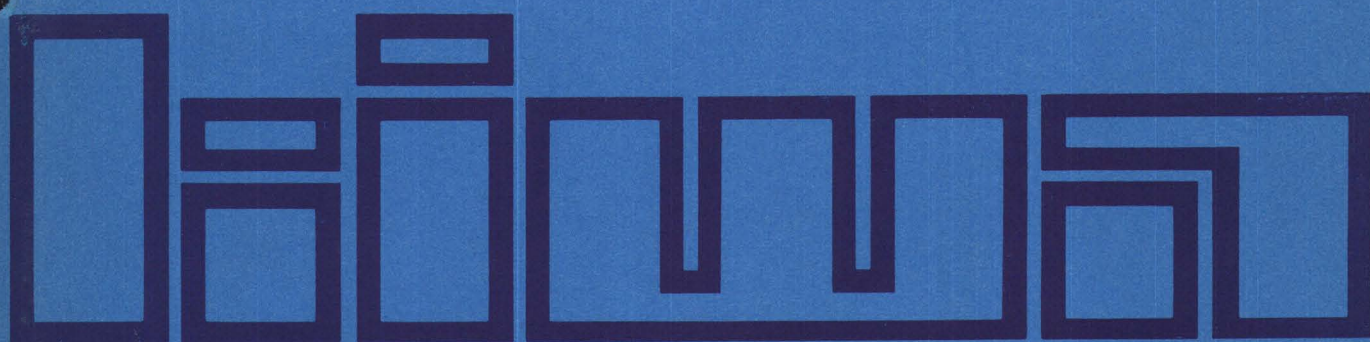


Mededeling nr. 75

BASIC-VERSIE LEIDINGNETPROGRAMMA ALEID



keurings
instituut
voor
waterleiding
artikelen
kiwa nv

Mededeling nr. 75

BASIC-VERSIE LEIDINGNETPROGRAMMA ALEID

Opgesteld door:

de Werkgroep Computergebruik bij Transport en Distributie van de Commissie Distributie

Nieuwegein, december 1983

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V.

correspondentieadres

Sir Winston Churchill-laan 273
Postbus 70
2280 AB Rijswijk
Telefoon (070) 90 27 20
Telex 32480
Postrekening 52 92 95

speurwerklaboratorium

Groningehaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon (03402) 6 08 60

<u>INHOUD</u>	<u>Blz.</u>
VERANTWOORDING	V
SUMMARY	VII
SAMENVATTING	XI
1 INLEIDING	1.1
1.1 Enige achtergronden van leidingnetberekeningen met behulp van een computer	1.1
1.2 Opzet van de mededeling	1.4
2 OPBOUW VAN EEN LEIDINGMODEL	2.1
2.1 De opbouw van het model	2.1
2.2 Formulering randvoorwaarden leidingnetberekening	2.4
2.3 Gebruik randvoorwaarden bij de berekening	2.13
3 IJ KING EN BEHEER VAN HET LEIDINGNETMODEL	3.1
3.1 IJking van het model	3.1
3.2 Beheer van het model	3.2
4 METHODE VAN BEREKENEN	4.1
4.1 Inleiding	4.1
4.2 Relatie drukverlies en volumestroom	4.1
4.3 Beschrijving methode	4.2
5 ONNAUWKEURIGHEID BASISGEGEVENS EN BEREKENING	5.1
5.1 Inleiding	5.1
5.2 Nauwkeurigheid basisgegevens	5.1
5.3 Berekeningsnauwkeurigheid	5.2
5.4 Conclusies	5.6

	<u>blz.</u>	
6	OMSCHRIJVING VAN DE BASISGEGEVENS	6.1
6.1	Stuurgegevens programma	6.1
6.2	Beschrijving van de knopen	6.4
6.3	Beschrijving van de buizen	6.8
6.4	Verbruiksverdeling over de dag	6.9
6.5	Seizoenlengten	6.10
6.6	Schakelschema respectievelijk inzetper- centages pompstations	6.10
6.7	Pompkrommen in buisopjagers en pompsta- tions	6.13
6.8	Periodelengten prognose waterverbruik	6.15
6.9	Groeicijfers	6.15
6.10	Etmaalfactoren en lekverliespercentage per categorie waterverbruik	6.16
6.11	Algemene informatie	6.16
7	CONTROLE BASISGEGEVENS	7.1
7.1	Inleiding	7.1
7.2	Uiteenzetting van de validatie per "blok"gegevens	7.2
7.3	Tekstfoutboodschappen	7.8
8	INSTRUCTIE BIJ HET UITVOEREN VAN EEN LEIDINGNETBEREKENING	8.1
9	GEBRUIK VAN MODELVARIATIES AAN DE HAND VAN VOORBEELDEN	9.1
9.1	Inleiding	9.1
9.2	Calamiteiten	9.1
9.3	Consequenties van een extra verbruiks- groei	9.3
9.4	Optimaliseren van de bedrijfsvoering	9.3
9.5	Samenstellen van netkarakteristieken	9.4

	<u>blz.</u>
10 TOELICHTING MODULAIRE PROGRAMMA-OPBOUW	10.1
10.1 Validatiegegevens	10.2
10.2 Hoofdprogramma	10.3
10.3 Berekening van de wrijvingsfactoren	10.4
10.4 Ordenen van knopen en buizen	10.5
10.5 Berekening van de waterverbruiken	10.6
10.6 Bepalen iteratie volgorde knopen	10.7
10.7 Netiteratie	10.8
10.8 Knoopiteratie met een pomp	10.9
10.9 Uitvoer van de resultaten	10.10

BIJLAGEN

- Bijlage 1 - Vereffening van de volumestromen
- Bijlage 2 - Wijzigen van de begrenzing van de modelomvang
- Bijlage 3 - Praktijkvoorbeeld
- Bijlage 4 - Uitrekenen toekomstige verbruiken
- Bijlage 5 - Bepaling knoopenevenwicht
- Bijlage 6 - Werking watertoren
- Bijlage 7 - Inpassen pompen in leidingnetberekeningen
- Bijlage 8 - Berekening van de constanten in de formule van de pompkromme
- Bijlage 9 - Berekening van de constante uit de reeksontwikkeling van Taylor
- Bijlage 10 - Berekening voeding distributiereservoir
- Bijlage 11 - Beschouwing convergentiesnelheid
- Bijlage 12 - Databestand
- Bijlage 13 - Validatieprogramma
- Bijlage 14 - Hoofdprogramma
- Bijlage 15 - Berekening leidingfactoren
- Bijlage 16 - Ordenen van knopen en buizen

blz.

- Bijlage 17 - Berekening van de waterverbruiken
- Bijlage 18 - Bepaling iteratievolgorde
- Bijlage 19 - Netiteratie
- Bijlage 20 - Pompiteratie
- Bijlage 21 - Basisgegevensuitvoer, alsmede
leveringen van de pompstations
- Bijlage 22 - Uitvoer knoop en buisgegevens

VERANTWOORDING

Deze mededeling bevat de beschrijving en documentatie van het algemene leidingnetprogramma ALEID.

Het is een basisprogrammapakket waarmee het mogelijk is een aantal verschillende leidingnetberekeningen met behulp van een computer uit te voeren.

Het programmapakket moet gezien worden als een startpunt.

De Commissie Distributie heeft in 1979 voorgesteld dat er aan leidingnetberekeningen met behulp van een computer de nodige aandacht geschonken moest worden. Dit voorstel is overgenomen, waarna een dergelijk project in het VEWIN-speurwerkprogramma is opgenomen en de Werkgroep Computergebruik bij Transport en Distributie is ingesteld.

De taak van deze Werkgroep omvatte in de breedste zin van het woord het verschaffen van duidelijkheid over wat nu precies bedoeld werd met computergebruik en duidelijkheid over de plaats van dit soort berekeningen bij de planning en het onderzoek betreffende watertransport in het algemeen.

Bewust is de Werkgroep toentertijd samengesteld uit vertegenwoordigers van bedrijven waar geen ervaring op dit gebied aanwezig was en van bedrijven welke veel ervaring hadden met het uitvoeren van leidingnetberekeningen.

De Werkgroep is thans als volgt samengesteld:

- | | |
|----------------------------------|------|
| - ir. A.H. Stofberg (voorzitter) | WMG. |
| - ir. W.G. Beeftink | WMD |
| - ir. K.J. Hoogsteen | WMD |
| - ir. R. Depamelaere | AWW |

- J. Verschoor	PWN
- ir. G.A.P. Schellekens	PLEM
- ing. C.E. v. Gremberghe	WMZ
- W. Boerhout	KIWA
- ing. H.H. Vodegel (secretaris)	KIWA
- ir. J.T. v.d. Zwan	KIWA

SUMMARY

It is important for a waterworks company to study the operation of its production and transport installations under different consumer loads. This insight in particular regarding the transport installations can be obtained in various ways, as for instance by carrying out pressure measurements and making network calculations. In this connection one simple method of acquiring this information has been described by constructing a model and then using it for network calculations. The various ways and means of executing network calculations and optimising the management and operation of pipeline networks is fully discussed in KIWA report number 58 "The Design and Calculation of Pipeline Networks", to which reference is invited.

The report before you now covers the description and documentation of the "ALEID" general network program and at the same time suggests aids for facilitating this kind of calculation. The following important aspects are examined:

1. The construction, calibration and management of the network model
2. Method of calculation
3. Inaccuracy of basis data and calculation
4. Description and checking of basis data
5. Instruction in performance of network calculation and use of variant models
6. Explanation of modular program build-up.

Before proceeding to network calculations, the existing structure of the network must be reproduced in a model.

When constructing a model for this sort of calculation it is important that simplifications be properly applied and essential that the boundary conditions of the model (in most cases consumer demands and pumping station deliveries) be correctly reproduced.

Equally important in this connection is correct choice of inputs for the model.

Once the model has been correctly constructed, it must be subjected to practical tests in order to determine any deviations from the assumptions made. Finally, emphasis is laid upon the importance of having good control of the model.

When selecting the method of calculation, preference was given for the sake of simplicity to the principle of pressure equalization, using an approximation of the Darcy-Weisbach formula for the relation between pressure loss and volume flowrate for flow through pipes.

An important aspect of network calculations is interpretation of the results obtained. This can only be done correctly if the inaccuracy inherent to the outcome of any such calculation is first made clear. This inaccuracy has a dual source:

- inaccuracy of basis data,
- inaccuracy of calculation.

In most cases the inaccuracy of basis data appears to differ by an order of magnitude from that introduced into the results by the calculation itself.

There is no immediate need at present for improving the calculation in order to eliminate the latter inaccuracy.

Only if the accuracy of the starting data is of the same order of magnitude will it be necessary to improve the calculation.

Finally, we should mention for the sake of completeness that although the manner in which the results are presented creates the impression that the calculation is in itself extremely accurate, its results can in fact never be more accurate than the starting data.

The data for a model must be arranged so that they are correctly read in by the computer. The order in which this is done and the type of notation employed is explained with the aid of a practical example. However, before starting a calculation it pays to have all collected data tested for correct value and sequence. It must be remembered that errors may well have been made when constructing the model, when arranging data in the proper sequence or when typing them in.

On the basis of a practical example the user is instructed how to carry out a network calculation. If an initial network calculation is carried out with a model and the results indicate that the model has been correctly constructed to accord with practical conditions, it will be possible by manipulating the model to investigate the behaviour of the network under different conditions of loading. In this connection attention has been paid to the introduction of appendages into an existing network model, manipulation of consumption, extending the model to cover possible optimization of waterworks management (including collation of network characteristics).

It is important for future developments in the field of network calculation that the aids at present employed for this purpose should be well docu-

mented so as to give a better insight into the various program parts.

All in all, this report is not only a documentation of the "ALEID" network program but also a guide to the use of that program. It has further attempted to show what basis information must be collected. The "Use of the Computer in Transport and Distribution" working party considers the compilation and description of the present network program as a first step towards simulating the watertransport in the network. When simulating the transport and distribution systems and also perhaps the production systems of waterworks, there are still many other aspects with an important part to play. The working party will be examining these aspects in depth in a further study.

SAMENVATTING

Het is belangrijk voor een waterleidingbedrijf het functioneren van de produktie en transportmiddelen onder verschillende verbruiksbelastingen. Er zijn verschillende methoden om inzicht met name in de transportmiddelen te verkrijgen zoals bijvoorbeeld door het uitvoeren van drukmetingen en het doen van leidingnetberekeningen.

In dit kader wordt één enkele methode belicht om, met behulp van het opbouwen van een model en vervolgens hiermee uitvoeren van leidingnetberekeningen, dit inzicht te verkrijgen.

Voor een uitgebreide discussie over de verschillende mogelijkheden ten aanzien van het uitvoeren van leidingnetberekeningen en het optimaliseren van het beheer en exploitatie van leidingnetten wordt kortheidshalve verwezen naar KIWA-mededeling nr. 58 "Het ontwerpen en berekenen van leidingnetten".

De nu voor u liggende mededeling bevat de beschrijving en documentatie van het algemene leidingnetprogramma "ALEID". Tevens worden er aanwijzingen en hulpmiddelen aangedragen ten einde het uitvoeren van dit soort berekeningen te vergemakkelijken. Er wordt ingegaan op de volgende belangrijke elementen:

1. de opbouw, ijking en het beheer van het leidingnetmodel;
2. methode van berekenen;
3. onnauwkeurigheid basisgegevens en berekening;
4. omschrijving en controle van de basisgegevens;
5. instructie bij het uitvoeren van de leidingnetberekening en het gebruik van modelvariaties;
6. toelichting modulaire programma-opbouw.

Voordat overgegaan kan worden tot het maken van leidingnetberekeningen is het noodzakelijk de bestaande structuur van het leidingnet weer te geven in een model.

Bij de opbouw van een model ten behoeve van dit soort berekeningen is het belangrijk dat op de juiste wijze vereenvoudigingen aangebracht worden. Tevens is het essentieel dat de randvoorwaarden van het model - hierbij valt in de meeste gevallen te denken aan de verbruiken van de consument en de leveringshoeveelheden van de pompstations - correct worden weergegeven.

Van groot belang is hierbij dat er een juiste keuze gemaakt wordt ten aanzien van de voedingen van het model. Nadat het model op de juiste wijze is opgebouwd is het noodzakelijk dat het getoetst wordt aan de werkelijkheid om te bezien in hoeverre er afwijkingen bestaan van de gehanteerde aannamen. Ten slotte wordt het belang van een goed beheer van het model nader aangegeven.

Bij de selectie van de berekeningsmethode is in eerste instantie vanwege de eenvoud gekozen voor het principe van drukvereffening, waarbij voor de relatie drukverlies - volumestroom, bij stroming door buizen, een benadering van de formule van Darcy-Weisbach wordt gehanteerd.

Een belangrijk aspect bij het uitvoeren van leidingnetberekeningen is de interpretatie van de berekeningsresultaten. Dit kan pas op de juiste wijze geschieden als er meer duidelijkheid is over de onnauwkeurigheid van de uitkomsten van een dergelijke berekening.

Deze onnauwkeurigheid wordt veroorzaakt door de volgende aspecten:

- onnauwkeurigheid basisgegevens;

- onnauwkeurigheid berekening.

In de meeste gevallen blijkt dat de onnauwkeurigheid van de basisgegevens een orde van grootte verschilt van de onnauwkeurigheid die de berekening zelf in de resultaten brengt.

Er bestaat vooralsnog geen directe behoefte de berekening op zich te verbeteren ten einde de laatstgenoemde onnauwkeurigheid weg te nemen.

Pas als de nauwkeurigheid van de uitgangsgegevens van dezelfde orde van grootte is, is het noodzakelijk de berekening te verbeteren.

Tenslotte zij ten aanzien van de nauwkeurigheid nog opgemerkt dat de manier waarop de resultaten gepresenteerd worden de indruk wekt dat de berekening op zich uitermate nauwkeurig is. Het blijft echter ten allen tijde zo dat de berekeningsresultaten nooit nauwkeuriger kunnen zijn dan de uitgangsgegevens.

Het is noodzakelijk de gegevens van een model dusdanig te ordenen dat zij op de juiste wijze door de computer worden ingelezen. De volgorde waarin dit moet gebeuren en de wijze van notatie wordt met behulp van een praktijkvoorbeeld toegelicht. Voordat echter een berekening gestart wordt is het verstandig eerst alle verzamelde gegevens te laten toetsen op de juiste grootte en volgorde. Het is immers altijd mogelijk dat er vergissingen begaan zijn bij het maken van het leidingnetmodel, het op de juiste volgorde zetten van de gegevens of bij het intypen van de data.

Aan de hand van een praktijkvoorbeeld wordt de gebruiker voorzien van een instructie om de leidingnetberekening uit te voeren.

Als er een eerste leidingnetberekening met een model is uitgevoerd en de resultaten geven aan dat het model juist is opgebouwd ten aanzien van de praktijk, kan door middel van modelmanipulatie het gedrag van het leidingnet onder verschillende belastingstoestanden onderzocht worden.

Hierbij wordt aandacht besteed aan het inbrengen van appendages in een bestaand leidingnetmodel, verbruiksmanipulatie, uitbreiding van het model en aan mogelijke optimalisatie van de bedrijfsvoering (waarvan het samenstellen van netkarakteristieken een onderdeel uitmaakt).

Voor toekomstige ontwikkelingen op het gebied van leidingnetberekeningen is het belangrijk dat de hulpmiddelen die op dit moment gebruikt worden voor het uitvoeren van deze berekeningen voorzien zijn van een goede documentatie, waardoor het inzicht in de verschillende programma-onderdelen vergroot wordt.

In zijn totaliteit bezien bevat deze mededeling naast een documentatie van het leidingnetprogramma "ALEID" ook een handleiding voor het gebruik van het programma en is tevens geprobeerd aan te geven welke basisinformatie verzameld moet worden. De Werkgroep Computergebruik bij Transport en Distributie gaat er van uit dat de samenstelling en beschrijving van het voorliggende leidingnetprogramma een eerste stap is in de richting van het simuleren van het watertransport in het leidingnet. Er spelen bij de simulatie van het transport- en distributiesysteem en eventueel van het produktiesysteem bij waterleidingbedrijven nog vele andere facetten een belangrijke rol. De Werkgroep is voornemens deze facetten in een vervolgstudie nader uit te werken.

1

INLEIDING

1.1 Enige achtergronden van leidingnetberekeningen met behulp van een computer

De structuur van het leidingnet waardoor het drinkwater gedistribueerd wordt, is bij de meeste bedrijven steeds ingewikkelder geworden.

Doordat er behoefte ontstond meer inzicht te krijgen in het functioneren van dit transportmedium, vanwege de veranderingen in het waterverbruik en anderzijds het streven naar optimalisatie van het watertransport, werd gezocht naar een goede methode om dit te bewerkstelligen.

In de meeste gevallen is het te tijdrovend om deze berekeningen met de hand uit te voeren. Gedurende de zestiger jaren zijn in Amerika methoden ontwikkeld om deze berekeningen met computers uit te voeren.

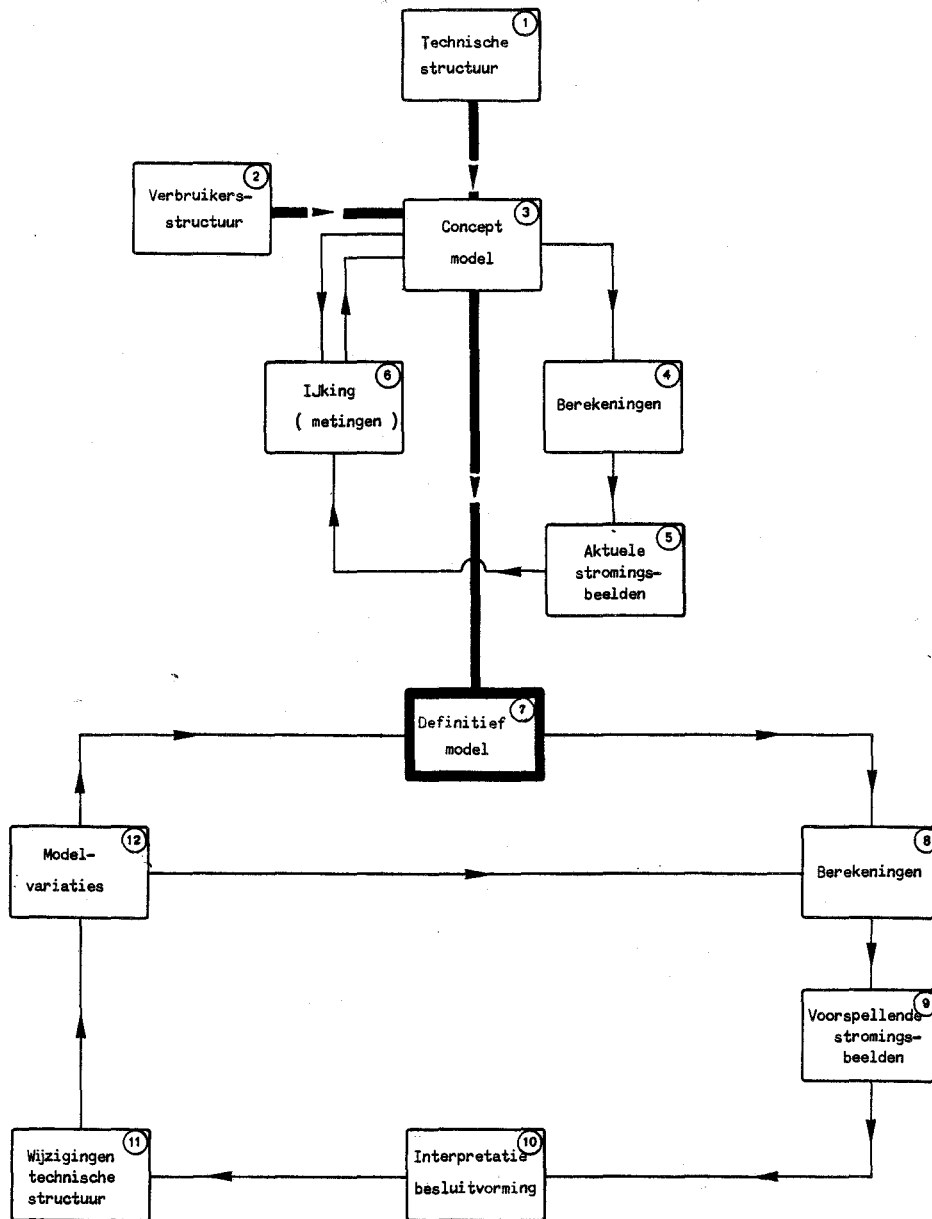
De Werkgroep zag zich voor de taak gesteld lijn te brengen in de veelheid van vragen en onderwerpen welke een belangrijke rol spelen bij de bestudering van het computergebruik bij transport en distributie.

