart aangeeft, toe en geef je argumenten aan waarom jouw voorstel gunstiger is dan andere mogelijkheden.

Bijlagen en te gebruiken apparatuur

Per onderzoeksgroep zijn er 5 kaarten van Nederland op A3-formaat beschikbaar; deze kaarten zijn exact op de volgende schaal

1 cm op de kaart komt overeen met 10 kilometer op het terrein.

Je wordt verondersteld zelf een rekenmachine bij je te hebben als je die nodig denkt te hebben.

Computers van de school staan tot je beschikking en die kun je gebruiken op alle mogelijke manieren die deze apparaten toestaan.

