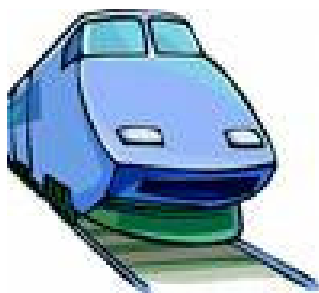


Een nieuw spoorwegnet?

Eén van de grootste en meest tot de verbeelding sprekende vernieuwingen in 2006 was het overstappen op een nieuwe dienstregeling voor de spoorwegen.



In deze opgaven stellen we een andere vraag: Als je opnieuw zou mogen beginnen met het aanleggen van een spoorwegnet, welke keuzes zou je dan allemaal kunnen maken?

In opgave 1 ga je in enkele programma's gegevens analyseren over de plaatsen waartussen een spoorwegnet moet worden aangelegd. Deze gegevens zul je vaak weer nodig hebben bij de volgende opgaven.

In opgave 2 ga je een zogenaamd ster-spoorwegnet ontwerpen. Daarbij zijn verschillende ontwerpcriteria denkbaar. Ook moet je een invoerbestand leveren bij een theoretische opgave

In opgave 3 ga je enkele andere spoorwegnetten ontwerpen.

Bij opgave 4 tenslotte word je uitgedaagd een oplossing te vinden waarvoor de totale kosten, die bestaan uit de aanleg en de gevolgen van eventuele langere reisafstanden, zo klein mogelijk blijven.

We denken niet dat iemand in staat zal zijn alle programma's te schrijven binnen de drie uur die je tot je beschikking hebt. In het opgavenoverzicht kun je zien hoeveel punten je met iedere opgave kunt verdienen.

Afstand en reistijd.

In de hele opgave gaan we er van uit dat de afstand tussen twee plaatsen bepalend is voor de reistijd tussen die plaatsen. De afstanden tussen plaatsen die rechtstreeks met elkaar verbonden zijn staan gegeven in de invoer. Alle afstanden zijn in kilometers.

Invoer:

Alle programma's die je moet schrijven lezen hun invoer uit een bestand `spoor.in`

Op de eerste regel staat een getal N dat het aantal plaatsen dat door spoorwegen moet worden verbonden aangeeft. Er geldt dat $5 \leq N \leq 50$.

Vervolgens worden er voor iedere plaats drie regels vermeld.

Op de eerste regel staat de naam van de plaats, deze naam bestaat uit maximaal 40 tekens. Let op dat er ook spaties in kunnen zitten.

Op de tweede regel staat een getal dat aangeeft hoeveel inwoners de plaats heeft. Dit is een geheel getal (dat staat voor het aantal duizenden inwoners van de plaats). Dit getal is nooit groter dan 999.

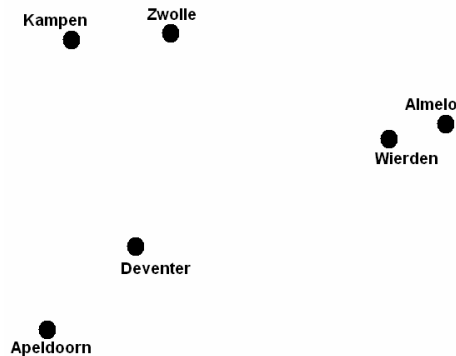
Op de derde regel staan N gehele getallen, gescheiden door spaties. Deze getallen geven de afstanden van deze plaats tot de verschillende plaatsen in de invoer, op de volgorde waarin ze in de invoer voorkomen. Afstanden zijn gehele getallen, niet groter dan 500.

In de invoer komen geen twee plaatsen voor met hetzelfde aantal inwoners.

Voorbeeld (dit bestand wordt bij alle opgaven als voorbeeld gebruikt):

spoor0.in

```
6
Kampen
30
0 13 47 40 27 36
Zwolle
110
13 0 35 30 27 39
Almelo
70
47 35 0 8 40 55
Wierden
12
40 30 8 0 33 48
Deventer
75
27 27 40 33 0 15
Apeldoorn
155
36 39 55 48 15 0
```



Dit voorbeeld komt niet in alle details overeen met de werkelijke ligging en grootte van de aangegeven plaatsen. Ook bij andere voorbeeldbestanden hoeft er geen relatie te bestaan tussen de aangeboden gegevens en de werkelijkheid.