Om bij het beantwoorden van deze vragen goed onderbouwd een antwoord te kunnen geven is het noodzakelijk gebruik te maken van een goed gestructueerde aanpak.

Er kan duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen een goed gedefinieerde technische structuur en een door de klant bepaalde verbruiksstructuur.

In dit verband wordt onder de technische structuur alle bedrijfsmiddelen verstaan welke gebruikt wor-

den om te voorzien in de behoefte aan drinkwater. Deze structuur is in de meeste gevallen goed doorzichtig.



Figuur 1 - Ontwikkeling en gebruik van een netmodelberekening

De verbruiksstructuur daarentegen is juist het tegengestelde van de eerder genoemde technische structuur: moeilijk voorspelbaar, sterk wisselvallig en vooral beïnvloedbaar door externe factoren. Beide structuren moeten, wil een waterleidingbedrijf zoveel als maar mogelijk is voldoen aan zijn doelstelling en opdracht op elkaar afgestemd worden.

Zie voor een schematisch overzicht van de ontwikkeling en het gebruik van een netmodelberekening figuur 1.

In een leidingnetmodel wordt geprobeerd de technische structuur en de verbruiksstructuur met elkaar in verband te brengen. Het concept-leidingnetmodel levert, met gebruikmaking van een netberekeningsmethode, actuele stromingsbeelden op.

Drukmetingen in het net geven te zamen met de genoemde stromingsbeelden een goede indruk van de waarde van het concept-model en zijn aanleiding om dit model aan de praktijk aan te passen.

Een op deze wijze gecorrigeerd model leidt tot een leidingnetmodel welke een goede afspiegeling van de realiteit kan zijn.

Dit is dan niet alleen een basis voor het uitvoeren van leidingnetberekeningen als hulpmiddel bij de planning van toekomstige produktie- en transportmiddelen maar tevens van groot belang bij het bestuderen van de optimalisatie van de exploitatie van de produktie en transportmiddelen.

Met het model worden berekeningen uitgevoerd, welke een voorspellende waarde hebben omdat ze aangeven waar met de verwachte en huidige verbruiks- en technische structuur problemen zijn te verwachten ten aanzien van produktie en transport.

De resultaten van deze berekeningen zijn na interpretatie aanleiding om wijzigingen aan te brengen

in de technische structuur. Op zich heeft dit weer tot gevolg dat er modelvariaties ontstaan die wederom met behulp van berekeningen getoetst moeten worden.

Het is een proces dat het beste te vergelijken valt met een spiraal. Kort verwoord wordt ermee bedoeld dat elke berekening op zich na interpretatie weer vragen oproept welke aanleiding zijn om het model te verbeteren totdat uiteindelijk er een aanvaardbare oplossing is verkregen.

1.2 Opzet van de mededeling

Centraal in deze handleiding en programmadocumentatie staat de opbouw van een leidingnetmodel en de methode die de Werkgroep Computergebruik hiervoor heeft uitgekozen als startpunt.

Een leidingnet wordt vereenvoudigd tot een model dat bestaat uit knopen en buizen, waarbij de verbruiken geconcentreerd gedacht worden in de knopen. De berekeningsmethoden berusten in principe op het uitgangspunt dat Hardy-Cross al voor de oorlog had aangegeven, namelijk via de vereffening van volumestromen in mazen of op de drukvereffening in de knopen.

Het principe van de vereffening van volumestromen maakt gebruik van de twee wetten van Kirchhoff. Hiervoor is het noodzakelijk mazen in een leidingnetmodel te herkennen, dat wil zeggen gesloten ringen van transportleidingen. Per maas wordt één vergelijking met n onbekenden opgesteld.

Een van de bezwaren bij het gebruik van deze methode kan zijn dat elke netvormige structuur meer mazen heeft dan er in feite aan onbekenden zijn (zie

voorbeeld op bijlage 1). Van alle vergelijkingen is er dan een aantal identiek. Deze moeten voor het begin van het eigenlijke rekenproces onderkend worden en mogen in de verdere berekening geen rol spelen. Deze selectie van mazen vooraf maakt het leidingnetprogramma ingewikkeld.

Naast deze vereffeningsmethode (Method of Balancing Flows) is er zoals al is gezegd ook nog de drukvereffeningsmethode ("Method of the Balancing Heads"). Deze maakt alleen gebruik van de 1e wet van Kirchhoff dat in elk punt van het leidingnet de som van de in- en uitgaande volumestromen gelijk moet zijn aan nul.

Terwille van de eenvoud en flexibiliteit is de laatste methode door de Werkgroep Computergebruik als uitgangspunt gekozen voor het ontwikkelen van een leidingnetprogramma door het KIWA.

Dit eerste leidingnetprogramma moet duidelijk gezien worden als een startpunt van het door de bedrijfstak ontwikkelen van eigen programmatuur op het gebied van de distributie. Hieraan zouden in de toekomst ook methoden zoals de methode van Newton Raphson en gevoeligheidsanalyses een belangrijke bijdrage kunnen leveren.

Het programmapakket, waartoe dit programma de eerste aanzet geeft, wordt ondersteund door het KIWA. De Werkgroep Computergebruik is er daarbij verder van uitgegaan dat het pakket in de twee computertalen BASIC en FORTRAN in principe kosteloos ter beschikking zal staan van de gehele bedrijfstak.

Bij de opzet en uitwerking van het programmapakket is ervan uitgegaan dat de berekeningen zowel op grote als op tafelcomputers moeten kunnen worden uitgevoerd.

Dit eerste gezamenlijke leidingnetberekeningsprogramma berekent de drukverliezen die optreden in een leidingnet bij van tevoren geformuleerde randvoorwaarden.

Het is mogelijk allerlei appendages in de modelberekening te brengen. Hiervan zijn bijvoorbeeld te noemen:

- Reservoirs/Distributiereservoirs
- Pompkrommen
- Buisopjagers
- Keerклеppen
- Afsluiters.

Deze handleiding is zo geschreven dat de bedrijven die leidingnetberekeningen willen uitvoeren in staat zijn een leidingnetmodel systematisch op te bouwen. In de tekst van de handleiding is in het algemeen gebruik gemaakt van oude eenheden. In het programma is er echter een keuze mogelijk tussen oude eenheden en SI-eenheden.

In de handleiding komen achtereenvolgens de volgende onderwerpen aan de orde:

- De opbouw van het leidingnetmodel (hfdst. 2)
- IJking en beheer van het model (hfdst. 3)
- Beschrijving gebruikte methode en de hierbij gehanteerde uitgangspunten (hfdst. 4)
- Onnauwkeurigheid basisgegevens en berekening (hfdst. 5)
- Omschrijving van de basisgegevens (hfdst. 6)
- Controle basisgegevens (hfdst. 7)
- Instructieberekening met een voorbeeld (hfdst. 8)
- Het gebruik van modelvarianties met voorbeelden (hfdst. 9)
- Toelichting op de modulaire programma-opbouw (hfdst. 10).

De inhoud van deze handleiding en documentatie kan gesplitst worden in een gedeelte dat een gebruiker nodig heeft bij het formuleren van de data voor het opbouwen van een leidingnetmodel en voor het uitvoeren van een leidingnetberekening en een gedeelte dat de theoretische achtergronden van de leidingnetberekening op zich belicht. Vanaf hoofdstuk 7 is er bovendien nadrukkelijk sprake van de BASIC-versie. Voor de FORTRAN-versie wordt verwezen naar KIWA-mededeling 76.

Voor de opbouw van een leidingnetmodel en het uitvoeren van berekeningen zijn nodig de hoofdstukken 2, 3, 6, 7, 8, 9.

2

OPBOUW VAN EEN LEIDINGNETMODEL

Voordat er leidingnetberekeningen gemaakt kunnen worden moet er eerst een leidingnetmodel gemaakt worden van het transportnet dat men diepgaander wil bestuderen.

Het doel van het doen van leidingnetberekeningen kan zijn:

- onderzoeken hoe het leidingnet functioneert;
- ontwerpen van nieuwe leidingnetten of uitbreidingen van bestaande leidingnetten;
- ontwerpen en afstemmen van pompstations op het leidingnet;
- onderzoek naar de consequenties van (plotselinge) wijzigingen in het systeem.

Ongetwijfeld kunnen er nog meer oogmerken zijn voor het uitvoeren van leidingnetberekeningen.

Wil men echter conclusies kunnen verbinden aan de uitkomsten van deze berekeningen dan is het belangrijk dat het model op de juiste wijze opgebouwd wordt. Nadat dit heeft plaatsgevonden moeten de randvoorwaarden van dit model, hierbij wordt gedacht aan verbruik en voeding, worden geformuleerd.

2.1

De opbouw van het model

Het is belangrijk dat de relatie tussen model en werkelijkheid, namelijk de "herkenbaarheid" niet verloren gaat.

Het model wordt in principe opgebouwd uit twee soorten elementen:

- de buis, het transportmedium tussen twee punten;
- de knoop, verbindingspunt van twee buizen.

Knopen worden gebruikt om een aantal situaties in een model te kunnen weergeven, namelijk:

- een knoop wordt gebruikt als een koppelingspunt

- tussen twee of meer buizen;
- een knoop dient om een verbruikspunt in het model aan te geven;
 - soms worden met behulp van knopen bijzondere randvoorwaarden in het model gebracht. Hierbij valt te denken aan een pompstation, een kelder of een watertoren.

De knoop als koppeling tussen twee buizen behoeft geen nadere toelichting. De locatie van een verbruiksknoop in een leidingnetmodel echter wel.

Een leidingnetberekening berekent de wrijvingsverliezen in een leidingnet voor één bepaald verbruik. Het is een statische berekening. Het is zodoende van groot belang dat het verbruik van de afnemers goed voorspeld kan worden. Bij nader onderzoek naar het gedrag van de waterverbruikers is gebleken dat er een relatie bestaat tussen de piek in het waterverbruik en het aantal afnemers. Deze factor, ook wel gelijktijdigheidsfactor genaamd, geeft aan dat in een situatie de verhouding tussen het maximum momentane waterverbruik en het gemiddelde waterverbruik sterk oploopt naarmate het aantal betrokken verbruikers daalt. Om te voorkomen dat deze relatie in het leidingnetmodel een rol van betekenis speelt moet er naar gestreefd worden pas een verbruiksknoop in het model te gebruiken bij minimaal 500 aansluitingen. Indien men een leidingnetmodel gebruikt voor berekeningen op wijkniveau moet men er zich van bewust zijn dat de lokale pieken in het waterverbruik veel hoger kunnen zijn dan de gemiddelde waarden.

Het is van groot belang dat gekozen wordt voor een juiste schematisatie van het leidingnet. Hiervoor zijn niet direct gebruiksregels te geven.

In het algemeen geldt dat kleinere lokale distributieleidingen verwaarloosd kunnen worden. Een hulpmiddel bij het vinden van deze voor het model niet relevante leidingen kan zijn dat deze een verwaarloosbaar drukverlies hebben (grotere diameter en geringe lengte) of een verwaarloosbaar transport (kleinere leiding van grote lengte).

Verder is het een goede vuistregel bij het opbouwen van een model niet te schromen het leidingnet in principe aanzienlijk te vereenvoudigen.

Het uitvoeren van leidingnetberekeningen kan plaatsvinden op allerlei verschillende computers. De diversiteit in verwerkingssnelheid en geheugenomvang is groot. Bij het basisprogramma ALEID zijn begrenzingsen aangebracht ten aanzien van de volgende modelvariabelen:

- aantal knopen
- aantal buizen
- aantal buizen in één knoop
- aantal pompstations.

In de nu voorliggende programmabeschrijving en handleiding is uitgegaan van een microcomputer met een geheugengrootte van 187 kb. Door de fysieke begrenzing van het geheugen (het geheugenbeslag) van het gehele software pakket is bijvoorbeeld het aantal knopen en buizen beperkt tot 100 knopen en 250 buizen. Dit wil geenszins zeggen dat het niet mogelijk zou zijn om een model van grotere omvang door te rekenen. In relatie met de beschikbare apparatuur is het mogelijk om van geval tot geval deze begrenzingsen vast te stellen.

Een waarschuwing tegen het vergroten van alle genoemde begrenzingsen is echter wel op zijn plaats.

Bij het gebruiken van te grote modellen dreigt het overzicht verloren te gaan.

In bijlage 2 wordt op een zo eenvoudig mogelijke wijze aangegeven hoe een gebruiker deze begrenzungen van de modelomvang kan veranderen.

Hoe nu exact een model moet worden opgebouwd met de vorenstaande informatie is moeilijk precies aan te geven. Het beste kan dit worden geïllustreerd met een praktijkvoorbeeld. In bijlage 3 is dit aangegeven.

Tenslotte moet nog opgemerkt worden dat:

- het schaalverschil in een knoop niet te groot mag zijn. Hiermee wordt bedoeld dat het voor het convergeren van het iteratieproces belangrijk is dat de weerstandsfactoren van de leidingen die in één knoop samenkomen geen ordegrötte verschillen (bijvoorbeeld het laten samenkomen in een knoop van een leiding ϕ 50 mm en ϕ 900 mm);
- voorkomen moet worden dat er in een knoop erg korte leidingen samenkomen (bijvoorbeeld korter dan 100 m). Dit betekent namelijk dat de weerstandsfactoren erg klein worden wat weer impliceert dat een grote vertraging in de convergentie van de leidingnetberekening kan optreden.

2.2 Formulering randvoorwaarden leidingnetberekening

2.2.1 Inleiding

Het leidingnetprogramma berekent de drukverliezen in de leidingen bij een bepaald verbruik. Het is mogelijk in iedere knoop een waterverbruik aan te brengen.

Dit verbruik wordt gezien als een uitgaande volume-

stroom. In een knoop geldt dat de inkomende volumestromen even groot moeten zijn als de som van het waterverbruik en de uitgaande volumestromen (waterbalans).

Het genoemde waterverbruik in een knoop is in principe een sommatie van de hoeveelheden die aan de verschillende waterverbruikers ter plaatse is afgeleverd.

Anders gezegd is dit het verbruik dat door het bedrijf aan de klant in rekening gebracht wordt per tijdseenheid (uitgedrukt in m³/uur of liters/sec.). Hierbij biedt het programmapakket de mogelijkheid verbruiksprognoses in de voorbereiding van de berekeningen te betrekken.

Elk knooppunt van het leidingnetmodel kan een verbruik bevatten van één tot maximaal vijf categorieën. Het programma combineert deze verbruiken (elk met hun eigen groeikarakter en piekfactoren) tot één totaalverbruik in elke knoop, waarna een leidingnetberekening volgt.

De gehele planningsperiode kan onderverdeeld worden in maximaal vijf deelperioden.

Voor elke deelperiode moet voor elke verbruikscategorie een groeicijfer bij de basisgegevens worden ingevoerd (lineaire groei).

Alle knoopverbruiken van het jaar waarvoor de leidingnetberekening gemaakt wordt, worden met behulp van de bovenstaande groeipercentages bepaald, afgeleid van de basisverbruiken (gemiddeld verbruik per tijdseenheid uitgedrukt in m³/uur).

In bijlage 4 is aan de hand van een voorbeeld uitgewerkt hoe de toekomstige verbruiken met behulp van de genoemde groeipercentages worden berekend.

Aangezien het waterverbruik uitgedrukt wordt in m³/uur en enerzijds met de leidingnetberekening getracht wordt zo goed mogelijk de werkelijkheid te

benaderen en anderzijds de verbruiksberendingen eenvoudig gehouden moeten worden is voor de berekening van het uurverbruik op een willekeurige dag gekozen voor de volgende opzet.

Met behulp van etmaalfactoren (onder andere beschouwde dag/gemiddelde dag) wordt het niveau bepaald van het totale etmaalverbruik waarna vervolgens door gebruik te maken van een uurverbruiksverdeling over de dag het uurverbruik bepaald wordt van dat uur waarvoor de leidingnetberekening moet worden uitgevoerd.

In formulevorm leidt dat dan tot:

$$Q_t = f_{\text{groei}} * f_{\text{etm}} * f_{\text{uur}} * f_{\text{lek}} * Q_{\text{basis}}$$

Op de bovenvermelde wijze wordt voor iedere knoop het uurverbruik per categorie en het totale uurverbruik van deze knoop berekend.

In principe moet de voeding van het model gelijk zijn aan de som van de vooraf bepaalde uurverbruiken van alle knopen te zamen.

Voor voeding zijn de volgende mogelijkheden beschikbaar:

- voeding van het model door opgave van een vaste uitgaande druk;
- voeding van het model door opgave van een vaste volumestroom;
- watertoevoer door middel van watertorens;
- pompstations waarbij de "inzet" van de verschillende stations aangegeven wordt door dit uit te drukken in procenten van het totale uurverbruik;
- voeding van het model door pompen.

Tenslotte wordt kort uiteengezet hoe de verschillende genoemde elementen ingepast worden in de data

voor de leidingnetberekeningen, voor welk doel en wanneer ze gebruikt moeten worden.

2.2.2 Voeding van het model door opgave van een vaste uitgaande druk

Een leidingnet kan gevoed worden door pompstations met een vaste uitgaande druk. Indien dit één pompstation betreft behoeft dit niet op een aparte wijze behandeld te worden. Het gebruiken van meerdere punten met een vaste druk in één leidingnetmodel moet echter met de nodige voorzichtheid plaatsvinden. Dit kan leiden tot convergentieproblemen bij de leidingnetberekening, zelfs zodanig dat er geen oplossing bereikt wordt.

In knopen welke ingebracht worden met een vaste druk worden geen knoopiteraties uitgevoerd.

2.2.3 Voeding van het model door opgave van een vaste volumestroom

Een leidingnet kan gevoed worden door knooppunten waarin een volumestroom is opgegeven als voeding van het model. Een dergelijke voeding kan op dezelfde wijze gemanipuleerd worden als met het waterverbruik het geval is. Als uitkomst rekent het leidingnetprogramma de bijbehorende persdruk van het voedingspunt uit.

Indien het leidingnetmodel alleen voedingspunten bevat waarin de volumestroom wordt opgegeven moet de waterbalans in evenwicht zijn.

2.2.4 Watertoevoer door middel van watertorens

Indien er watertoevoer plaatsvindt door een watertoren is dit een wat apart geval. Deze knoop heeft

dan de speciale eigenschap dat afhankelijk van de drukvariatie ten opzichte van de beginsituatie er in deze knoop een watertoevoer aan het net plaatsvindt of dat er in deze knoop juist een waterverbruik is (indien de watertoren zich vult). De relatie tussen verbruik en druk in zo'n knoop is in het programma benaderd met de volgende vergelijking:

$$Q_{\text{levering}} = f(A) * (H_{\text{nul}} - H_t)$$

In deze vergelijking is:

Q_{levering} = toevoer van het net
 $f(A)$ = oppervlaktefunctie per m' stijging of daling van het waterniveau
 H_{nul} = stand 1 uur voor de berekening
 H_t = uit te rekenen niveau van de watertoren.

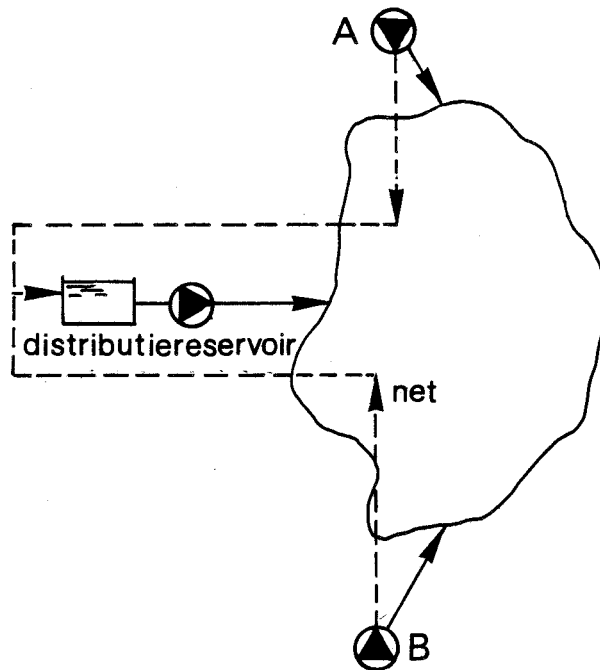
In bijlage 6 is uitgewerkt hoe een watertoren theoretisch in een leidingnetberekening is ingepast.