Let op dat bij jureren gebruik gemaakt wordt van andere `spoor.in` bestanden dan in de voorbeelden die je bij de tweede ronde krijgt.

Uitvoer:

Bij alle opgaven is de gevraagde uitvoer een tekstbestand. De naam en inhoud ervan worden bij de opgave vermeld.

Voorbeeldbestanden en testen:

Er zijn bestanden `spoor0.in`, `spoor1.in` tot en met `spoor5.in` beschikbaar waarmee je je programma kunt uitproberen.

Er is een batchfile `test.bat` die je kunt gebruiken op de volgende manier:

```
test niola spoor0.in
```

Met deze opdracht test je het programma `niola` (of op deze plaats één van je andere programma's), waarbij vooraf eerst de invoer uit `spoor0.in` (of op deze plaats één van de andere bestanden) naar het bestand `spoor.in` wordt gekopieerd. Je zult dan zelf moeten controleren of het programma binnen de tijdlimiet stopt en de goede uitvoerfile maakt.

Opgaven tweede ronde. Taakoverzicht.

Opgave	Programma of bestand	Uitvoer	Tijdlimiet	Aantal testen	Per test	Totaal
1A	ni01a	1a.uit	1 sec.	5	2	10
1B	ni01b	1b.uit	1 sec.	5	3	15
1C	ni01c	1c.uit	1 sec.	5	5	25
1D	ni01d	1d.uit	1 sec.	5	4	20
1E	ni01e	1e.uit	1 sec.	5	6	30
2A	ni02a	2a.uit	1 sec.	8	4	32
2B	ni02b	2b.uit	1 sec.	8	6	48
2C	ni02c.in	geen	n.v.t.	1	20	20
3A	ni03a	3a.uit	1 sec.	5	8	40
3B	ni03b	3b.uit	1 sec.	6	10	60
4	ni04	4.uit	10 sec.	5	10 + ?	50 + ?

Let op: Het aantal te halen punten bij opgave 4 staat niet vast.



Opgave 1. De regio verkennen.

In deze opgave moet je een aantal dingen uitzoeken over de regio, het gebied waar het spoorwegnet moet worden aangelegd.

Opgave 1A. De grootste plaats.

Wat is de grootste plaats, dat wil zeggen de plaats uit het invoerbestand met het grootste aantal inwoners?

Schrijf een programma `nio1a` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `1a.uit` wegschrijft. De uitvoer bestaat uit één regel; daarop staat de naam van de plaats in de invoer met de meeste inwoners.

Voorbeeld:

Apeldoorn

Opgave 1B. Aantal inwoners in de invoer.

Hoeveel inwoners hebben de plaatsen in de invoer samen?

Schrijf een programma `nio1b` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `1b.uit` wegschrijft. De uitvoer bestaat uit één regel. Daarop staat de som van de aantallen inwoners van alle plaatsen in de invoer (nog steeds in duizendtallen).

Voorbeeld:

452

Opgave 1C. De plaatsen op aantal inwoners gerangschikt.

Schrijf een programma `nio1c` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `1c.uit` wegschrijft. De uitvoer bestaat uit N regels; op iedere regel staat één plaatsnaam, de plaatsnamen zijn aflopend gesorteerd op aantal inwoners.

Voorbeeld:

Apeldoorn
Zwolle
Deventer
Almelo
Kampen
Wierden

Opgave 1D. Maximale spoorlengte.

Als je alle plaatsen met een rechtstreeks spoor verbindt, wat is dan de totale afstand aan spoor dat moet worden aangelegd?

Schrijf een programma `niold` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `ld.uit` wegschrijft. De invoer bestaat uit één regel; daarop staat de totale lengte van alle mogelijke spoorverbindingen.