2.2.5 Pompstations waarbij de inzet vooraf bepaald en opgegeven wordt

De wijze waarop de pompstations het net voeden kan van te voren worden opgegeven. Dit kan gerealiseerd worden door aan te geven hoeveel procent van het totaalverbruik ieder pompstation voor z'n rekening neemt.

Een combinatie van deze methode met pompstations met een vaste uitgaande druk kan tot tegenstrijdige randvoorwaarden leiden aangezien de totale waterbalans van het gehele model dan niet meer sluitend is. Wel is het mogelijk naast de pompstations distributiereservoirs in het model op te nemen.

Ter illustratie van het bovenstaande is in figuur 2.1 een leidingnetmodel schematisch weergegeven. Dit net wordt gedurende de verbruiksuren (bijvoorbeeld overdag) gevoed door twee pompstations en één distributiereservoir.



Figuur 2.1 - Relatie distributiereservoir met het leidingnet

Het distributiereservoir wordt via het leidingnet gevuld. Er wordt van uitgegaan dat dit reservoir bedoeld is om de piekverbruiken over de dag af te vlakken. De waterbalans van dit reservoir moet ieder etmaal sluitend zijn (voorwaarde).

Het reservoir wordt gevoed door de pompstations. Deze voeding wordt gelijkmatig over de dag verdeeld (zie bijlage 10).

Nadat deze balansberekeningen zijn uitgevoerd kan een leidingnetberekening worden gemaakt.

Het op deze wijze invullen van de randvoorwaarden per pompstation betekent dus dat voor een hele dag (24 uur) aangegeven wordt welk gedeelte van het verbruik (in %) elk pompstation voor z'n rekening neemt.

2.2.6 Voeding van het model door pompen

Het is mogelijk om pompen in het leidingnetmodel op te nemen. Een pomp wordt aan een model toegevoegd als een buis met een bijzonder verband tussen wrijvingsverlies en hoeveelheid. Hij wordt beschreven door middel van een tweetal knopen, namelijk een zuigknop en een persknop waarbij de relatie ("buis") tussen beide knopen vastligt door de pompkromme.

In navolging van het verband wrijvingsverlies/volumestroom bij "normale" buizen wordt een pompkromme beschreven als

$$H = a Q^2 + b Q + c$$

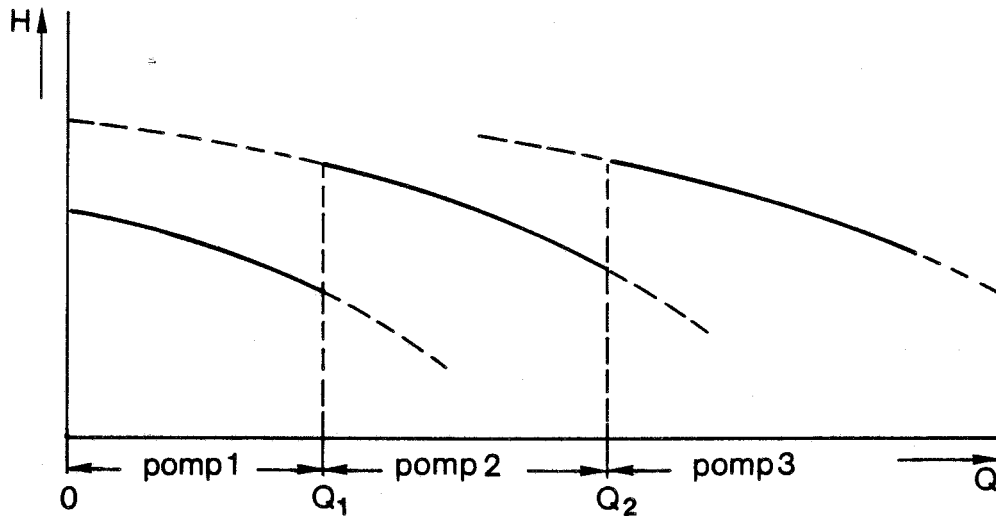
Welke rol een pompkromme bij de berekening van het knoopevenwicht speelt wordt uiteengezet in bijlage 7.

De coëfficiënten a , b en c in de formule kunnen worden verkregen met behulp van de methode der kleinste kwadraten (zie bijlage 8).

Een pomp kent de relatie dat de opvoerhoogte van de pomp afneemt als de volumestroom toeneemt. Hierdoor is het noodzakelijk voor een pomp het werkingsgebied vast te leggen ten einde niet-realistische uitkomsten te voorkomen.

In de praktijk zal het veelvuldig voorkomen, dat er diverse pompen bij een pompstation respectievelijk opjager ter beschikking staan. Elke pomp met z'n eigen karakteristiek en z'n eigen rendementsgebied. Bij een pompstation met verschillende pompen moet elke pomp voorzien worden van een onder- en bovengrens voor wat betreft de te verpompen hoeveelheid. Tevens moeten de opeenvolgende pompen op elkaar aansluiten.

In onderstaande figuur 2.2 is een dergelijke hoeveelheidsregeling weergegeven.

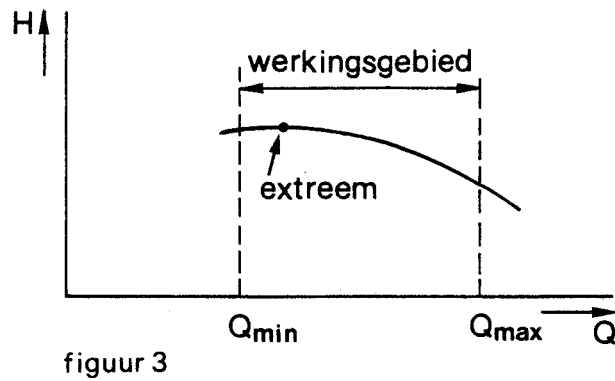


Figuur 2.2 - Hoeveelheidsregeling

Voor elk verbruik in het model kan het programma dan de gewenste pomp kiezen. Indien er meerdere pompstations in de behoefte van één leidingnetmodel voorzien, zal het programma, zoveel mogelijk, afhankelijk van de meegegeven begrenzings van de pompen trachten de optimale combinatie te benaderen.

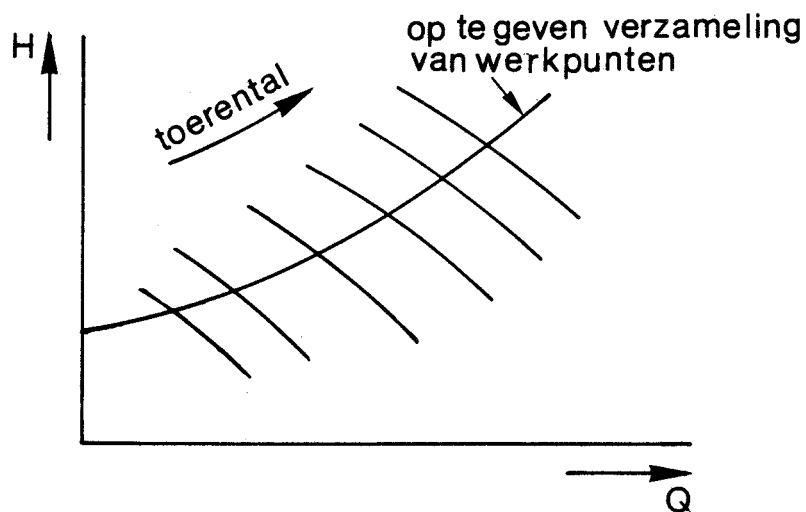
Bij het gebruik van pompkrommen moeten er nog wel enige kanttekeningen geplaatst worden.

- Een pompkromme moet begrensd worden door een onder- en een bovengrens.
- De pompkromme mag in het werkingsgebied geen extreme waarden hebben (zie fig. 2.3).



Figuur 2.3 - Werkingsgebied pomp

- Een regelbare pomp vertoont in de meeste gevallen een monotoon stijgende regelfunctie. Deze kan worden aangegeven door een zelfde relatie tussen H en Q als een normale pomp. Echter met dit verschil dat de kromme in dat geval als monotoonstijgend moet worden opgegeven (zie fig. 2.4).



Figuur 2.4 - Regelkarakteristiek toerentalregelbare pomp

2.3 Gebruik randvoorwaarden bij de berekening

2.3.1 Inleiding

In de gehele voorgaande paragraaf is de formulering van de randvoorwaarden van een leidingnetberekening aan de orde gesteld. Hierbij is element voor element besproken.

Het gebruik van deze randvoorwaarden gezamenlijk in een model bij een leidingnetberekening verdient de nodige aandacht ten einde onnodige vergissingen te voorkomen.

De randvoorwaarden vallen uiteen in twee gedeelten namelijk verbruik en voeding.

Het gebruik van het waterverbruik in het model behoeft feitelijk geen toelichting aangezien dit nauwelijks een bron van verkeerde modelmanipulaties tot gevolg kan hebben. Uitgegaan wordt immers van het gemiddeld verbruik per knoop op jaarbasis, waarna vermenigvuldiging plaatsvindt met diverse verbruiksbepalende factoren (zie bladzijde 2.5).

De toelichting op het gebruik van randvoorwaarden bij de berekening beperkt zich dan ook tot de manipulaties met de voedingen van een model.

In hoofdlijnen vallen de voedingen van een model uiteen in drie hoofdgroepen:

- beïnvloedbare hoeveelheden;
- beïnvloedbare drukken;
- opgegeven relatie tussen druk en hoeveelheid.

Bij de beschouwing van deze randvoorwaarden moet nooit uit het oog verloren worden dat de totale massabalans altijd sluitend moet zijn.

Het programma biedt niet de mogelijkheid om alle

randvoorwaarden die er zijn in willekeurige volgorde door elkaar heen te gebruiken. Doelbewust moet de keuze gemaakt worden afhankelijk van de soort leidingnetberekening.

Om hierin duidelijkheid te scheppen zullen alle combinaties die bruikbaar zijn genoemd worden. Tevens is ook vermeld waarvoor een combinatie kan dienen.

2.3.2 Modelvoeding door knopen met vaste druk

Het leidingnetmodel wordt gevoed door in een of meerdere knopen de druk constant te houden. In de betreffende knopen wordt door het totale netevenwicht bepaald hoeveel water toegevoerd c.q. afgevoerd wordt.

Indien teveel van dit soort knopen in één model voorkomen kan dit echter vanwege convergentieproblemen niet bruikbare uitkomsten tot gevolg hebben.

2.3.3 Modelvoeding door opgave volumestroom

Het model van voeding voorzien door bij enkele knopen de inkomende volumestroom op te geven. De som van deze hoeveelheden moet gelijk zijn aan het totale verbruik.

2.3.4 Combinatie van knopen met een vaste druk en volumestroom

Het is mogelijk beide voorgaande gevallen te combineren waarbij dan in één model zowel punten met vaste druk als punten met een vaste inkomende volumestroom voorkomen.

Dit heeft tot voordeel dat er niet meer van te voren gecontroleerd hoeft te worden of de massabalans in het model sluitend is.

2.3.5 Voeding door knopen waarbij de inzet vooraf bepaald en opgegeven wordt

In het model is, voordat de leidingnetberekening start, uitgerekend wat het totale waterverbruik is. Van te voren kan opgegeven worden (voor de gehele dag van 24 uur) welke punten het model voeden en met welke hoeveelheid (bijvoorbeeld uitgedrukt in procenten van het totale waterverbruik).

Deze berekeningen worden gebruikt voor planningsdoeleinden waarbij een gedeelte van de produktie- en transportmiddelen nog ontworpen moet worden. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan de dimensionering en de besturing van pompen.

Naast het reeds genoemde kan door deze aanpak het gebruik van toerentalregelbare pompen worden nagebootst.

Het is bij dit soort berekeningen niet toegestaan het model te voeden door een vaste druk. Wel is het mogelijk in een knoop een voeding aan te brengen als een vaste volumestroom (dit is immers niets anders dan een negatief verbruik).

In combinatie met deze wijze van het gebruik van randvoorwaarden is het mogelijk in het model zelf pompkrommen te gebruiken voor de gevallen waarin buisopjagers aanwezig zijn. In dit verband wordt met buisopjager een pomp bedoeld die werkt met de netdruk als voordruk doch zonder reservoir.

In het model mag in dit geval ook geen watertoren geplaatst worden (dit zou namelijk tot gevolg hebben dat het totale waterverbruik niet meer bekend is).

2.3.6 Voeding model door een watertoren

De voeding van het model door een watertoren kan op

twee manieren plaatsvinden. Ten eerste met een vaste druk (zie paragraaf 2.3.2) en ten tweede met een druk en volumestroom.

Indien een model alleen maar gevoed wordt door een watertoren met de bijbehorende relatie tussen druk en verbruik in zo'n knoop is het van belang dat van te voren kritisch naar het model gekeken wordt voordat de leidingnetberekening gestart wordt.

Vaak is het zo dat een watertoren in een leidingnet voorkomt in combinatie met een pompstation of met een laagreservoir met opjaaginstallatie. Een watertoren is immers alleen maar een buffer en bezit zelf geen waterproduktie.

Bij uitvoeren van een leidingnetberekening voor één uur behoeft het voorgaande geen bezwaar te zijn.

In combinatie met een voeding door middel van een volumestroom respectievelijk een knoop met een vaste druk is het gebruik van een watertoren als element zeer goed mogelijk. Bij een dergelijk gebruik moet men wel attent zijn op een eventuele strijdigheid van de randvoorwaarden onderling (een vast drukpunt kan in combinatie met een watertoren aanleiding zijn voor merkwaardige uitkomsten).

Tenslotte moet nog opgemerkt worden dat het gebruik van een watertoren in een leidingnetmodel altijd met de grootst mogelijke voorzichtigheid moet gebeuren aangezien dit element een zeer belangrijke voedingsbron kan zijn voor heel korte perioden.

De watertoren kan in een korte tijdspanne zelfs andere voedingspunten overheersen (denk bijvoorbeeld aan een verbruiksperiode van 5 minuten).

Dit soort berekeningen wordt vooral gemaakt ter toetsing van de bestaande situatie.

2.3.7 Voeding van het model door pompen

Het model kan door pompen van water voorzien worden. Een pomp wordt in dit verband gezien als een buis. Hierbij wordt er een weerstandskarakteristiek ingebracht welke omgekeerd is aan die van een normale buis (uitgezonderd een toerenregelbare pomp kan een pomp dan gezien worden als een omgekeerde buis). Uitgaande van een vaste zuigdruk wordt afhankelijk van de opvoerhoogte-volumestroomrelatie van de verschillende pompen en van het waterverbruik en zijn verdeling over het model, bepaald welke persdruk nodig is in ieder pompstation.

De druk/hoeveelheidsrelatie wordt weergegeven door een lijn (een "pompkromme"). Dit maakt het mogelijk dat het gebruik van pompen als voedingselement uitstekend gecombineerd kan worden met voedingen van een vaste respectievelijk variabele volumestroom.

De combinatie van voeding door pompkrommen met een punt waarin de druk wordt opgegeven en eventueel met een watertoren kan op problemen stuiten als de gegeven pompkrommen niet overeenstemmen met de hoogte van de opgegeven vaste druk (respectievelijk hoogte van de watertoren).

Het uitvoeren van leidingnetberekeningen is belangrijk voor het testen en onderzoeken van de bedrijfsvoering van de produktiemiddelen (met name de pompen). Tevens kan het dienen om pompkrommen te ontwerpen welke in de toekomst bij een veranderde verbruiksspreiding, nodig zullen zijn.

3 IJKING EN BEHEER VAN HET LEIDINGNET

3.1 IJking van het model

Als een model opgebouwd is wil dat nog niet zeggen dat dit model geschikt is om het watertransport in het betreffende leidingnet na te bootsen. Het opgestelde model moet geijkt worden aan de praktijk.

Allereerst moet men zich bewust zijn van de elementen die in het model onjuist kunnen zijn aangegeven zoals

- de leidinglengte (door meetfouten);
- de leidingdiameter (zowel door fouten op de gebruikte leidingnetkaarten als door dichtgroeien van de leiding);
- onzorgvuldige schematisatie, waardoor een voor het transport essentiële leiding weggevallen is;
- onjuiste verbruiksweergave;
- niet goed weergegeven randvoorwaarden.

De ijking van het model kan het beste plaatsvinden tijdens representatieve belastingen van het net. Op het moment van de ijking van het model moeten er meetbare wrijvingsverliezen aanwezig zijn in het transportnet. Er moeten tegelijkertijd zoveel mogelijk drukmetingen (meestal is een viertal wel voldoende) in het leidingnet uitgevoerd worden op representatieve punten.

Te zamen met de door de pompstations/opjagers respectievelijk inkoop punten in het net gebrachte hoeveelheid water en het geraamde waterverbruik levert dit voldoende informatie om een leidingnetmodel te ijken. Dit gebeurt door met dezelfde randvoorwaarden als in werkelijkheid het model dusdanig te corrigeren dat de uitkomsten van de berekening redelijk overeenstemmen met de drukmeting uit de praktijk.

3.2 Beheer van het model

In de praktijk is het beheer van het leidingnetmodel van groot belang. Hiermee wordt bedoeld het administratieve beheer.

Het is belangrijk dat het leidingnetmodel altijd beschikbaar blijft voor het doel waarvoor het gemaakt is. Vaak worden allerlei ontwerpstudies uitgevoerd en wordt het model veelvuldig gemuteerd. Het komt dan regelmatig voor dat het model na gebruik niet in zijn oorspronkelijke staat wordt teruggebracht. Dit leidt tot onjuiste berekeningen en vaak onnodig tijdverlies voor diegenen die belast zijn met het uitvoeren van de leidingnetberekeningen.

Het verdient aanbeveling iemand aan te wijzen die voor dit beheer verantwoordelijk is. Deze zorgt frequent voor het bijstellen van de basismodellen en houdt een beperkte administratie bij van de basismodellen en van de modelvarianten die in omloop zijn.

4. METHODE VAN BEREKENEN

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt uiteengezet welke methode er gebruikt wordt voor het uitvoeren van leidingnetberekeningen en welke relatie tussen drukverlies en stroming door buizen gehanteerd is.

Zoals reeds in de algehele inleiding (hoofdstuk 1) is aangegeven zijn er diverse methoden in gebruik bij het uitvoeren van leidingnetberekeningen.

Door de werkgroep is uit dit grote scala van mogelijkheden vanwege de eenvoud van de modelopbouw en programma als beginpunt gekozen voor de drukvereffeningsmethode.

4.2 Relatie drukverlies en volumestroom

De relatie drukverlies en volumestroom bij stroming door buizen wordt veelvuldig omschreven met de formule van Darcy-Weisbach:

$$\Delta H = \lambda * \frac{v^2}{2g} * \frac{L}{D} = 0.0826 * \lambda * L * \frac{Q^2}{D^5}$$

waarin: ΔH = drukverlies in m

λ = weerstandscoefficiënt

v = stroomsnelheid in m/s

g = zwaarteveldsterkte in m/s²

L = leidinglengte in m

D = diameter in m

Q = volumestroom in m²/s

In deze formule is λ afhankelijk van de stromingstoestand in de buis.

Voor de berekening van de waarde van λ wordt de empirische benadering van Colebrook gebruikt.

Deze luidt als volgt:

$$\lambda = \frac{0,25}{\log \left\{ \frac{1}{0,4 \cdot \text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,7 \cdot D} \right\}^2}$$

waarin λ = weerstandscoefficiënt

Re = getal van Reynolds

D = diameter in m

k = wandruwheid in m.

Bij deze formule moet wel opgemerkt worden dat hij in de overgangsgebieden (van laminair naar turbulent) onnauwkeurig kan zijn.

De formule van Colebrook kan met redelijke nauwkeurigheid voor het gehele gebied der turbulente stroming gebruikt worden.

In het leidingnetprogramma wordt de formule van Darcy-Weisbach benaderd door de formule:

$$\text{drukverlies} = a \cdot L \cdot k^b \cdot D^c \cdot Q^2$$

Met behulp van de methode der kleinste kwadraten zijn voor diameters kleiner dan 400 mm en voor diameters groter of gelijk aan 400 mm deze coëfficiënten afgeleid.

4.3

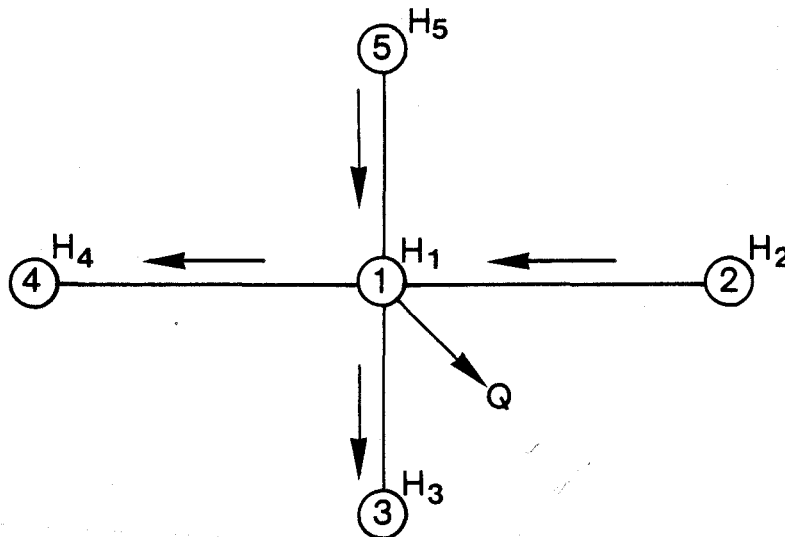
Beschrijving methode

Voor het berekenen van stromingen en drukken in leidingnetten wordt een differentiemethode gebruikt.