Voorbeeld:

493

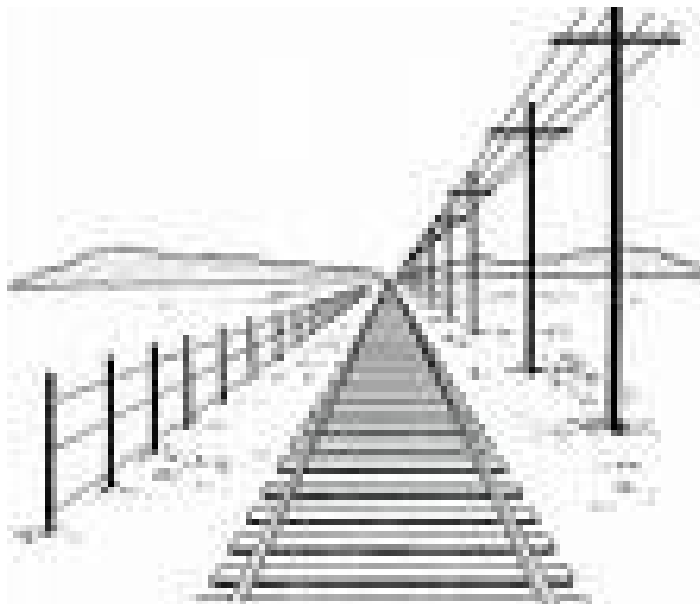
Opgave 1E. Een moeilijkst te missen verbinding.

Omdat je alle rechtstreekse afstanden kent is het mogelijk om te zien welke afstand een reiziger minimaal extra moet afleggen als er een rechtstreekse verbinding tussen twee plaatsen mist. Als er in het voorbeeld geen verbinding zou zijn tussen Zwolle en Kampen wordt de afstand (via Deventer) 54 in plaats van 13; de extra afstand is dan dus 41. In deze opgave zoeken we een verbinding waarvoor als deze wordt weggelaten de minimaal benodigde extra afstand het grootst is.

Schrijf een programma `nie1e` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `1e.uit` wegschrijft. De invoer bestaat uit 2 regels; op elke regel staat één plaatsnaam. Het zijn plaatsen waarvoor de extra afstand zonder een rechtstreekse verbinding maximaal is. De plaatsen staan op alfabetische volgorde.

Voorbeeld:

Almelo
Wierden



Opgave 2. Een sterspoorwegnet.

Een sterspoorwegnet is een net waarbij alle plaatsen met één centrale plaats verbonden zijn. Er kunnen verschillende criteria worden gebruikt om die centrale plaats te kiezen.

Een dubbel sterspoorwegnet is een net waarbij er twee centrale plaatsen zijn, die onderling zijn verbonden. Vanuit iedere andere plaats is er een verbinding naar de dichtstbijzijnde centrale plaats.

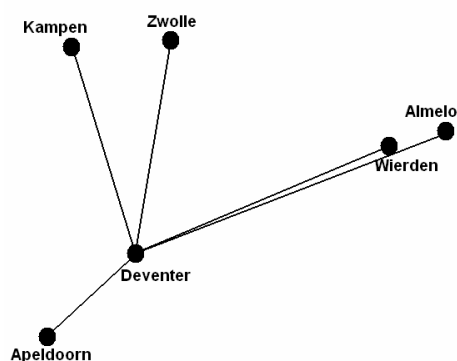
Opgave 2A. Minimaliseer de totale afstand

Het eerste criterium dat we gaan bekijken is de som van de afstanden van alle aan te leggen verbindingen. Als die som minimaal is hoeft er zo weinig mogelijk rails te worden aangelegd!

Schrijf een programma `nio2a` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `2a.uit` wegschrijft. In het uitvoerbestand staat de naam van het centrum van een sterspoorwegnet waarvoor de som van de afstanden van de spoorverbindingen tussen het centrum en de andere plaatsen in het netwerk minimaal is.

Voorbeeld:

Deventer



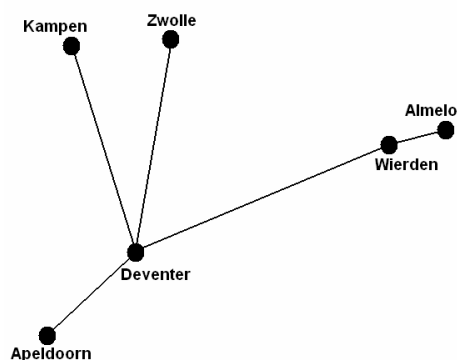
Opgave 2B. Een dubbel sterspoorwegnet met minimale totale reistijd.

In deze opgave gaan we bepalen welke twee plaatsen als centrale plaatsen worden genomen van een dubbel sternetwerk als de som van de reistijden minimaal moet zijn.

Schrijf een programma `nio2b` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `2b.uit` wegschrijft. In het uitvoerbestand staan de namen van de twee centrale plaatsen van een dubbel sterspoorwegnet waarvoor de som van de afstanden van alle aangelegde verbindingen in het netwerk minimaal is. De plaatsen staan op alfabetische volgorde, ieder op één regel.

Voorbeeld:

Deventer
Wierden



Opgave 2 C. Een dubbel sterspoorwegnet dat ook enkel sterspoorwegnet is.

Kun je een invoerbestand ontwerpen dat wanneer je de som van de spoorafstanden wilt minimaliseren hetzelfde ontwerp geeft voor een dubbel sterspoornet als voor een enkel sterspoornet? Met andere woorden, een sterspoornet dat bij opgave 2A en bij opgave 2B hetzelfde is?

Schrijf een bestand `nio2c.in` dat dezelfde indeling heeft als de bestanden `spoor.in` en invoer vastlegt waarvoor het dubbele sterspoorwegnet en het enkele sterspoornet met minimale totale afstanden hetzelfde zijn. In het bestand moeten precies 5 plaatsen worden beschreven met willekeurige namen en inwoneraantallen.



Afbeelding: Een deel van het huidige spoorwegnet.

Opgave 3. Enkele andere netwerken.

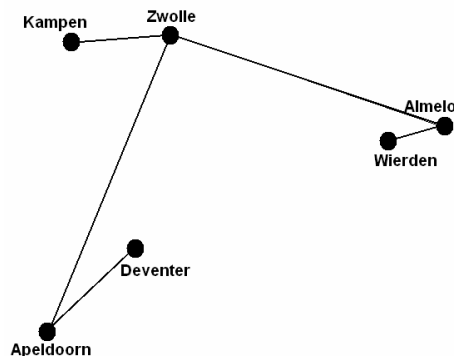
Opgave 3A. De grootste plaatsen eerst verbinden.

Een heel andere benadering is de volgende: Verbind eerst de twee grootste plaatsen uit de invoer. Voeg daarna de andere plaatsen uit de invoer toe, op volgorde van grootte, door ze te verbinden met een plaats die al in het netwerk is opgenomen.

Schrijf een programma `nio3a` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `3a.uit` wegschrijft. De uitvoer bestaat uit N regels van elk N tekens: Er staat een 0 als er tussen twee plaatsen geen verbinding wordt gemaakt of een 1 als dat wel het geval is. Tussen een plaats en zichzelf wordt nooit een verbinding gemaakt. Plaatsen worden op volgorde van inwoneraantal verbonden met plaatsen die al in het netwerk zijn opgenomen.

Voorbeeld:

```
010000
101001
010100
001000
000001
010010
```



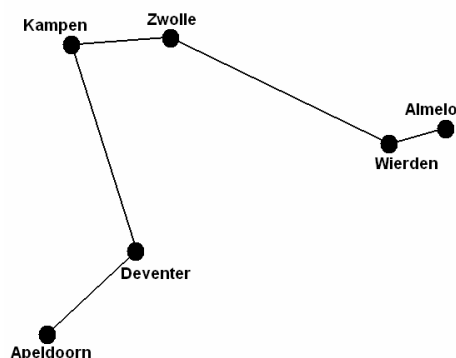
Opgave 3B. Een lijnspoorwegnet.

Voor een lijnspoorwegnet worden de plaatsen ook achter elkaar toegevoegd aan het al gekozen netwerk. Dat netwerk is ditmaal één doorgaande lijnverbinding. Eerst wordt het spoor met de kleinste afstand als uitgangspunt genomen. Vervolgens wordt telkens een zo kort mogelijk stuk spoor aan één van de uiteinden van het bestaande traject toegevoegd.