In het kort geformuleerd houdt dat in, dat er in iedere knoop van het net een sluitende waterbalans

moet zijn. Iedere knoop moet zodoende in evenwicht zijn met de omringende knopen, afhankelijk van eigen kenmerken en de eigenschappen van de verbindende buizen.

Met behulp van een eenvoudig voorbeeld wordt voor één knoop een balans opgesteld en er wordt aangegeven op welke wijze de differentiemethode leidt tot een sluitende waterbalans in deze ene knoop.



Figuur 4.1 - Waterbalans in een knoop

Bij het opstellen van een waterbalans moeten er tekenafspraken gemaakt worden. Een stroom naar de beschouwde knoop wordt positief aangenomen en een stroom uit de desbetreffende knoop wordt negatief verondersteld.

Voor een sluitende waterbalans in knoop 1 moet er evenwicht zijn tussen deze knoop en z'n omringende knopen ofwel de som van de in- en uitgaande stromen moeten nul zijn:

$$\sum_{j=2}^5 Q_{1j} - Q = 0$$

Om deze vergelijking op te lossen wordt verondersteld dat de drukken in de omringende knopen 2, 3, 4 en 5 bekend zijn.

De enige overblijvende onbekende is dan de druk in knoop 1, welke vervolgens uitgerekend kan worden.

Uitgaande van een drukschatting in knoop 1 (H_1 mwk) kan, na enige herleiding (zie bijlage 5), de correctie uitgerekend worden welke nodig is om de druk in knoop 1 in overeenstemming te brengen met zijn omringende knopen.

Een leidingnetmodel bestaat uit een aantal knopen en buizen. Elke knoop in het leidingnet wordt voorzien van een redelijke drukschatting. Het model wordt vervolgens van knoop tot knoop doorgerekend.

Bij iedere knoop wordt de in het voorgaande genoemde differentiemethode gebruikt ten einde de correctie uit te rekenen die nodig is om een knoopevenwicht te bereiken.

Bij elke knoop wordt gebruik gemaakt van de berekeningsresultaten van de voorgaande knopen en van de schattingen van de resterende knopen.

Zijn in alle knopen een keer de evenwichtsvergelijkingen uitgerekend, dan is één net-iteratie voltooid. Na deze ene net-iteratie is in de meeste gevallen nog geen netevenwicht verkregen.

De correcties in de knopen van het net zullen, naarmate het iteratieproces verder vordert, uitdempen, totdat na een aantal volledige net-iteraties een evenwicht verkregen is. (In bijlage 11 wordt de convergentiesnelheid van het iteratieproces behandeld.)

5 ONNAUWKEURIGHEID BASISGEGEVENS EN BEREKENING

5.1 Inleiding

De onnauwkeurigheid van de basisgegevens en van de berekeningsresultaten is een onderwerp dat erg belangrijk is bij het gebruik van leidingnetberekeningen om enerzijds de bedrijfsvoering te toetsen en mogelijk anderzijds er conclusies aan te verbinden voor de toekomst.

De onnauwkeurigheid van de basisgegevens waarover men beschikt en de onnauwkeurigheid die optreedt tijdens het berekeningsproces zijn van geheel verschillende orde. Beide moeten beslist niet met elkaar verward worden.

Ter illustratie zullen beide toegelicht worden met een voorbeeld waarna een interpretatie van het begrip nauwkeurigheid op zijn plaats is.

5.2 Onnauwkeurigheid basisgegevens

Voordat er een leidingnetberekening gemaakt kan worden zal eerst het leidingnet vereenvoudig moeten worden tot een model. Hoe dit precies in zijn werk gaat is uiteengezet in hoofdstuk 3.

Om een dergelijk model op te kunnen bouwen is het noodzakelijk te beschikken over allerlei gegevens van het net, zoals:

- lengte, k-waarde en juiste diameter van de transportleidingen (vooral combinatie van de diameter en de k-waarde kan bij oudere gietijzeren buizen nogal eens een foutenbron zijn in verband met aangroei).
- Verbruiksgegevens per tijdseenheid (bijvoorbeeld kalenderjaar);
- Gegevens over de variatie van het waterverbruik

gedurende de dag, week, maand en jaar.

- Concentratie van het verbruik in knooppunten.

Bovenstaande gegevens zijn van essentieel belang. De nauwkeurigheid van deze gegevens is niet altijd groot. Het is bijvoorbeeld meestal niet bekend of er bij een leiding sprake is van belangrijke aangroei. Een geringe verkleining van de diameter heeft al verregaande consequenties voor het drukverlies.

Ook de verbruiksgegevens en de spreiding daarvan naar tijd en plaats hebben grote invloed op de resultaten van een leidingnetberekening.

Een kleine variatie in piekfactoren heeft direct verandering van de regionale verbruikspreiding tot gevolg. Aangezien de wrijvingsverliezen in kwadratisch verband staan met de toe- respectievelijk afname van de stroming, kan een dergelijke verandering grote consequenties hebben voor het gehele stromingsbeeld. Hetzelfde geldt ook voor de diameter van de transportleidingen.

Over het geheel genomen betekent dit meestal dat de onnauwkeurigheid van de basisgegevens niet hoger zal zijn dan 5-10 %. Vanwege het reeds gememoreerde verband tussen stroming en wrijving in transportleidingen zal dit leiden tot afwijkingen in de berekeningsresultaten in de orde van groote van 10-15 %.

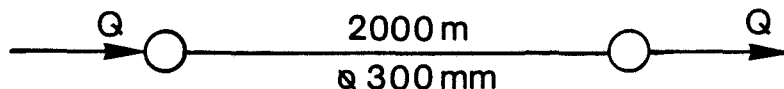
5.3 Onnauwkeurigheid berekening

De leidingnetberekening kent naast de nauwkeurigheid van de uitgangsgegevens ook nog een bepaalde berekeningsonnauwkeurigheid.

Deze kan worden veroorzaakt door:

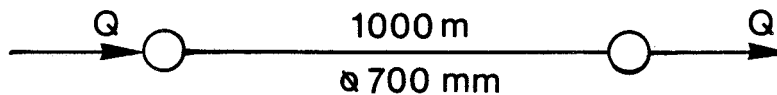
- a. de gebruikte benaderingswijze van de empirische formule van Colebrook (afgeleid van de formule van Darcy-Weisbach).
- b. Het gebruik van alleen de eerste twee termen van de reeksontwikkeling van Taylor bij het uitrekenen van de knoopcorrectie.
- c. De gehanteerde methode van knooppuntvereffening.
- d. Het afbreekcriterium van het iteratieproces.

ad a. Het programma gebruikt een benadering van de relatie drukverlies en volumestroom bij stroming door buizen voor twee groepen diameters. Uiteraard is deze benadering niet exact juist voor het gehele werkingsgebied van de formule. Ter illustratie zijn voor twee willekeurige leidingen de resultaten in de navolgende tabellen weergegeven.



Q (m ³ /h)	v (m/s)	H (mwk) Colebrook	H (mwk) benadering	Vershil in %
40	0.16	0.19	0.17	+12.0 %
60	0.24	0.40	0.38	+ 4.7 %
80	0.31	0.70	0.68	+ 2.9 %
100	0.39	1.08	1.06	+ 1.9 %
200	0.79	4.40	4.25	+ 0.9 %
400	1.57	16.00	17.00	- 5.9 %
1000	3.93	92.00	106.20	-13.4 %

} werk-
gebied



Q m ³ /h	v (m/s)	H (mwk) Colebrook	H (mwk) benadering	Vershil in %	
400	0.29	0.10	0.10	+ 3.0 %	} werk- gebied
600	0.43	0.22	0.22	+ 2.7 %	
1000	0.72	0.62	0.61	+ 1.9 %	
2000	1.44	2.40	2.43	- 1.3 %	
5000	3.60	14.0	15.20	- 8.0 %	
10000	7.20	55	60.8	-10.0 %	

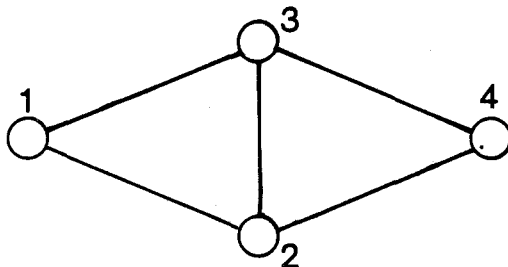
Deze benadering kan een onnauwkeurigheid in de berekening brengen van maximaal 5 % in het berekende drukverlies.

ad b. De gebruikte methode kan een geringe onnauwkeurigheid veroorzaken tijdens het iteratieproces bij het uitrekenen van de drukcorrectie in een knoop. Hoe verder het iteratieproces gevorderd is, des te minder zal deze onnauwkeurigheid een rol gaan spelen aangezien in de meeste gevallen de grootte van de drukcorrectie in een knoop gering is ten opzichte van de drukverliezen in de leidingen.

ad c. De gehanteerde methode van knooppuntvereffening bergt een geringe onnauwkeurigheid in zich door de wijze van berekenen.

Deze differentiemethode gaat uit van de wet van Kirchhoff wat zoveel wil zeggen dat ieder knooppunt in een model in evenwicht is met zijn directe omgeving.

Tijdens het iteratieproces wordt in elke knoop de druk gecorrigeerd aan de hand van de drukken van de omringende knopen. Hiervoor wordt een bepaalde volgorde gehanteerd (zie bijvoorbeeld onderstaande figuur met de volgorde 1, 2, 3 en 4).



Figuur 5.1 - Onderdeel netmodel

In een netiteratie betekent dit dat bijvoorbeeld bij knoop 2 uitgegaan wordt van een reeds gecorrigeerde waarde in knoop 1 en ongecorrigeerde waarden van 3 en 4.

Na uitrekenen en aanbrengen van de drukcorrectie in knoop 2 is daarom het hiervoor uitgerekende knoopenevenwicht van knoop 1 (uitgaande van de ongecorrigeerde waarden van 2 en 3) weer verstoord.

Hoe meer men vordert met de convergentie van het proces hoe geringer deze verstoring zal zijn.

- ad d. Om de leidingnetberekening te beëindigen is een criterium nodig. Het voorliggende leidingnetprogramma hanteert hiervoor de grootte van de drukcorrectie. Is nu de hoogste drukcorrectie in een knoop ergens in het net kleiner dan de opgegeven nauwkeurigheid (bv 1 cmwk) dan wordt het iteratieproces gestopt

en worden de drukken en hoeveelheden uitgerekend en geprint. Als nu met deze uitvoer gecontroleerd wordt of in alle knopen de waterbalans gesloten is kan het voorkomen, door de in het voorgaande geschetste berekeningswijze, dat er knopen zijn waar dit niet geheel het geval is. Dit heeft voor het totaalevenwicht in het leidingnetmodel geen enkele betekenis en is vaak beperkt tot de ordegrootte van $\pm 1 \%$ van de totale in- en uitgaande stromen in een knoop.

De berekeningsnauwkeurigheid beweegt zich altijd in de orde van grootte tussen de 0 en $\pm 5 \%$ van de berekende drukverliezen. De relatie tussen drukverlies en stroming is kwadratisch, wat betekent dat de berekeningsnauwkeurigheid uitgedrukt in volumestroom ongeveer ligt tussen de min en plus $2\frac{1}{2} \%$ van de berekende waarden.

5.4

Conclusies

Als beide nauwkeurigheden met elkaar vergeleken worden moet als eerste opgemerkt worden dat het belangrijkste verschil tussen beide is, dat de nauwkeurigheid van de uitgangsgegevens een praktische en de nauwkeurigheid van de berekening een theoretische nauwkeurigheid is.

Tevens valt op dat er tussen beide een ordegrootte verschil is. De uitgangsgegevens (0-15 %) veroorzaken veel meer onnauwkeurigheid dan de berekening op zich (0- $2\frac{1}{2} \%$).

Hieruit mag geconcludeerd worden dat er vooralsnog geen directe behoefte bestaat aan het verbeteren van de berekening op zich ten einde de genoemde onnauwkeurigheid op te heffen.

Pas als de nauwkeurigheid van de uitgangsgegevens dezelfde orde van grootte heeft als de theoretische nauwkeurigheid, is te overwegen de laatste te verbeteren. De mate van nauwkeurigheid waarmee de resultaten worden gepresenteerd wekt ten onrechte de indruk dat de gehele leidingnetberekening net zo nauwkeurig is als de resultaten lijken.

Tenslotte kan opgemerkt worden dat al het voorgaande overziende duidelijk moet zijn dat de berekeningsresultaten dus nooit nauwkeuriger kunnen zijn dan de uitgangsgegevens.

OMSCHRIJVING VAN DE BASISGEGEVENS

Het basisgegevensbestand moet opgebouwd worden in een vaste volgorde. Deze volgorde is:

1. Stuurgegevens programma
2. Knoopgegevens
3. Buisgegevens
4. Uurverbruiksverdeling
5. Seizoenlengten
6. Schakelschema pompstations of inzetpercentages pompstations
7. Pompkrommen
8. Periodelengten prognose waterverbruik
9. Groeicijfers waterverbruik per categorie per periode
10. Piekfactoren per categorie waterverbruik
11. Lekverliespercentage per categorie waterverbruik
12. Algemene informatie.

Er wordt in het hiernavolgende gedeelte beschreven hoe deze gegevens aan de computer bekend moeten worden gemaakt.

6.1

Stuurgegevens programma

Voordat een leidingnetberekening kan worden gemaakt moeten eerst nog een aantal gegevens welke bepalend kunnen zijn voor de soort berekening en de manier van uitvoer van de resultaten opgegeven worden.

Wat betreft de soort berekening kan sprake zijn van:

- | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SIMPEL | Berekening zonder prognose- en piekfactoren met enkelvoudige voeding. |
| VERHOUDING | Berekening waarin de voeding met verhoudingsgetallen is opgegeven met prognose- en piekfactoren. |

POMPKROMME Als voorgaand echter met gebruik van pompkrommen.

Het programma vraagt de overige informatie in de onderstaande volgorde.

1. Naam : (naam van het leidingnetmodel)
2. Maaivelddruk (JA/NEE) : uitvoer in maaivelddrukken of NAP-drukken.
3. Vast drukpunt(JA/NEE): als in een van de knooppunten een onveranderde vaste druk moet worden gehandhaafd is dit op te geven.
Alle verhangen worden dan gerelateerd aan het vaste drukpunt.
4. Knoop met vaste druk : knoopnummer. (Als vraag 3 met JA is beantwoord.)
5. Vaste druk : mwk + mv. (Als vraag 3 met JA is beantwoord.)
6. Beginjaar : le jaar van de berekening.
7. Eindjaar : laatste jaar van de berekening.
8. Eerste uur van de berekening : eerste uur van de berekening volgens de indeling van de data onder uurfrequentie.
9. Laatste uur van de berekening : laatste uur.
10. Watertoren (JA/NEE): wordt er een watertoren gebruikt in het net?
11. Toevoeging grootverbruik (JA/NEE) : wordt er een grootverbruik toegevoegd?
(Als dit het geval is

wordt dit verbruik niet vermenigvuldigd met allerlei piekfactoren, het wordt in de betreffende knoop alleen toegevoegd.

12. Basisuitvoer (JA/NEE): wilt u een afdruk van de basisgegevens?
13. Aantal deelperiodes : hoeveel deelperiodes zijn er in het model voorzien
14. Aantal verbruikscategorieën : hoeveel verbruikscategorieën zijn er in het model aanwezig.
15. Welke eenheden gebruikt u? : hier moet worden aangegeven welke eenheden (SI, OUD) er gebruikt moeten worden in het model.

De voornoemde 15 vragen kunnen bijvoorbeeld als volgt zijn beantwoord:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
"ZLG 1982",	JA,	JA,	23,	28,	1982,	1982,	10,	10,	NEE,	NEE,	NEE,	4	4	OUD

De naam van het model is dus "ZLG 982".

De drukken worden uitgerekend in meters ten opzichte van maaiveld.

Er is een vast drukpunt in het net namelijk knoop 23 met een vaste druk van 28 m.

De leidingnetberekening wordt uitgevoerd van het 10^e tot en met 10^e uur en van het jaar 1982 tot en met 1982.

Met behulp van deze laatste vier getallen kan men ook een aantal uurberekeningen voor verschillende jaren achter elkaar maken (bijvoorbeeld als de data luidt: 1982, 1988, 10, 15 (totaal 42 berekeningen)).

Er wordt geen watertoren gebruikt, er is geen toevoeging van een grootverbruik in de knoop en er is geen behoefte aan een uitvoer van de basisgegevens. Tenslotte worden er vier verbruikscategorieën onderscheiden en zullen de oude eenheden worden gebruikt.

6.2 Beschrijving van de knopen

Elke regel wordt opgebouwd uit twee groepen gegevens, namelijk de algemene informatie van de knoop en de verbruiksgegevens.

De algemene informatie omvat vier gegevens welke zijn:

- a. knoopnummer (Knonum)*
- b. knoopsoort (Knosrt)*
- c. drukschatting (Knodsc)*
- d. maaiveldhoogte (Knomvh)*.

ad a. Knoopnummer

Het knoopnummer dient om tijdens het rekenproces steeds snel deze knoop te kunnen selecteren. Het is belangrijk dat er een numerieke volgorde aangehouden wordt. Dit houdt in dat bijvoorbeeld de knoop n op de n^e -regel geplaatst moet worden.

ad b. Knoopsoort

Het aangeven van de knoopsoort dient ervoor om aan te geven welke eigenschappen deze knoop heeft.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende knoopsoorten:

* Dit zijn de parameternamen uit het computerprogramma

- 0 : in deze knoop is geen verbruik aanwezig.
- 1 : in deze knoop is een waterverbruik aanwezig van een of meerdere van de opgegeven categorieën.
- 2 : in deze knoop is een watertoren gelegen
- 3 : in deze knoop is een keldervoeding gelegen.

De uurhoeveelheid welke in deze knoop afgenomen wordt, wordt door balansberekeningen voor de eigenlijke leidingnetberekening bepaald.

Op de 5e positie moet de bijbehorende pompstationknoop meegegeven worden.

- 50 : het opgegeven verbruik wordt gezien als constant verbruik in de tijd (over de jaren, gedurende het jaar en over de dag).
- 51 : het opgegevens verbruik wordt gezien als constant over tijd, er is geen groei; over het jaar echter is het variabel met de mee te geven piekfactoren. Over de dag echter wordt dit verbruik constant gehouden.
- 52 : er geldt hetzelfde als voor knoopsoort 51, alleen met het verschil dat het verbruik groeit volgens de algemeen gegeven prognose.
- 71 : de zuigknoop van een pompstation. In deze knoop worden geen iteraties uitgevoerd. De eerste drukschatting blijft gehandhaafd. Deze knoop kan gebruikt worden als zuigknoop van een pomp ("buis") of als vast drukpunt indien geen pompkrommen in de berekening worden gebruikt.
- 72 : een knoop met de rang 72 is een zuig-

knoop van een buisopjager.

Het bijzondere van deze knoop is dat de zuigdruk van de pomp evenals alle andere knopen gecorrigeerd wordt tijdens het iteratieproces.

73 : deze soort knopen kan zowel als persknoop van een buisopjager als van een pompstation fungeren.

Voor buisopjagers moet altijd een pers- en een zuigknoop aanwezig zijn in verband met de pompkromme. Voor een pompstation kan indien men met inzetpercentages wenst te werken alleen een persknoop aanwezig zijn. In het andere geval, indien niet met inzetpercentages wordt gewerkt, moet bij deze knoop als 5e getal het zuigknoopnummer van de pompbuis worden ingevuld.

ad c. Drukschatting

In kolom 3 moet voor elke knoop een drukschatting meegegeven worden ten opzichte van het vergelijkingsniveau (bijvoorbeeld NAP) aan de hand waarvan het iteratieproces kan beginnen.

ad d. Maaiveldhoogte

Deze kolom dient om de maaiveldhoogte ten opzichte van NAP van elke knoop mee te geven zodat de uitkomsten weergegeven kunnen worden in meters boven maaiveld.

De verbruiksinformatie bij een knoop mag alleen maar opgegeven worden als er bij de knoopsoort 1 opgegeven is. In het begin van het programma is aangegeven hoeveel verbruikscategorieën er onder-

scheiden worden. Bij elke knoop met deze rang moeten dan achtereenvolgens evenzovele gemiddeld uurverbruiken worden opgegeven.

Als voorbeeld worden enige dataregels gegeven uit het bestand van het leidingnetmodel uit hoofdstuk 8 (zie ook bijlage 3) waarmee enige voorbeeldberekeningen zijn uitgevoerd.