Schrijf een programma `nio3b` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `3b.uit` wegschrijft. De uitvoer bestaat uit N regels van elk N tekens: Er staat een 0 als er tussen twee plaatsen geen verbinding wordt gemaakt of een 1 als dat wel het geval is. Tussen een plaats en zichzelf wordt nooit een verbinding gemaakt. Het netwerk bestaat uit twee eindpunten, die maar met één andere plaats verbonden zijn, en verder uitsluitend uit plaatsen die verbonden zijn met twee andere plaatsen.

Voorbeeld:

```
010010
100100
000100
011000
100001
000010
```



Opgave 4. Verbeter de kosten

In de praktijk worden er natuurlijk extra lijnen aangelegd om de doorstroming te vergroten. In deze opgave ga je een oplossing zoeken waarbij de totale kosten minimaal zijn. Deze totale kosten worden gevormd door: **Spooraanlegkosten**, **Omrijkosten** en **Stationskosten**.

Voor de **spooraanlegkosten** geldt dat die 100 eenheden per kilometer spoor zijn.

De spooraanlegkosten bij het voorbeeld van opgave 3B zijn 9300.

Voor de **omrijkosten** geldt dat we er van uitgaan dat het aantal reizigers tussen twee plaatsen kan worden geschat door de aantallen (duizenden) inwoners uit de invoer bij elkaar op te tellen. Het aantal reizigers tussen Kampen en Zwolle is dus bij benadering 140.

Voor iedere kilometer die een reiziger langer onderweg is dan via een minimale verbinding zijn de omrijkosten één eenheid.

De **stationskosten** worden veroorzaakt omdat je tijdens je reis op een station zult moeten wachten.

De stationskosten zijn 5 eenheden per station per reiziger.

Als je van Kampen via Deventer naar Zwolle moet is de extra afstand 41 kilometer; Met 140 reizigers is dat aan omrijkosten $140 * 41 = 5740$. De stationskosten zijn $140 * 5 = 700$.

Schrijf een programma `nio4` dat een bestand `spoor.in` inleest en een bestand `4.uit` wegschrijft.

De uitvoer bestaat uit N regels van elk N tekens: Er staat een 0 als er tussen twee plaatsen geen verbinding wordt gemaakt of een 1 als dat wel het geval is. Tussen een plaats en zichzelf wordt nooit een verbinding gemaakt. De totale kosten van de verbindingen (zie inleiding) zijn minimaal; wel moet je vanuit iedere plaats iedere andere via het netwerk kunnen bereiken. Ook wanneer je niet de goedkoopste oplossing vindt kun je wel punten halen.

Een oplossing waarin alle mogelijke verbindingen worden aangelegd levert 0 punten op (zie opgave 1D). Als je erin slaagt de beste van de varianten uit de eerdere voorbeelden (1D, 2A, 2B, 3A en 3B) te bepalen heb je in elk geval 10 punten voor je oplossing. Een oplossing met totale kosten van 0 (maar dat kan natuurlijk niet) levert 30 punten op. Voor het geven van een andere oplossing krijg je een evenredig aantal punten.

In onderstaande tabel zie je voor alle voorbeelden de spooraanlegkosten, de omrijkosten en de stationskosten; de 0 punten zijn voor een oplossing met 49300 spooraanlegkosten en geen omrij- en stationskosten.

Opgave	Spooraanlegkosten	Omrijkosten	Stationskosten	Totale kosten	Punten
1D	49300	0	0	49300	0
2A	14200	25235	7540	46975	3
2B	11000	20275	10380	41655	10
3A	11000	34564	9980	55544	0
3B	9300	32279	16660	58239	0

Hieronder zie je de spoorverbindingen die in de praktijk door de NS zijn aangelegd.

Deze oplossing geeft 29247 aan totale kosten. Dat zou je bij deze opgave 16 punten opleveren.

Er zijn de jury bij deze invoer nog betere oplossingen bekend.