Persknoop van een pompstation:

knoopnummer,	knoopsoort,	drukschatting,	maalveldhoogte,	zuigknoop, (pompst.)	
2	73	46	6	1	"*"
(Knonum)	(Knoert)	(Knodsc)	(Knomvh)	(Knonum)	(einde informatie)

Zuigknoop van hetzelfde pompstation:

knoopnummer,	knoopsoort,	drukschatting,	maalveldhoogte,	
1	71	0	6	"*"
(Knonum)	(Knoert)	(Knodsc)	(Knomvh)	(einde informatie)

Knoop waarin een watertoren ligt:

knoopnummer,	knoopsoort,	drukschatting,	maalveldhoogte,	startwaarde,	A-waarde,	Min.nivo,	Max.nivo,	
1	2	40	10	39	150	35	42	"*"
(Knonum)	(Knoert)	(Knodsc)	(Knomvh)					(einde informatie)

Normale verbruiksknoop:

knoopnummer,	knoopsoort,	drukschatting,	maalveldhoogte,	verbruik 1,	verbruik 2,	verbruik 3,	verbruik 4,	
2	1	22	6	18.5	1.3	7.9	1	"*"
(Knonum)	(Knoert)	(Knodsc)	(Knomvh)	(Knovrb)	(Knovrb)	(Knovrb)	(Knovrb)	(einde informatie)

De gegevensreeks van een knoop wordt beëindigd met een afsluitteken. In ons geval is dat bij de knopen een "*". Bij de laatste knoop is dit "*****".

Het afsluiten vindt plaats ten behoeve van de controle van het bestand op fouten.

6.3 Beschrijving van de buizen

Elke buis moet als volgt worden opgegeven:

beginpunt, (knoopnr.) (Knonum)	eindpunt, (knoopnr.) (Knonum)	diameter, (mm) (Buidia)	lengte, (m) (Builen)	k-waarde, (mm) (Buikwa)	"*" (Einde informatie)
--------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------------------	---------------------------

Het is mogelijk dat er in het leidingnetmodel keerkleppen moeten functioneren. Deze worden aangegeven door in plaats van het "einde informatieteken" het woord "keerklep" te gebruiken als einde van de regel.

Er moet op worden gelet dat de keerklep werkt in de richting van beginpunt naar eindpunt zoals de buis opgegeven wordt.

Het is eveneens mogelijk een buis niet meer in het leidingnetmodel te laten functioneren. Hiervoor is het alleen nodig de diameter op nul te stellen (zie hoofdstuk 9).

Bij de laatste buis wordt het einde informatieteken "*****" meegegeven. Dit is voornamelijk om controle op de basisgegevens te kunnen uitvoeren.

Voorbeeld (uit de basisgegevens van het model uit hoofdstuk 8 welke op bijlage 3 is weergegeven)

beginpunt, 1 , (Knonum)	eindpunt, 2 , (Knonum)	diameter, 200 , (Buidia)	lengte, 200 , (Builen)	k-waarde, 0,2 , (Buikwa)	"*" (Einde informatie)
-------------------------------	------------------------------	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------------

(Dit is een buis van knoop 1 naar knoop 2 met een diameter van 200 mm, een lengte van 200 m en een k-waarde van 0.2 mm.)

6.4 Verbruiksverdeling over de dag

Er moet opgegeven worden wat de verhouding is tussen het niveau van het verbruik, van het uur waarvoor de berekening gemaakt wordt en het niveau van het gemiddeld verbruik uitgedrukt als uurfactor.

(uurfactor = uurverbruik ÷ gem. uurverbruik)

In dit verband wordt onder een uur een uurnummer verstaan welke gekoppeld is aan een begintijdstip en eindtijdstip.

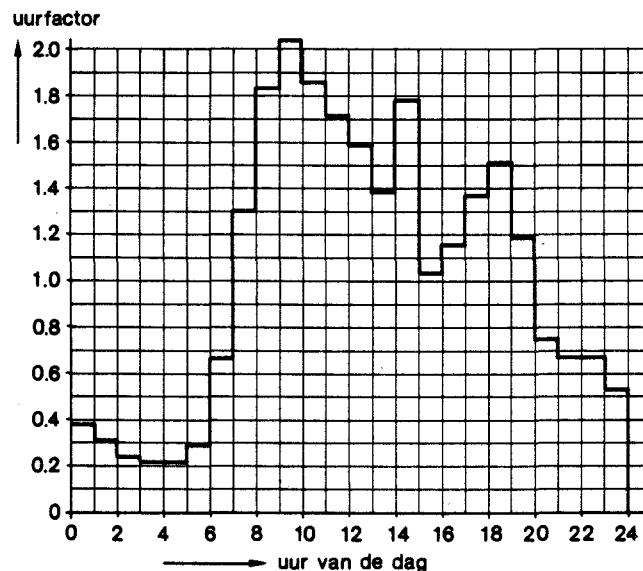
Dit moet afzonderlijk gebeuren voor alle opgegeven verbruiscategorieën (maximaal vijf).

Elke regel gegevens (per verbruiscategorie) moet weer afgesloten worden met een "*".

De laatste regel wederom met "*****".

Voorbeeld

Als voorbeeld wordt een verbruiksverdeling voor het huishoudelijk verbruik aangegeven die in het model zou kunnen worden gehanteerd als verbruiksverdeling over de dag.



Figuur 6.1 - Verbruiksverdeling over de dag

6.5 Seizoenlengten

Om verbruiken welke over een deel van het jaar optreden (recreatie, weide-aansluitingen) in te brengen wordt voor elke categorie verbruikers de seizoenlengte in maanden opgegeven.

De ingebrachte basishoeveelheden worden met de factor $12/x$ vermenigvuldigd.

1 ^e seizoenlengte,	2 ^e seizoenlengte,	3 ^e seizoenlengte,	4 ^e seizoenlengte,	
12	12	12	6	"x"
(Seizln)	(Seizln)	(Seizln)	(Seizln)	(Einde informatie)

6.6 Schakelschema respectievelijk inzetpercentages pompstations

Op deze plaats in de basisgegevens van het leidingnetmodel moeten gegevens meegegeven worden betreffende het functioneren van de pompstations respectievelijk buisopjagers.

Er zijn drie gevallen te onderscheiden.

- a. Er wordt gewerkt met alleen pompstations en buisopjagers met pompkrommen.
- b. Er wordt per pompstation bepaald hoeveel van het verbruik (uitgedrukt in % van het totaalverbruik) ieder pompstation voor zijn rekening neemt.
- c. Een combinatie van beiden. Hier wordt mee bedoeld het geval dat er bij de pompstations bepaald wordt hoe de inzet per pompstation is (ad b) terwijl er in het model toch buisopjagers (zonder reservoir) functioneren.

Voor elk geval zal kort uiteengezet worden wat er mee bedoeld wordt en hoe dit in de basisgegevens verwerkt moet worden.

ad a. Als er gewerkt wordt met pompstations en buisopjagers met pompkrommen betekent dit, dat er voor iedere "pomp" een persknoop, een

zuigknoop en een verbindende buis aanwezig moet zijn.

In principe betekent het gebruik van pompen dat de randvoorwaarden van de leidingnetberekening vastligt door de relatie Q/H van de pomp.

Het is niet eenvoudig om een heel pompstation, indien dat gewenst is, buiten de leidingnetberekening te houden. In de praktijk kan het immers voorkomen dat een leidingnet gevoed wordt door meerdere pompstations en dat er verbruiksuren zijn waarbij pompstations niet meewerken omdat het efficiënter is in het verbruik te voorzien door middel van één pompstation. Hiervoor wordt een schakelschema ingevoerd in het programma.

Het is mogelijk om met behulp van een schakelschema voor pompstations eenvoudig aan te geven of een pompstation met zijn pompen in bedrijf is op een bepaald uur of niet.

Dit schema wordt in de basisgegevens opgenomen.

Uit het voorbeeld worden hier enkele regels uit een dergelijk bestand weergegeven.

Hierbij moet nog wel vermeld worden dat het teken "+" staat voor een pompstation dat in bedrijf is, terwijl het teken "-" betekent dat hij buiten bedrijf is gesteld in dat uur.

uur,	knoop 2,	knoop 15,	knoop 24,	
6	-	-	-	"x"
7	+	+	-	"x"
8	+	+	+	"x"
9	+	+	+	"x"
(uur)	(Aan \$)	(Aan \$)	(Aan \$)	(Einde informatie)

ad b. Indien er per pompstation een inzetpercentage meegegeven wordt houdt dit in dat voor ieder pompstation, voordat de berekening start, bekend is hoeveel het pompstation, ten opzichte van het totale waterverbruik, in het net levert.

In verband met de reeds eerder genoemde "balans"berekeningen indien er distributiereservoirs in de modelberekening zijn opgenomen moeten de inzetpercentages voor een geheel etmaal en voor alle pompstations opgegeven worden.

Aan het eind van elke informatieregel wordt hier een "*" -teken gebruikt.

Als voorbeeld wordt hier een willekeurige opsomming gegeven ($\Sigma = 100 \%$).

uur,	1 ^e persknoop,	2 ^e persknoop,	3 ^e persknoop,	
6	40	60	0	"*"
7	30	50	20	"*"
8	25	40	35	"*"
9	25	25	50	"*"
(uur)	(I)	(I)	(I)	(Einde informatie)

ad c. Het is ook mogelijk een combinatie van de gevallen a en b als randvoorwaarde te gebruiken. Het kan voorkomen dat er een leidingnetmodel gemaakt is waarbij voor de pompstations die het leidingnet voeden van tevoren bepaald is hoe zij het leidingnet voeden, terwijl er toch diverse buisopjagers met pompkrommen in het netmodel aanwezig zijn.

Indien dit het geval is kan niet volstaan worden met alleen een bestand in de basisgegevens te brengen hoe de "inzet" van de pomp-

stations over de dag verdeeld zal zijn. Tevens moet aansluitend hierop een bestand ingebracht worden wat van uur tot uur (ad a) aangeeft of de pompen in de betreffende buisopjager in bedrijf zijn of niet.

6.7 Pompkrommen in buisopjagers en pompstations

De pompkrommen van pompen worden omschreven met de volgende hulpfunctie:

$$H_{\text{opvoerhoogte}} = a Q^2 + b Q + c.$$

Van elke pomp kunnen met behulp van deze functie die het verband aangeeft de opvoerhoogte en de te verpompen volumestroom, de coëfficiënten a, b en c bepaald worden (zie bijlage 8). Bij deze gegevens worden tevens de werkgebieden van de pompen aangegeven door een onder- en bovengrens in m³/uur.

Strikt genomen is het niet toegestaan dat pompen in één pompstation een overlappend pompgebied hebben, daar anders de computer geen éénduidige oplossing kan bepalen maar een willkeurige keus doet uit de twee beschikbare mogelijkheden.

Naast de normale pomp is het ook mogelijk de pompkromme (regellijn) van een toerenregelbare pomp op te geven. Bij deze soort pomp moet dan wel - 1 in plaats van + 1 (op de 8e positie) meegegeven worden om later te kunnen controleren of inderdaad de juiste pompkromme is opgegeven.

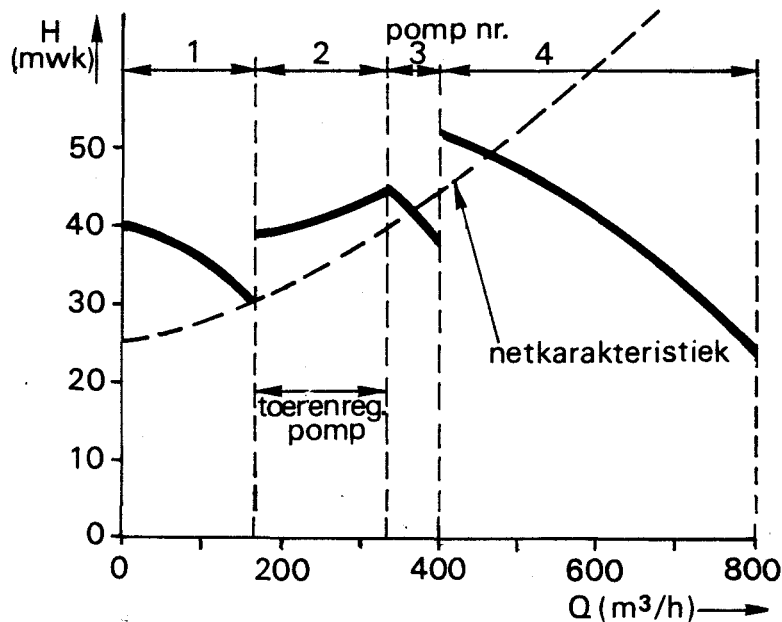
Aan het werken met pompkrommen zijn enkele restricties verbonden.

De pomp met het absoluut gezien grootste pompvolumestroom moet een extreem hoge bovengrens meegegeven worden (4 of 5x zijn werkelijke waarde) om te

voorkomen dat tijdens het iteratieproces een waarde, die veel groter is dan zijn werkelijke pompbereik, buiten de begrenzings valt en leidt tot stoppen van het proces. Op deze wijze kan het iteratieproces stagneren. Dit kan meerdere keren voorkomen, vooral in de aanvang van het iteratieproces.

Naast het al reeds genoemde is het ook van groot belang dat een pompkromme binnen het opgegeven werkingsgebied van de pomp (onder- en bovengrens in m^3/uur) boven de netkarakteristiek van het transportnet ligt. (Onder netkarakteristiek wordt in dit verband verstaan de relatie tussen voor het transportnet vereiste druk en verbruik.)

Ter illustratie is het voorbeeld uit hoofdstuk 8 voor één pompstation in onderstaande grafiek weergegeven.



Figuur 6.2 - Schakelschema pompen

In het geval van het voorbeeld zijn er in dat pompstation vier pompen geïnstalleerd.

In de data wordt elke pomp gekarakteriseerd door één dataregel.

persknoop,	pomp nr.,	ondergrens (m ³ /h),	bovengrens (m ³ /h),	A	,	B,	C,	soort pomp,
2	,	2	,	160	,	330	,	-0.0000089,
(Knoopp)	(Pompon)							0.057,
								31.0,
								-1,
								"*"
								(einde informatie)

De laatste pompkromme wordt beëindigd met een einde informatieteken "*****".

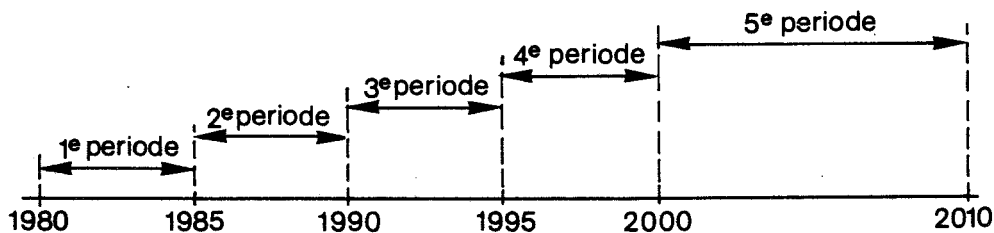
6.8 Periodelengten prognose waterverbruik

Ten aanzien van het basisjaar, zijnde het jaar van de in het model opgegeven gemiddelde uurverbruiken en de lengten van de verschillende prognoseperioden moet het volgende worden opgegeven:

basisjaar, eindjaar van elke periode (maximaal 5)

Jaar,	Jaar,	Jaar,	Jaar,	Jaar,	Jaar,	"*****"
1980,	1985,	1990,	1995,	2000,	2010,	
(Jaar)	(Jaar)	(Jaar)	(Jaar)	(Jaar)	(Jaar)	(Einde informatie)

Uitgewerkt naar prognoseperioden betekent dat:



Figuur 6.3 - Prognoseperioden

6.9 Groeicijfers

De groeicijfers moeten opgegeven worden met als basis lineaire groei ten opzichte van het basisge-

bruik in het basisjaar. Maximaal kunnen 5 groeipercentages (immers max. 5 perioden) voor 5 verbruikscategorieën worden opgegeven. De groeipercentages voor een verbruikscategorie en voor vier verbruikperioden in het voorbeeld zijn hieronder aangegeven.

Groei 1 ^e per.,	Groei 2 ^e per.,	Groei 3 ^e per.,	Groei 4 ^e per.,	
3	1.5	1.8	2.5	"*"
(Groei)	(Groei)	(Groei)	(Groei)	(Einde informatie)

6.10

Etmaalfactoren en lekverliespercentage per categorie waterverbruik

Voor elke categorie verbruik dient opgegeven te worden hoe groot de etmaalfactoren beschouwd verbruik/gemiddeld verbruik zijn en eveneens hoe hoog het lekverlies is in % van het geraamde verbruik. Dit lekverlies wordt toegevoegd nadat de netto-verbruiken zijn uitgerekend.

In het voorbeeld leidt dit tot de volgende data-opbouw:

Etmaalfactoren voor vier verbruikscategorieën

Etmaalfactor,	Etmaalfactor,	Etmaalfactor,	Etmaalfactor,	
1.4	1.4	1.4	1,2	"*"
(Pielek)	(Pielek)	(Pielek)	(Pielek)	(Einde informatie)

Lekverliespercentage voor vier verbruikscategorieën

Lekverliespercentage	Lekverliespercentage	Lekverliespercentage	Lekverliespercentage	
10	10	10	8	"*"
(Pielek)	(Pielek)	(Pielek)	(Pielek)	(Einde informatie)

6.11

Algemene informatie

De laatste regel van de basisgegevens moet benut

worden om de minimaal vereiste netdruk, de maximaal toe te laten netdruk, de afbreeknauwkeurigheid van de knoopiteratie (in cmwk) en het maximum aantal netiteraties dat mag worden uitgevoerd, op te geven.

Met name de beide laatste gegevens zijn belangrijk ten einde te voorkomen dat een leidingnetberekening die niet convergeert, door wat voor omstandigheid dan ook, blijft divergeren en ondanks het feit dat er misschien al honderden netiteraties zijn uitgevoerd toch geen evenwicht bereikt.

In de voorbeelddata zijn deze gegevens als volgt opgegeven:

Minimum druk,	Maximum druk,	Afbreek- nauwkeurigheid,	Maximum aantal iteraties	
25	70	1	300	"*"
(Drkmin.)	(Drkmax.)	(Na)	(Max itr.)	(Einde informatie)

7

CONTROLE BASISGEGEVENS

7.1

Basisgegevens

Als alle basisgegevens verzameld en geordend zijn is alles in principe gereed om de leidingnetberekening uit te voeren. De ervaring leert echter dat er op een eenvoudige manier allerhande fouten in de data kunnen sluipen, van typefouten tot echte fouten in de beschrijving van het model. Ook volgordefouten bij de ordening van de verschillende soorten data zijn niet uit te sluiten.

Het verdient aanbeveling een dataset eerst op fouten en onjuistheden te laten testen door de computer alvorens de leidingnetberekening te laten uitvoeren.

Uiteraard is het niet zo dat alle fouten die kunnen voorkomen door de computer uit het bestand gehaald kunnen worden (denk bijvoorbeeld aan een verkeerde opgave van de leidinglengte zoals 10.000 m in plaats van 1000 m). Vandaar dat het onderzoek naar de juistheid van een "ruwe" ongecontroleerde dataset in twee stappen moet gebeuren namelijk:

1. toetsen van de modelgegevens met de werkelijke uitgangssituatie (hierbij valt te denken aan diameters, leidinglengten, juiste verbindingen etc.). Dit dient bij voorkeur door iemand uitgevoerd te worden die het model niet opgebouwd heeft;
2. toetsen van alle data op ordegrootte, op onderling verband, en op volgorde. Dit testen kan het beste door de machine uitgevoerd worden.

Nadat beide tests zijn uitgevoerd en er geen fouten meer in de gegevens gesignaleerd worden kan het bestand als "gevalideerd" bestand opgeborgen worden op een opslagmedium (cassette of schijf) en is ge-

schikt om leidingnetberekeningen mee uit te voeren! Voordat nu echter overgegaan wordt op het bespreken van de eigenlijk "validatie" van de gegevens is een waarschuwing wel op zijn plaats.

Het uitvoeren van een test op de dataset met als resultaat dat deze met goed gevolg doorstaan wordt garandeert niet, dat het bestand ook werkelijk foutloos is. Het kan voorkomen dat bepaalde modelfouten c.q. typefouten onopgemerkt blijven. Het is verstandig dat men zich dit ten allen tijde realiseert en waakzaam blijft.

De toelichting op de validatie valt uiteen in twee gedeelten, namelijk:

- uiteenzetting van de test per "blok" gegevens;
- weergave van de tekst van de foutboodschappen per vermelde fout.

7.2 Uiteenzetting van de validatie per "blok" gegevens

Het programma is opgebouwd uit de volgende blokken met gegevens:

- knoopgegevens;
- buisgegevens;
- verbruiksverdeling over de dag;
- seizoenlengten;
- schakelschema/inzetpercentages;
- pompkrommen;
- periodelengte prognose waterverbruik;
- groeicijfers (algemene informatie; etmaalfactoren en lekverliespercentage);
- algemene informatie.

7.2.1 Toetsen knoopgegevens

Bij het toetsen van de knoopgegevens worden van een aantal parameters onderzocht of deze een bepaalde grootte niet onder- respectievelijk overschrijden. Dit is in het huidige programmapakket voor de verschillende parameters als volgt opgegeven. Indien de begrenzingsen van het programma moeten worden gewijzigd wordt verwezen naar bijlage 2.

	>	<
a. maximaal aantal knopen	0	150
b. maximaal aantal verbruiken	0	6
c. maaiveldhoogte knoop	-12 m - NAP	+ 250 m +NAP
d. basisverbruik van de knoop	1000 m ³ /uur	+1000 m ³ /uur
e. drukschatting van de knoop	0 m + maaiveld	300 m + maaiveld

Bij iedere knoop wordt in de gegevens ook de knoopsoort meegegeven. Bij de toets naar de juistheid van die gegevens wordt onderzocht of de opgegeven knoopsoort ook in de standaardlijst voorkomt.

Deze lijst is als volgt:

0, 1, 2, 3, 71, 72, 73, 50, 51, 52, 53, 54, 55.

De tests die uitgevoerd worden en aanleiding zijn tot de verschillende foutboodschappen zijn als volgt:

Test 0: wordt het maximum aantal knopen overschreden?

[Boodschap fout \emptyset]

Test 1: staat het knoopnummer N ook op de N positie?

[Boodschap fout 1]

Test 2: komt de opgegeven knoopsoort in de lijst voor?

[Boodschap fout 2]

Test 3: ligt de opgegeven drukschatting binnen de opgegeven begrenzing?

[Boodschap fout 3]

Test 4: is de maaiveldhoogte juist?

[Boodschap fout 4]

Test 5: is het aantal verbruikscategorieën niet meer dan toegestaan?

[Boodschap fout 5]

Test 6: is het aantal verbruiken evenveel als het opgegeven aantal categorieën?

[Boodschap fout 6]

Test 7: is de grootte van het basisverbruik wel juist?

[Boodschap fout 7]

Test 8: wordt het knopenbestand goed beëindigd?

[Boodschap fout 8]

7.2.2 Toetsen buisgegevens

Bij de controle van de buisgegevens wordt de opgegeven data getoetst op de volgende wijze.

Test 9: is het aantal buizen groter dan het toegestane maximum?

[Boodschap fout 9]

Test 10: is het knoopnummer van het beginpunt groter dan het maximum aantal knopen?

[Boodschap fout 10]

Test 11: is het knoopnummer van het eindpunt groter dan het maximum aantal knopen?

[Boodschap fout 11]

Test 12: het beginpunt mag niet gelijk zijn aan het eindpunt.

[Boodschap fout 12]

Test 13: is de volgorde van de data in deze regel wel goed?

[Boodschap fout 13]

Test 14: de buislengte mag niet kleiner zijn dan 100 m!

[Boodschap fout 14]

Test 15: komt de diameter van deze buis voor in de lijst met opgegeven diameters?

[Boodschap fout 15]

Test 16: komt de k-waarde van deze buis voor in de lijst met opgegeven k-waarden,

[Boodschap fout 16]

7.2.3 Toetsen relatie buis- en knoopgegevens

Test 17: komen er meer dan 15 buizen samen in één knoop?

[Boodschap fout 17]

Test 18: er moet meer dan één buis aan iedere knoop zitten.

[Boodschap fout 18, (waarschuwing)]

Test 19: hoe is de verhouding van de buisfactoren
in iedere knoop?
[Boodschap fout 19]

7.2.4 Controle verbruiksverdeling over de dag

Test 20: de verbruiksverdeling wordt gecontroleerd
op de volgorde en aantal.
[Boodschap fout 20]

7.2.5 Controle seizoenlengte

Test 33: is de volgorde van de opgegeven data
juist?
[Boodschap fout 33]

Test 34: is de lengte van het seizoen juist opgege-
ven?
[Boodschap fout 34]

7.2.6 Controle schakelschema/inzetpercentages

Test 21: controle op de volgorde van de opgegeven
data.
[Boodschap fout 21]

Test 22: indien er inzetpercentages worden gebruikt
moeten deze op bestaanbaarheid gecontro-
leerd worden ($\Sigma = 100 \%$).
[Boodschap fout 22]

7.2.7 Pompkrommentest

Test 23: controle op de volgorde van de data bij
het inlezen van pompkrommen.
[Boodschap fout 23]

Test 24: komt de knoopsoort van de genoemde knoop wel overeen met de status van persknoop?
[Boodschap fout 24]

Test 25: is de volgorde van de gestelde volumestroombegrenzing juist?
[Boodschap fout 25]

Test 26: de volgorde van de begrenzingen van de opeenvolgende pompkrommen moet aansluitend zijn.
[Boodschap fout 26]

Test 27: de constante van de functie $aQ^2 + bQ + c$ mag niet gelijk zijn aan nul.
[Boodschap fout 27]

Test 28: er wordt onderzocht of de pompkromme een extreem heeft in het werkingsgebied.
[Boodschap fout 28]

Test 29: de pompkromme moet monotoon dalend of stijgend worden opgegeven. Er wordt gecontroleerd of alle data daarmee overeenstemmen.
[Boodschap fout 29]

7.2.8 Controle periodelengte prognose waterverbruik

Test 35: ligt het jaar van beschouwing tussen 1950 en 2050?
[Boodschap fout 35]

Test 36: is de volgorde van de opgegeven data juist?
[Boodschap fout 36]

7.2.9 Controle algemene informatie

Test 30, 31, 32: de volgorde van de informatie wordt gecontroleerd.

[Foutboodschap 30, 31, 32]

7.3 Tekst foutboodschappen

Fout \emptyset : Het maximum aantal knopen wordt overschreden. Indien u meer knopen wilt gebruiken raadpleeg dan uw handleiding (zie hoofdstuk 10.3 en bijlage 9 dimensionering variabelen).

Fout 1: Het genoemde knoopnummer staat niet op de juiste plaats. Het programma onderbreekt nu. U moet dit eerst verbeteren voordat u verder kunt gaan (zie hoofdstuk 6.2 ad a.).

Fout 2: De knoopsoort bij de genoemde knoop komt niet in de opgegeven lijst voor. Het programma onderbreekt het inlezen.

Fout 3: De drukschattingen voldoen niet aan de gestelde begrenzings (waarschuwing).

Fout 4: De maaiveldhoogte voldoet niet aan de gestelde begrenzings (waarschuwing).

Fout 5: Het aantal opgegeven verbruikscategorieën is te hoog. Het inlezen wordt onderbroken.

Fout 6: Het aantal verbruiken stemt niet overeen met het aantal opgegeven categorieën. Het programma stopt.

- Fout 7: De voedingshoeveelheid valt buiten de begrenzingen (waarschuwing).
- Fout 8: Er staan teveel getallen in deze regel knoopinformatie. Het programma stopt het inlezen.
- Fout 9: Het maximum toegelaten aantal buizen wordt overschreden. Het programma stopt.
- Fout 10: Het beginpunt van de buis is onjuist opgegeven. Er wordt niet verder ingelezen.
- Fout 11: Het eindpunt is fout opgegeven. Het programma stopt.
- Fout 12: Begin en eindpunt van een buis zijn gelijk gekozen. Het programma onderbreekt het inlezen.
- Fout 13: Volgorde fout in de opgegeven buis. Het inlezen stopt.
- Fout 14: De lengte van de opgegeven buis is kleiner opgegeven dan 100 m. Dit kan moeilijkheden opleveren bij de convergentie (waarschuwing).
- Fout 15: De opgegeven diameter wijkt af van de standaarddiameter.
- Fout 16: De opgegeven k-waarde wijkt af van de standaard k-waarden.
- Fout 17: Aan de genoemde knoop zitten geen buizen vast. U moet deze fout opheffen.

- Fout 18: Aan de opgegeven knoop zit maar één buis vast (waarschuwing).
- Fout 19: De verhouding tussen de weerstandsfactoren in deze knoop is groter dan is toegestaan. Dit kan tot convergentieproblemen leiden.
- Fout 20: De datavolgorde van de uurfrequentie is niet juist. Het programma onderbreekt het inlezen.
- Fout 21: De datavolgorde van de schakelmatrix op het genoemde uur is niet juist. Het programma stopt het inlezen.
- Fout 22: De som van de inzetpercentage's is niet gelijk aan 100 %. Dit moet eerst verbeterd worden voordat er verder ingelezen kan worden.
- Fout 23: De volgorde van de data voor de pompkrommen is onjuist. Het programma stopt het inlezen.
- Fout 24: Er staat bij de pompkromme een persknoop vermeld welke geen persknoop is. Het programma onderbreekt het inlezen.
- Fout 25: De begrenzingen van de pomp zijn onjuist opgegeven. Dit moet eerst verbeterd worden voordat er verder ingelezen kan worden.
- Fout 26: De begrenzingen van de opeenvolgende pompen sluiten niet aan. Het programma stopt het inlezen.

- Fout 27: De coëfficiënt a van de functie $aQ^2 + bQ + c$ is nul gekozen. Dit is niet toegestaan.
- Fout 28: In het werkingsgebied heeft de pompkromme een extreme waarde. Dit moet eerst verbeterd worden voordat er opnieuw ingelezen kan worden.
- Fout 29: De pompkromme is niet in overeenstemming met de opgegeven functie. Het inlezen wordt onderbroken.
- Fout 30: Volgorde groeipercentages is verkeerd. Eerst moet de fout hersteld zijn voordat verder kan worden ingelezen.
- Fout 31: Volgorde piekfactoren is onjuist. Het programma stopt het inlezen.
- Fout 32: In de laatste dataregel is het aantal gegevens onjuist. Het programma wordt onderbroken.
- Fout 33: Het aantal seizoenlengten is niet in overeenstemming met het aantal verbruikscategorieën. Het programma stopt.
- Fout 34: De opgegeven seizoenlengte is meer dan 12 maanden.
- Fout 35: De begrenzing van de periode valt buiten het tijdvak 1950-2050.
- Fout 36: Het opgegeven aantal jaren is onjuist.

8 INSTRUCTIE BIJ HET UITVOEREN VAN EEN LEIDINGNETBE-
REKENING

De stappen die moeten worden gedaan bij het uitvoeren van een leidingnetberekening zijn afhankelijk van de apparatuur die wordt gebruikt.

Per machine is een toegesneden instructie te geven. In het navolgende is dit als voorbeeld gebeurd voor een tafelcomputer.

INSTRUCTIE bij het uitvoeren van een leidingnetberekening op een Hewlett-Packard tafelcomputer model 9845 B

Stap 1 Plaats cassette of floppy-disk in de daartoe bestemde houder.

Stap 2 Laad het programma:
a. intypen LOAD "ALEID"
eventueel de selectiecode voor de informatiedrager toevoegen
b. EXECUTE.

Stap 3 Start het programma:
a. RUN.

Stap 4 Op het beeldscherm verschijnt de vraag "Wat is de naam van het te berekenen netmodel?"
a. u typt in de filenaam van het model (maximaal 6 tekens)
bijvoorbeeld NET 2
b. CONTINUE
het databestand van het model wordt opgehaald.

Stap 5 Als op het beeldscherm de vraag verschijnt:

"Wilt u wijzigen in het netmodel?", antwoordt u met:

- a. J (als u wilt wijzigen)
- b. CONTINUE
- c. vervolg onder punt 6

- a. N (als u niets wilt wijzigen)
- b. CONTINUE
- c. vervolg onder punt 7.

Stap 6 Op het beeldscherm krijgt u de instructie:

- a. Edit 11230
- b. EXECUTE
- c. u kunt wijzigingen in het bestand aanbrengen
- d. CONTINUE.

Stap 7 "Waar wilt u uw uitvoer hebben?"

[beeldscherm = 0]

[printer = 1]

- a. intypen 0 of 1
- b. CONTINUE.

Stap 8 Bij uitvoer op beeldscherm verschijnt na elke uitvoer de opdracht: "Voor verdere uitvoer druk op CONTINUE"

het programma pauseert om u de gelegenheid te geven de uitvoer te beoordelen

- a. CONTINUE.

Stap 9 Aan het eind van de berekening verschijnt de vraag: "Een volgende berekening met dit model? [J/N]"

- a. intypen J
- b. CONTINUE
- c. vervolg onder punt 5

- a. intypen N
- b. CONTINUE.

De berekening is beëindigd.

9 GEBRUIK VAN MODELVARIATIES

9.1 Inleiding

Indien een leidingnetmodel is samengesteld en uitgebreid getest is, om te controleren of de resultaten van de berekening vergelijkbaar zijn met de werkelijkheid, kan het model gebruikt worden om allerlei gebruikstoestanden te simuleren. Dit kan tot doel hebben om bijvoorbeeld:

- leidingbreuken en de gevolgen daarvan te simuleren;
- de gevolgen van extreme verbruiken na te bootsen;
- bestuderen van de consequenties bij pompstation-uitval;
- bezien van de consequenties van verbruiksgroei;
- optimaliseren van de bedrijfsvoering ten aanzien van pompenbestudering;
- samenstellen van netkarakteristieken om pompen te kunnen ontwerpen;
- de gevolgen te bestuderen van het inbouwen c.q. bouwen van allerlei appendages.

In dit hoofdstuk zal kort aandacht besteed worden aan elk van deze modelvarianties vooral ten aanzien van de wijziging van het basismodel.

9.2 Calamiteiten

9.2.1 Simuleren van de gevolgen van een leidingbreuk

Een leidingbreuk heeft tot gevolg dat de betreffende leidingsectie afgesloten zal moeten worden. Dit kan nagebootst worden door de diameter van het leidinggedeelte gelijk te maken aan nul. Het gevolg is dat deze leiding fysisch in het leidingenbestand

aanwezig blijft zonder enige transportfunctie. Mogelijkerwijze leidt deze manipulatie tot een aanzienlijk verschil in convergentiesnelheid van het berekeningsproces, hetgeen vooral veroorzaakt wordt door de voor deze toestand verkeerde schattingen van de drukken in het net.

9.2.2 Het nabootsen van een extreme verbruikstoestand

Een extreme verbruikstoestand kan ontstaan als gevolg van extreme weersomstandigheden, brandblussing of extra snelle groei. Eventueel kan ook een lek desgewenst op een dergelijke manier worden nagebootst.

Het is van belang om te weten wat de gevolgen zijn als zich dergelijke extremiteiten voordoen.

Het simuleren van een extreme verbruikstoestand is eenvoudig uit te voeren door het wijzigen van de verbruiksbepalende factoren zoals groei- en piekfactoren. Ook brandblushoeveelheden kunnen worden ingevoerd. Dit vindt plaats door in de regel stuurgegevens (zie bladzijde 6.1 en verder) de elfde vraag met "JA" te beantwoorden. De machine stelt vervolgens de vraag hoe groot dit verbruik dan wel is en waar dit moeten worden toegevoegd.

9.2.3 Consequenties van het uitvallen van een pompstation

Indien in een leidingnetmodel de voeding plaatsvindt door meerdere pompstations is het belangwekkend om te weten welke de gevolgen zijn als één van deze pompstations uitvalt.

Dit kan verwezenlijkt worden op twee manieren welke afhankelijk zijn van de soort berekening die uitgevoerd wordt.

Als het een berekening betreft waarin de pompstationpompen met de bijbehorende pompkrommen staan opgesteld kan dit gerealiseerd worden door in de pompenschakelmatrix (zie bladzijde 6.11 en verder) het teken dat hoort bij een pompstation dat in bedrijf is ("+") te vervangen door het teken voor een pompstation dat buiten bedrijf is ("-").

Indien er per pompstation een inzetpercentage meegegeven wordt houdt dit in dat er voor dat pompstation op het betreffende uur 0 % moet worden ingevuld.

9.3 Consequenties van een extra verbruiksgroei

Een extra groei van het verbruik kan nagebootst worden door een andere prognose per verbruikscategorie in te voeren.

Eventueel is het mogelijk hiervoor een extra verbruikscategorie te hanteren. Hoe de verbruiken gemanipuleerd moeten worden om dit te bewerkstelligen staat beschreven in de hoofdstukken 6.4, 6.5, 6.8, 6.9 en 6.10.

9.4 Optimaliseren van de bedrijfsvoering

Om de bedrijfsvoering van produktie- en transportmiddelen te optimaliseren zullen beiden goed op elkaar moeten worden afgestemd. Dit kan onderzocht worden door het gebruik van modelvariaties ten aanzien van de verschillende voedingen bij allerlei verschillende verbruiksbelastingen. Het manipuleren van de verschillende voedingen is uitgewerkt in hoofdstuk 2. De uitkomsten zijn noodzakelijk als basisinformatie bij de bedrijfseconomische keuzen die gedaan moeten worden.

9.5

Samenstellen van netkarakteristieken

Een leidingnetkarakteristiek is een figuur waarin staat afgebeeld het gedrag van het leidingnet (ten aanzien van de drukverliezen) onder de verschillende verbruikstoestanden.

In het algemeen is voor een transport- en distributienet een netkarakteristiek geen enkelvoudige lijn, maar bestaat deze uit een vlak begrensd door een boven- en ondergrenskarakteristiek.

De functie van een dergelijke karakteristiek in de bedrijfsvoering is dat met behulp van deze relaties op eenvoudiger wijze pompstations (en uiteraard daarbijbehorende appendages) op elkaar kunnen worden afgestemd.

Feitelijk is het zo dat karakteristieken van een leidingnet de meest "optimale" relatie aangeven tussen "benodigde" druk en het verbruik bij de klant.

Met behulp van de resultaten van diverse leidingnetberekeningen is het mogelijk, door deze resultaten te behandelen als waarnemingen, genoemde netkarakteristiek samen te stellen.

TOELICHTING MODULAIRE PROGRAMMA-OPBOUW

Het programma is opgebouwd uit een groot aantal onderdelen welke aan elkaar gekoppeld zijn door een overkoepelend hoofdprogramma. Elk programmagedeelte wordt apart belicht.

Hierbij is het essentieel dat er onderscheid gemaakt is in:

- invoeren en testen van een bestand op zijn juistheid en bestaanbaarheid;
- invoeren en berekenen van een leidingnetmodel met zijn randvoorwaarden.

Het is niet noodzakelijk dat deze tweedeling gehanteerd wordt, aangezien het testen van het bestand als facultatief gezien moet worden. Het wordt echter wel apart in paragraaf 10.1 toegelicht.

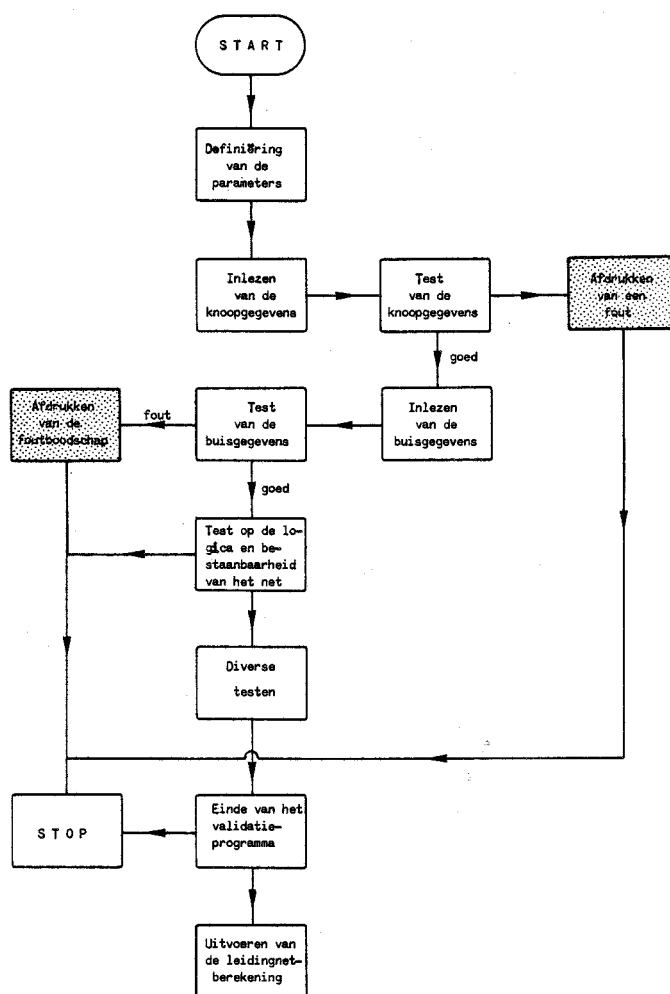
De verschillende onderdelen welke aan de hand van de stroomschema's en programmatekst verduidelijkt worden zijn:

- Validatieprogramma
- Hoofdprogramma
- Ordenen knopen en buizen
- Berekenen weerstandsfactoren
- Berekening waterverbruiken
- Bepalen iteratievolgorde knopen
- Netiteratie
- Knoopiteratie met een pomp
- Uitvoer.

Het databestand met basisgegevens is opgenomen als bijlage 12.

10.1 Validatieprogramma

De validatie van de modelgegevens houdt in dat alle gegevens van het in te voeren databestand op hun bestaanbaarheid getest worden. Niet alleen wordt bezien of de data op zich juist zijn maar ook het verband tussen de verschillende datablokken moet juist zijn en niet met elkaar in tegenspraak. De tekst van het validatieprogramma staat op bijlage 13. In onderstaand stroomschema wordt dit alles in beeld gebracht.



Figuur 10.1 - Stroomschema van het validatieprogramma

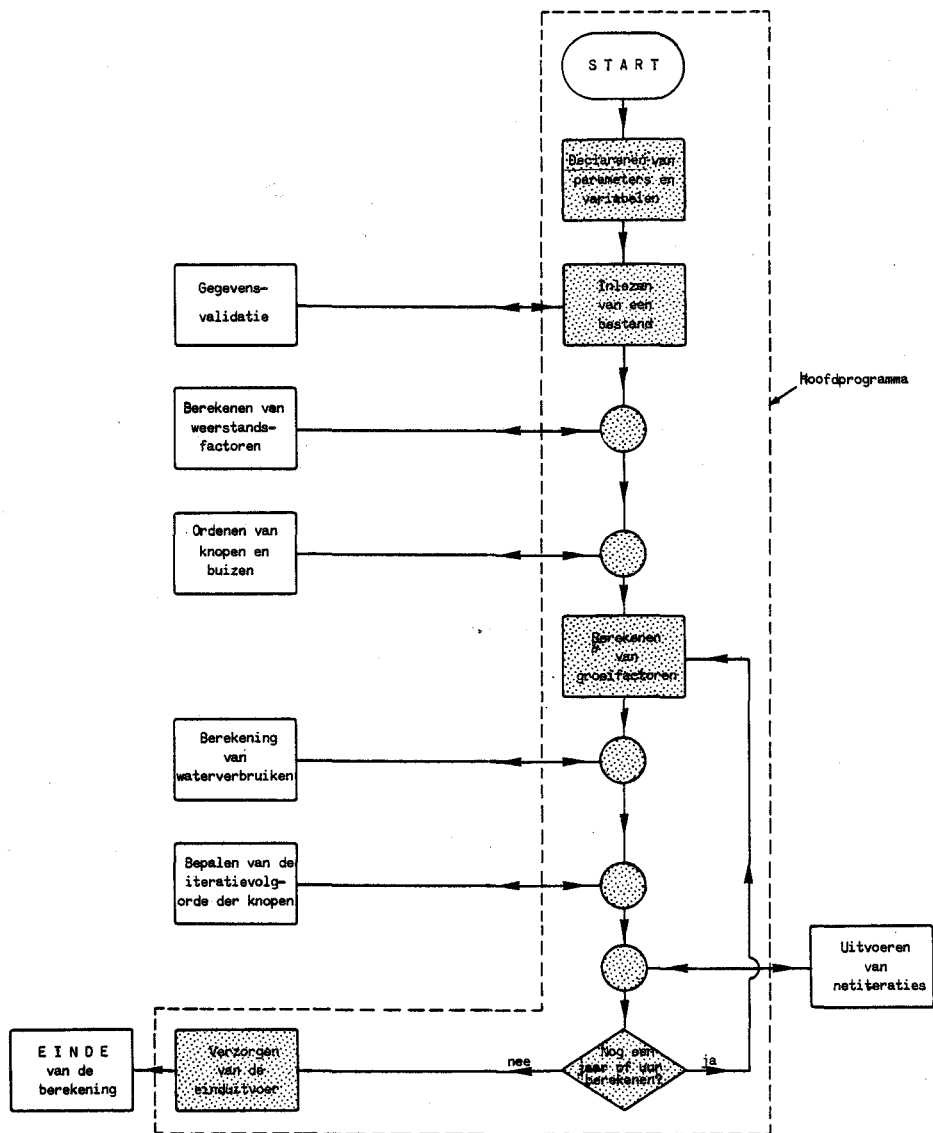
10.2

Hoofdprogramma

Het hoofdprogramma bestaat uit declareren van parameters, het inlezen van gegevens en het koppelen van de verschillende programma-onderdelen.

In het onderstaande stroomschema is in grote lijnen dit programma weergegeven.

Op bijlage 14 is de tekst van het hoofdprogramma afgedrukt.



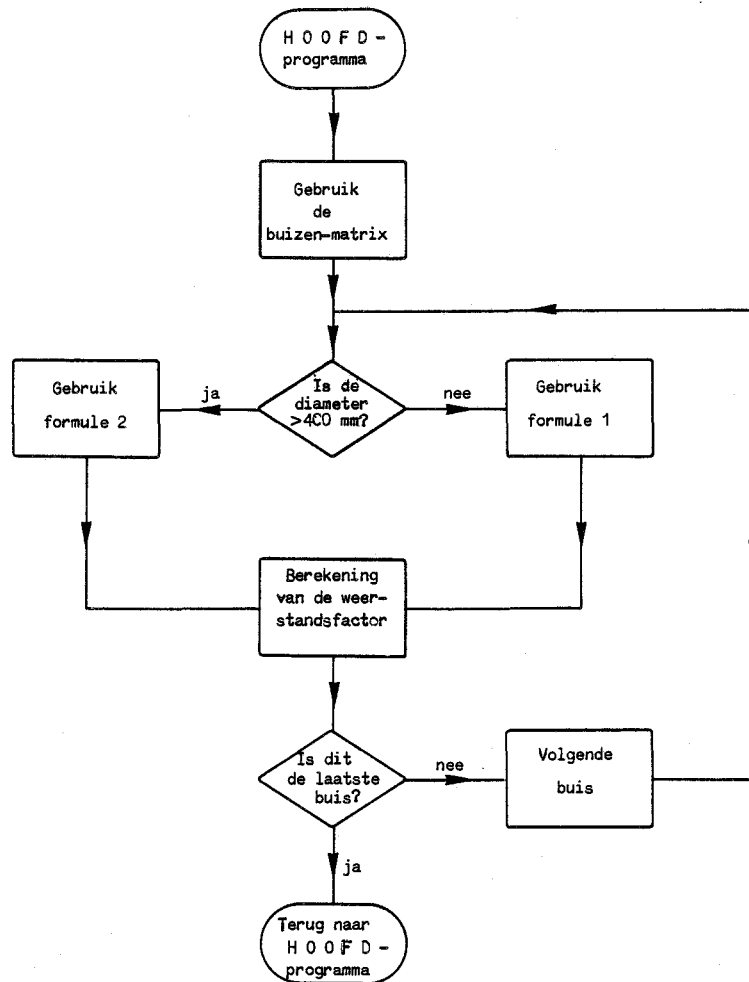
Figuur 10.2 - Stroomschema van het hoofdprogramma

10.3 Berekening van de leidingfactoren

Bij het uitvoeren van leidingnetberekeningen wordt bij dit programma uitgegaan van de relatie:

$$Q = f \cdot \sqrt{\text{Drukverlies.}}$$

Hierin is de factor f de weerstandsfactor. In dit onderdeel van het programma worden deze factoren, welke voor de gehele berekening constant blijven, uitgerekend (voor het programma zie bijlage 15).

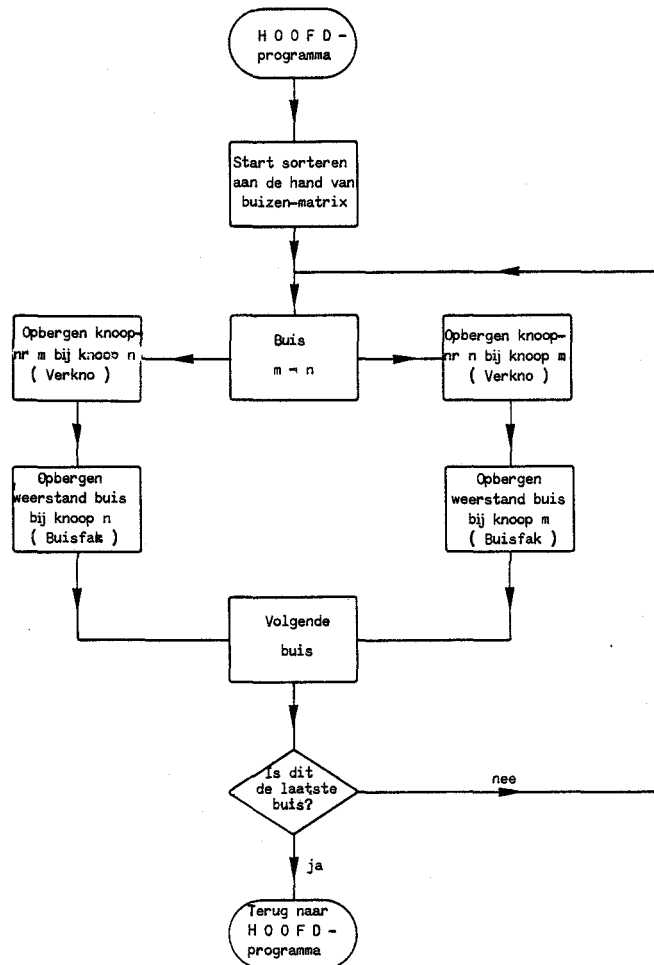


Figuur 10.3 - Stroomschema van de berekening van de leidingfactoren

10.4

Ordenen van knopen en buizen

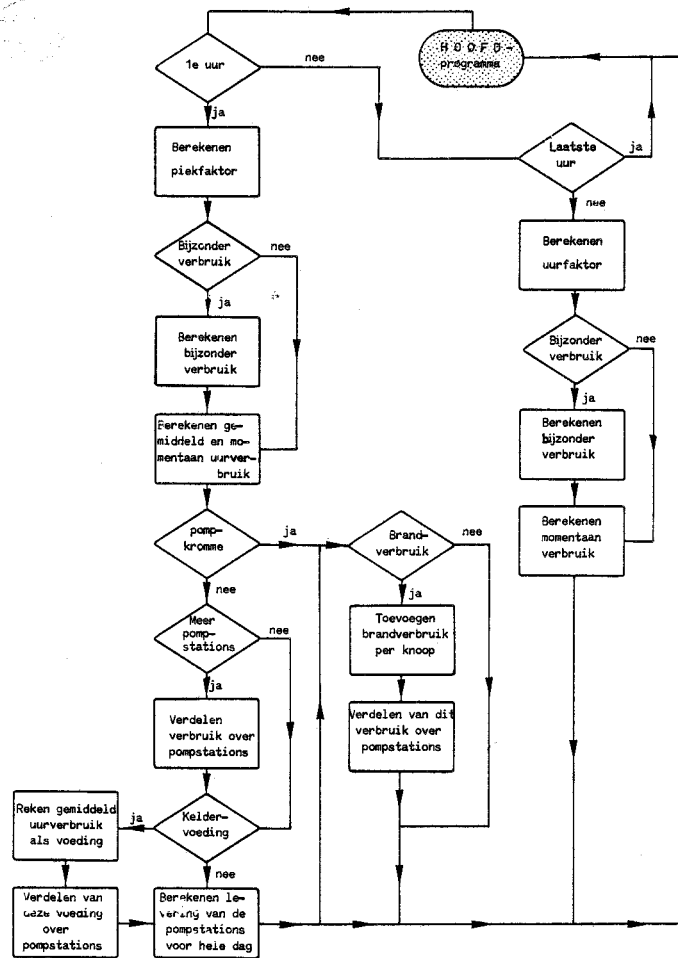
Tijdens het iteratieproces wordt dikwijls gebruik gemaakt van de knoop en zijn verbindingen naar de belendende knopen. Het zou erg veel rekentijd vergen als dit iedere netiteratie opnieuw zou moeten gebeuren. Om dit te voorkomen wordt van te voren de structuur van dit netmodel, of te wel de verbindingen van een knoop met zijn omringende knoop; in een matrix vastgelegd. (Het programma staat op bijlage 16.)



Figuur 10.4 - Stroomschema van het ordenen van knopen en buizen

10.5 Berekening van de waterverbruiken

De waterverbruiken worden per knoop uitgerekend met als startwaarde het gemiddeld verbruik (in m³/uur gemiddeld over het jaar) in het beschouwde jaar. In eerste instantie worden de actuele waterverbruiken uitgerekend voor het gemiddelde van de beschouwde dag. $Q_{gem} = Q_{basis} \times F_{dag}$ Uitgaande van de opgegeven knoopsoort wordt vervolgens het uurverbruik uitgerekend van iedere knoop. (Zie bijlage 17.) Afhankelijk van de opgegeven randvoorwaarden wordt het verbruik gesommeerd en eventueel verdeeld over de aanwezig pompstations.



Figuur 10.5 - Stroomschema van de berekening van de waterverbruiken

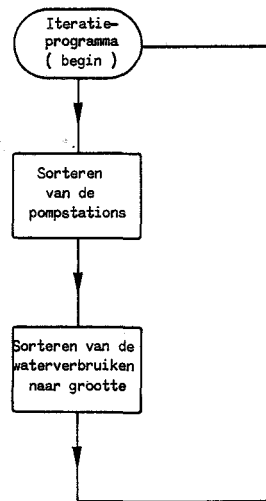
10.6

Bepalen iteratievolgorde knopen

Het iteratieproces wordt beïnvloed door de volgorde waarin de knoopiteraties worden uitgevoerd.

In dit programma worden eerst drukcorrecties aangebracht in de pompstations waarna de knopen gerangschikt naar verbruiksgrootte volgen.

Op bijlage 18 is de bepaling van de iteratievolgorde weergegeven.

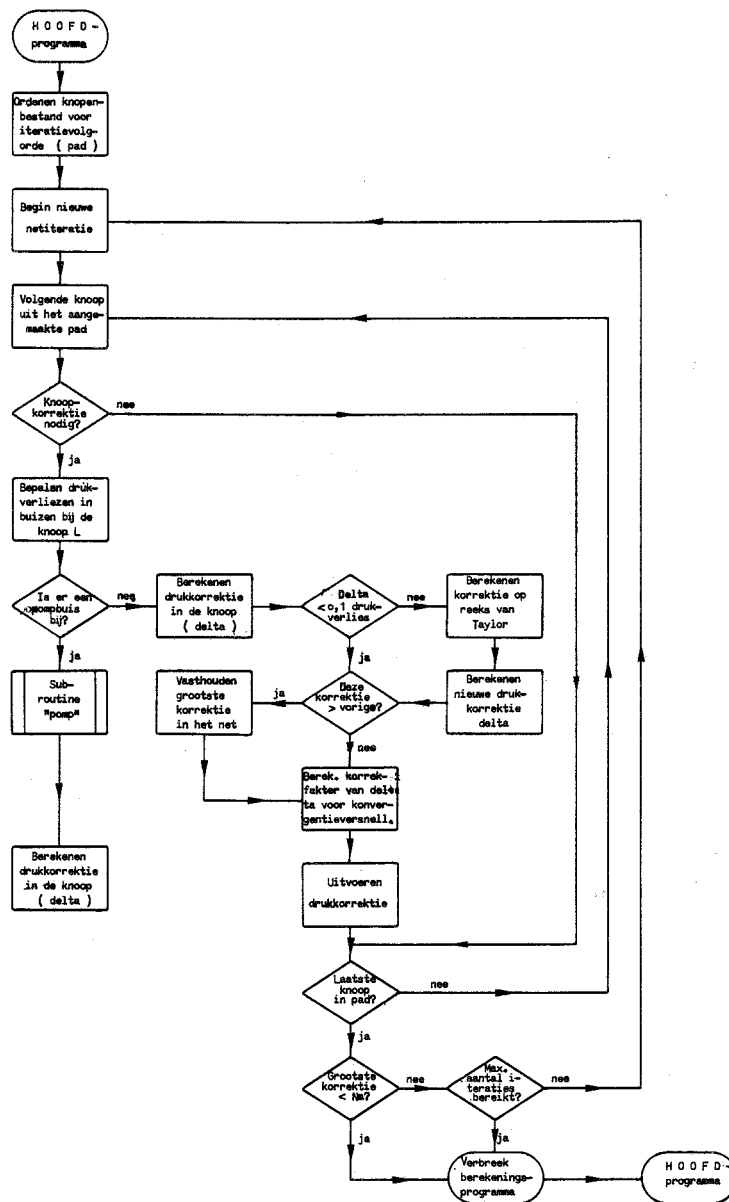


Figuur 10.6 - Stroomschema van het bepalen van de iteratievolgorde van de knopen

10.7

Netiteratie

In het programmagedeelte dat de netiteratie uitvoert zijn verschillende onderdelen te onderscheiden zoals bijvoorbeeld het gebruik van de benadering van de wortel door de reeksontwikkeling van Taylor. (Zie bijlage 19). Het onderstaande stroomschema geeft het verband tussen de verschillende onderdelen aan.



Figuur 10.7 - Stroomschema van de netiteratie

10.8 Knoopiteratie met een pomp

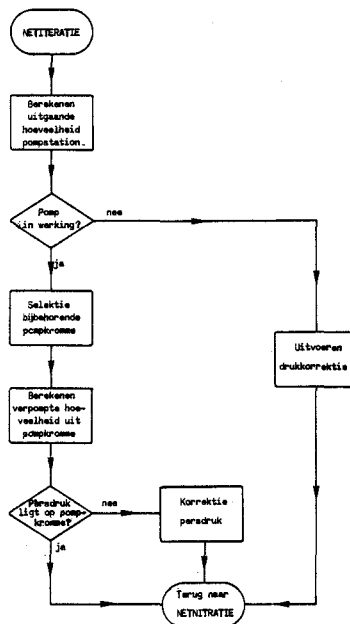
Een pomp wordt bij deze berekeningsmethodiek geschematiseerd als een buis met een bijzondere weerstand. Het is geen buis met een drukverlies, maar een buis met drukwinst. Een pomp wordt beschreven als: $\Delta H = aQ^2 + bQ + c$

Indien dit omgezet wordt in een zelfde formule als gebruikt voor de buizen, dan volgt:

$$Q_{1,2} = -\frac{b}{2a} \pm \frac{1}{2a} \sqrt{(b^2 - 4a \cdot (c - |H_i - H_j|))}$$

Uit beide oplossingen moet, aan de hand van de gestelde randvoorwaarden, de juiste keuze worden gemaakt. Voor een verdere theoretische afleiding alsmede voor de bepaling van de constanten in de formule wordt verwezen naar respectievelijk bijlagen 7 en 8.

In het onderstaande stroomschema wordt aangegeven hoe dit in het leidingnetprogramma is ingepast. Het programma-onderdeel is weergegeven op bijlage 20.



Figuur 10.8 - Stroomschema van de knoopiteratie met een pomp

10.9 Uitvoer van de resultaten

De resultaten welke uitgevoerd worden kunnen onderverdeeld worden in een viertal verschillende onderdelen namelijk:

- Basisgegevensuitvoer (uitvoer van alle op het model betrekking hebbende basisinformatie).
- Levering van de pompstations (wordt alleen uitgevoerd als er voor de pompstation opgegeven wordt hoeveel procent van het verbruik ieder pompstation voor zijn rekening neemt).
(In het voorbeeld is deze tabel niet afgedrukt.)
- Knoopgegevens.
- Buisgegevens.

Van elk van deze groep gegevens wordt aangegeven wat er allemaal vermeld wordt geïllustreerd met een voorbeeld.

10.9.1 Basisuitvoer

In de basisuitvoer (zie bijlage 21) worden vermeld:

- algemene gegevens door oproep van de variabelen,
- naam van het netmodel,
- aantal knopen, buizen en pompstations,
- ligging van de pompstations met bijbehorende kelders,
- eventuele drukhandhaving in een knoop,
- jaren van de berekening,
- uren van de berekening,
- gehanteerde prognoseperioden en
- aantal verbruikscategorieën,
- per verbruikscategorie: groei in elke periode, lekverlies en etmaalfactor,

- afbreekcriteria voor de berekening in druknauwkeurigheid en maximum aantal iteraties.

Als voorbeeld staat in dit hoofdstuk de basisinformatie weergegeven van het voorbeeld uit hoofdstuk 8.

Dit is een berekening van het leidingnet ZLG1982

De basisgegevens van ZLG1982 zijn :

Het aantal knopen is : 40
 Het aantal buizen is : 60
 Het aantal pompstations is : 3
 De pompstations en de kelders zijn gelegen in knoop :
 2 0
 15 0
 24 0

De berekening wordt uitgevoerd van 1982 tot 1982
 Vanaf het 9 e tot het 9 e uur

De prognoseperioden lopen van
 1980 tot 1985 1985 tot 1990 1990 tot 2000 2000 tot 2010

Het verbruik is verdeeld in 4 verbruikskategorien
 Kat.1 Kat.2 Kat.3 Kat.4

Groei :
 1980-1985 3.00 % 1.50 % 1.80 % 2.50 %
 1985-1990 2.50 % 1.80 % 2.80 % 3.00 %
 1990-2000 2.00 % 3.00 % 4.00 % 2.10 %
 2000-2010 2.20 % 3.80 % 2.10 % 1.80 %
 Lekverlies : 10 % 10 % 10 % 8 %
 Piekfaktor : 1.4 1.4 1.4 1.2

De max. netdruk is 70 mwk. en de min. netdruk is 25 mwk
 Na 300 iteraties of bij een drukverandering van minder dan 1 cm
 wordt het rekenproces afgebroken

De basisgegevens van de pompstations zijn:

perskn.	pompno	Qmin	Qmax	A=Q ² +B*Q+C		C
				A*1000	B*100	
24	1	0	750	-0.555	-1.67	29.00
2	1	20	160	-0.524	2.04	39.85
2	2	160	330	-0.009	5.72	30.97
2	3	330	400	-0.063	-4.21	68.02
2	4	400	1800	-0.041	-0.40	61.88
15	1	10	70	-2.550	3.12	35.00
15	2	70	600	0.016	3.60	22.81
15	3	600	1800	-0.056	2.52	59.59

10.9.2 Leveringen van de pompstations

Bij berekeningen van het eerste uur worden leveringen van de pompstations over het gehele etmaal bepaald en getotaliseerd.

Het programma is weergegeven op bijlage 21.

10.9.3 Knopen

Drukken ten opzichte van NAP of maaiveld.

Nummer van de knoop, knoopsoort, druk (in mwk of kPa), hoogte van het maaiveld, en verbruik (in m³/h of L/sec). (Voor het programma zie bijlage 22.)

Dit zijn drukken t.o.v.maaiveld

Dit is de uitvoer van de knoopgegevens op het uur 9 van het jaar 1982

Knoop no.	Knoop soort	Druk mwk	Maaiveld M+N.A.P.	Verbruik m ³ /uur
1	71	0.00	6.0	0.0
2	73	49.12	6.0	-513.5
3	1	40.39	6.0	99.6
4	1	33.10	10.0	10.5
5	1	35.80	10.0	58.6
6	1	45.02	7.5	71.3
7	1	43.95	7.5	76.6
8	1	32.52	7.5	95.7
9	1	30.99	2.5	14.3
10	1	31.47	7.0	21.6
11	1	28.33	17.0	63.1
12	1	35.96	2.5	54.6
13	1	51.61	4.0	65.3
14	1	49.15	15.0	87.9
15	73	53.73	17.5	-618.6
16	1	39.56	17.5	99.9
17	1	43.06	7.5	10.0
18	50	43.06	7.5	0.0
19	1	41.20	15.0	125.4
20	1	15.19	20.0	-9.3
21	1	13.41	17.5	32.9
22	1	22.75	13.5	94.7
23	1	36.60	5.0	13.9
24	73	40.16	11.0	-162.6
25	72	28.54	11.0	162.6
26	71	0.00	17.5	0.0
27	0	29.27	11.0	0.0
28	71	30.00	11.0	0.0
29	71	26.00	15.0	0.0
30	1	17.20	15.0	35.8
31	71	35.00	7.5	0.0
32	0	36.12	10.0	0.0
33	0	39.75	10.0	0.0
34	1	37.28	10.0	30.2
35	1	39.25	15.0	29.2
36	1	49.03	17.5	14.1
37	1	20.45	17.5	25.2
38	1	33.02	10.0	12.8
39	1	8.10	10.0	40.2
40	0	30.00	11.0	0.0

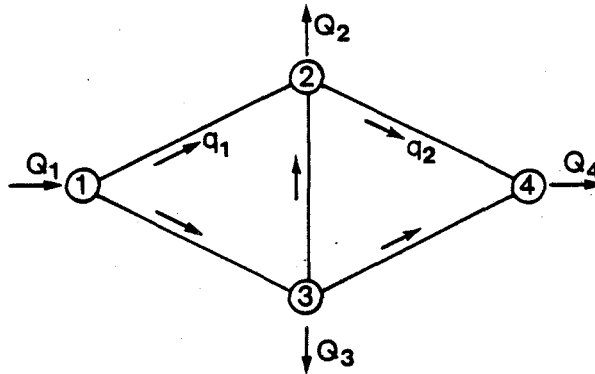
10.9.4 Buizen

Ligging van de buis van knoop naar knoop, diameter in mm, lengte in m, k-waarde in mm, snelheid in m/sec, drukverlies (in mwk of kPa), drukgradiënt (in mwk/m of Pa/m), transportvolumestroom (in m³/h of l/sec). Op bijlage 22 is ook dit programma-segment weergegeven.

| Dit is een uitvoer van de buisgegevens op het uur 9 van het jaar 1982 |

VAN	NAAR	DIAM mm	LENGTE m	K mm	SNELH. m/sec	DRUKVAL mwk	DRUKGRAD mwk/km	DEBIET m ³ /uur
1	2	200	200	0.20	0.00	0.00	0.00	513.5
2	6	250	740	0.20	0.90	2.60	3.51	159.4
2	7	175	2230	0.20	0.49	3.66	1.64	42.7
2	7	300	2450	0.20	0.66	3.66	1.49	167.7
7	8	156	3370	0.20	0.66	11.44	3.39	45.4
7	8	196	4070	0.20	0.69	11.44	2.81	75.2
8	9	119	4710	0.20	0.36	6.53	1.39	14.3
8	10	125	2600	0.20	0.24	1.54	0.59	10.6
3	6	203	1920	0.20	-0.75	-6.13	3.19	-87.9
3	34	150	1000	0.20	-0.33	-0.90	0.90	-21.1
34	5	108	3260	0.20	0.19	1.48	0.46	6.3
34	5	136	2300	0.20	0.26	1.48	0.65	13.8
3	12	122	15300	0.20	0.22	7.93	0.52	9.3
4	38	125	2290	0.20	0.06	0.08	0.04	2.6
38	32	100	1700	0.20	-0.37	-3.10	1.82	-10.4
32	5	100	450	0.20	0.23	0.32	0.71	6.4
4	7	118	6800	0.20	-0.33	-0.35	1.23	-13.1
5	11	118	3500	0.20	0.11	0.47	0.13	4.3
11	12	116	6710	0.20	0.30	6.88	1.02	11.5
11	16	150	1600	0.20	-0.95	-11.73	7.33	-60.2
11	16	100	3920	0.20	-0.47	-11.73	2.99	-13.3
11	30	115	3500	0.20	0.57	13.13	3.75	21.4
30	22	118	2750	0.20	-0.37	-4.05	1.47	-14.4
12	13	149	7165	0.20	-0.54	-17.15	2.39	-33.8
13	14	250	3200	0.20	-0.79	-8.54	2.67	-138.9
13	17	200	7160	0.20	0.35	5.05	0.70	39.7
17	18	169	4100	0.20	-0.00	-0.00	0.00	-2
17	31	150	5000	0.20	0.44	8.06	1.61	28.2
14	16	191	5180	0.20	0.48	7.09	1.37	49.1
14	15	300	1750	0.20	-1.08	-7.08	4.05	-276.0
15	16	245	5955	0.20	0.73	14.18	2.38	124.4
10	29	117	2800	0.20	-0.28	-2.53	0.90	-11.0
15	26	200	200	0.20	0.00	0.00	0.00	-618.6
15	19	235	5000	0.20	0.80	15.04	3.01	125.3
15	36	200	1220	0.20	0.82	4.70	3.86	92.9
36	19	175	2590	0.20	0.77	10.33	3.99	66.6
19	37	100	5150	0.20	0.51	18.25	3.54	14.4
19	37	117	4100	0.20	0.63	18.25	4.45	24.4
37	20	125	2800	0.20	0.31	2.75	0.98	13.7
19	22	100	10435	0.20	0.38	19.95	1.91	10.6

VAN	NAAR	DIAM mm	LENGTE m	K mm	SNELH. m/sec	DRUKVAL muk	DRUKGRAD muk/km	DEBIET m3/uur
19	35	150	3350	0.20	0.27	1.95	0.58	17.0
20	21	150	4010	0.20	0.36	4.28	1.07	23.0
21	22	150	5150	0.20	-0.36	-5.34	1.04	-22.6
23	39	127	6400	0.20	0.60	23.50	3.67	27.5
39	21	100	4660	0.20	-0.45	-12.81	2.75	-12.7
22	23	151	2850	0.20	-0.48	-5.35	1.88	-31.0
22	23	235	3440	0.20	-0.58	-5.35	1.55	-90.1
23	24	235	1890	0.20	-1.04	-9.56	5.06	-162.6
24	25	250	200	0.20	0.00	0.00	0.00	-162.6
25	27	250	200	0.20	-0.92	-0.73	3.66	-162.6
27	28	250	200	0.20	-0.92	-0.73	3.66	-162.6
2	33	238	1800	0.20	0.81	5.37	2.98	129.0
33	32	238	3900	0.20	0.45	3.63	0.93	72.1
33	34	190	1300	0.20	0.56	2.46	1.89	56.9
32	5	190	400	0.20	0.36	0.32	0.79	36.9
32	11	190	4000	0.20	0.18	0.79	0.20	18.3
2	34	100	2150	0.20	0.52	7.83	3.64	14.6
35	36	103	5620	0.20	-0.41	-12.28	2.18	-12.3
40	24	175	200	0.20	0.00	-10.16	0.00	0.0
28	40	175	1650	0.20	0.00	0.00	0.00	0.0

VEREFFENING VAN DE VOLUMESTROMEN

Bij dit eenvoudige voorbeeld zijn bekend Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 en H_{\min} .

Er wordt van uitgegaan dat ook voor wat betreft de leidingen de lengte, de k -waarde en de diameter bekend zijn.

Als de methode van vereffening van de volumestromen gebruikt wordt zijn de volgende mazen in dit model aanwezig: 1: 1 - 2 - 3

2: 2 - 3 - 4

3: 1 - 3 - 4 - 2.

Voor iedere maas geldt de 2e wet van Kirchhoff, namelijk dat de som van de drukverliezen in een gesloten maas gelijk moet zijn aan nul.

Een kritische beschouwing van dit model leert dat er slechts twee onbekenden zijn, namelijk q_1 en q_2 . Als deze bekend zijn is het gehele model bekend. Er staan ons echter drie maasvergelijkingen ter beschikking. Dat betekent dat een van deze vergelijkingen overbodig (identiek) is om de beide onbekende op te lossen.

WIJZIGING VAN DE BEGRENZINGEN VAN DE MODELOMVANG

De begrenzingen van de modelomvang kunnen worden gewijzigd als daar aanleiding toe is.

Het model dat gebruikt kan worden bij het standaard leidingnetprogramma "ALEID" kent fysieke begrenzingen voor de volgende onderdelen:

- Het aantal knopen

```

190  !
200  !           Begin van dimensionering knoopmatrices
210  !
220  !           Maximaal toegestaan 100 knopen by een
230  !           centraal geheugen van 187Kb.
240  !           indien er meer of minder geheugen is dan
250  !           kunnen er ook naar verhouding meer of
260  !           minder knopen gebruikt worden.
270  !
280  INTEGER Maxkno,Knosrt(100),Knonum(100),Verkno(100,16),Itrpad(100)
290  REAL Knourb(100,5),Knomvh(100),Knodsc(100),Knosub(100),Knouub(100,6)
300  REAL Buifak(100,16),A(100),P(100),Knonau(100)
310  ! -----
320  !
330  !           Dimensionering knoopmatrices afgesloten
340  !
350  ! -----

```

Indien er meer knopen in het model voorkomen dan 100 moeten alle matrices in bovenvermeld program-masegment vergroot worden.

- Het aantal buizen

```

360  ! -----
370  !
380  !
390  !           Begin van dimensionering buismatrices,
400  !           maximaal worden er 250 buizen toegestaan.
410  !
420  ! -----
430  INTEGER Maxbui,Buikn1(250),Buikn2(250)
440  REAL Buideb(250),Buidul(250),Buidgr(250),Buisne(250),Fak(250)
450  REAL Builen(250),Buikwa(250),Buidia(250)
460  !
470  ! -----
480  !           Einde van dimensionering buismatrices.
490  ! -----

```

Voor de buizen geldt hetzelfde als voor de knopen.

- Het aantal buizen per knoop

Dit aantal is beperkt tot 14. Van de knoopp matrices zijn er twee waar het onderling verband in het net wordt vastgelegd namelijk: Verkno (100,16) en Buifak (100,16).

Het maximum aantal buizen dat toegestaan is in een knoop is begrensd door het aantal kolommen minus twee van deze beide matrices.

Indien bijvoorbeeld het aantal buizen in één knoop op maximaal 20 gebracht moet worden verandert de dimensie in Verkno (100,22) en Buifak (100,22).

- Het aantal pompstations

Het aantal pompstations is in eerste instantie beperkt tot 15. Indien er meer gewenst zijn kan dat door de volgende matrices te wijzigen: Poms (15,5), Qpomst (24,15), Aan \$ (24,15) [3].

```

510  INTEGER Maxvrb, Numvrb, Numkno, Seizln(5), Numbui, Ver(24,15), Jbegin, Jeind, Ubeg
in, Ueind, Keer(10,2)
520  INTEGER Numpom, Numkro, Nummer, Drkmin, Drkmax, Maxitr, I, J, T, Jc, Numkkl, Refdrk, R
efkno, Jaar(?), Uitv, L
530  REAL Pomkro(50,8), Poms(15,5), Qpomst(24,15), Ppp(12), Aa(12), Watertoren(50,5
)
540  REAL Aaa(12), Al(12), Catsvb(24,12), Rgbdia(50), Rgbkwa(50), Groei(5,5), Pielek(
4,5), Na
550  DIM Aan$(24,15)[3]
560  OVERLAP
570  PRINTER IS 16
580  PRINT PAGE
581  INPUT "Is het een nieuwe berekening van hetzelfde net (J/N)", Berekening$
590  IF Berekening#[1,1]="J" THEN 620
600  INPUT "Wat is de naam van het te berekenen netmodel ?", File$
610  LINK File$, Datalabel
620  Berekening#[1,1]=" "
630  RESTORE
640  Maxkno=100
650  Maxbui=250
660  Maxvrb=5

```

PRAKTIJKVOORBEELD

In deze bijlage wordt geprobeerd aan de hand van een praktijkvoorbeeld uiteen te zetten op welke wijze het beste een leidingnet vereenvoudigd kan worden tot een model, dat bruikbaar kan zijn voor het uitvoeren van leidingnetberekeningen.

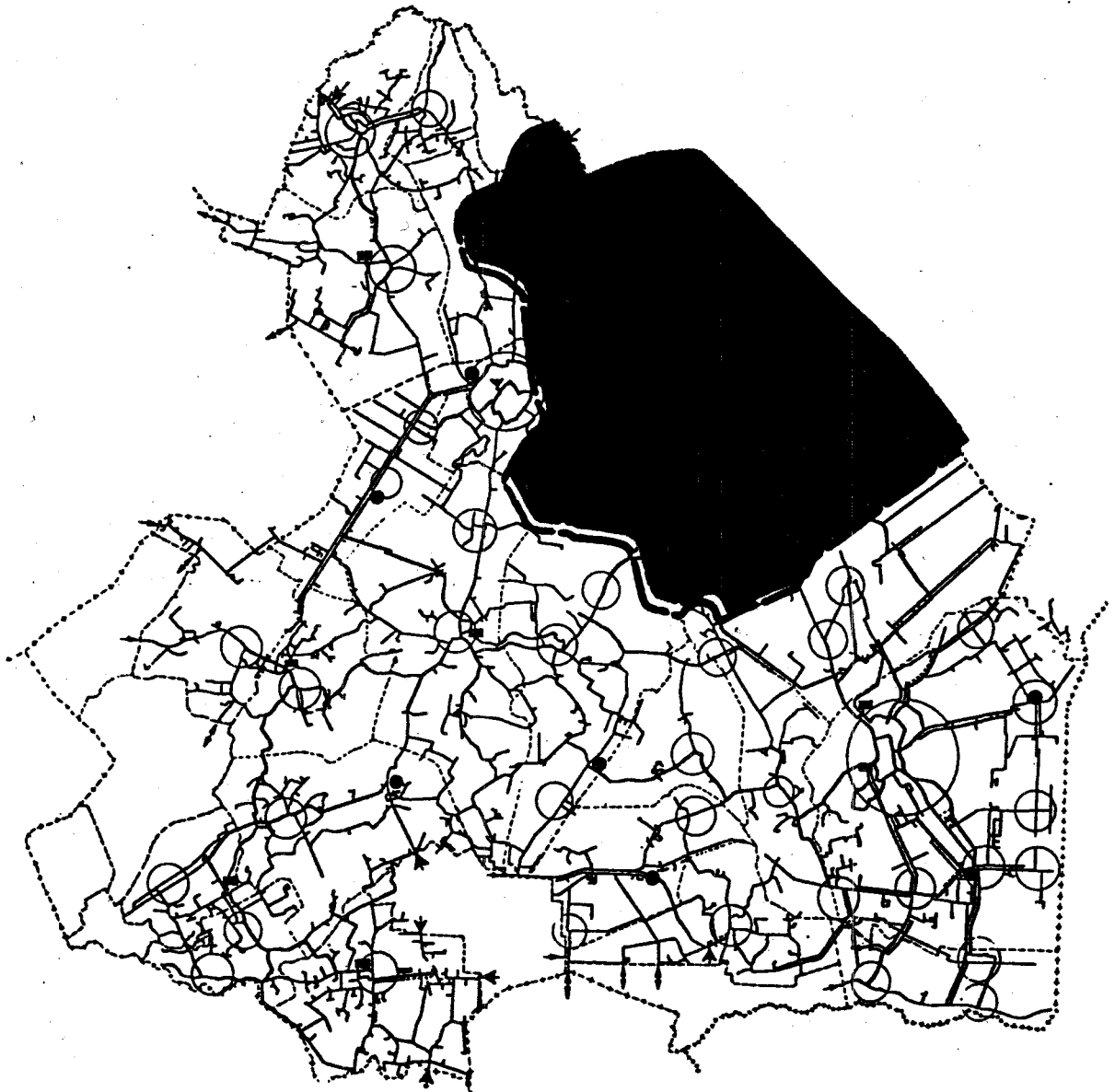
Hiervoor is gekozen voor een praktijkvoorbeeld uit de provincie Drenthe en wel een onderdeel van het leidingnet van de N.V. Waterleidingmaatschappij "Drenthe".

De manier waarop de vereenvoudiging uitgevoerd wordt, is op de volgende wijze stap voor stap beschreven:

- 1e stap: bepaling van het gebied waarvoor een leidingnetmodel moet worden opgebouwd.
- 2e stap: aangeven voor welke gebieden het verbruik geconcentreerd wordt in knopen.
- 3e stap: aanbrengen van de bijzondere verbruiksknopen in het leidingnet (appendages en pompstations).
- 4e stap: aanbrengen van de verbruiks- en verbindingsknopen in het model.
- 5e stap: verwijderen van alle kleine uitlopers die geen functie hebben ten aanzien van het gedrag van het transportnet.
- 6e stap: verwijderen van de voor het model overbodige transportleidingen.

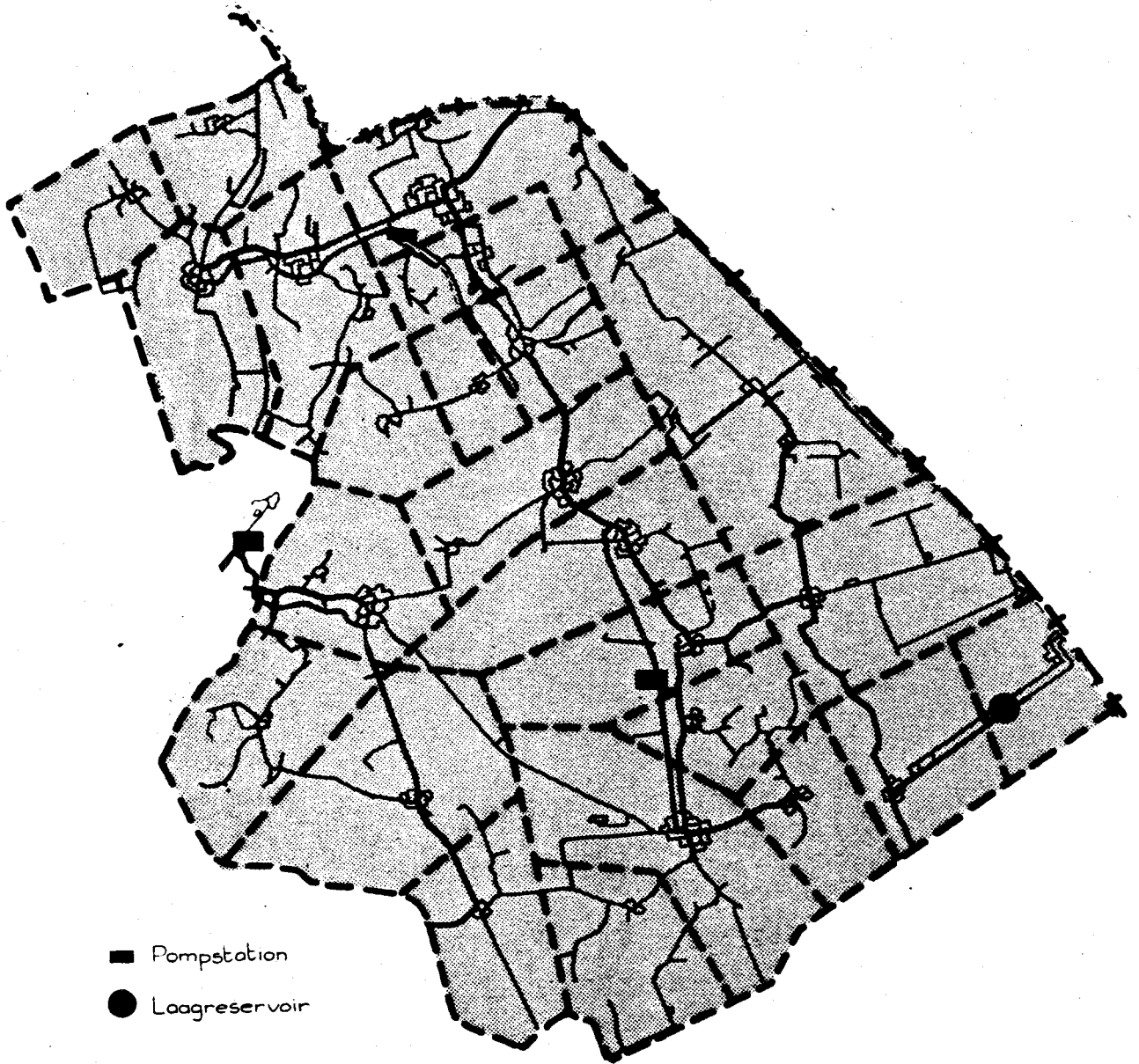
Eerste stap

Op bijgaande kaart is aangegeven voor welk gebied van de provincie "Drenthe" een model moet worden opgebouwd. Het resterende gedeelte van de provincie blijft geheel buiten beschouwing.



Tweede stap

In deze fase van de vereenvoudiging worden gebieden aangegeven waar van het verbruik geconcentreerd wordt in een knoop. Deze gebieden zijn schematisch op de hiernaast afgebeelde figuur aangegeven. Uiteraard zijn de op deze figuur aangegeven grenzen ook anders aan te geven. In dit model is gekozen voor concentratie van verbruiken rondom kernen.



- Pompstation
- Laagreservoir



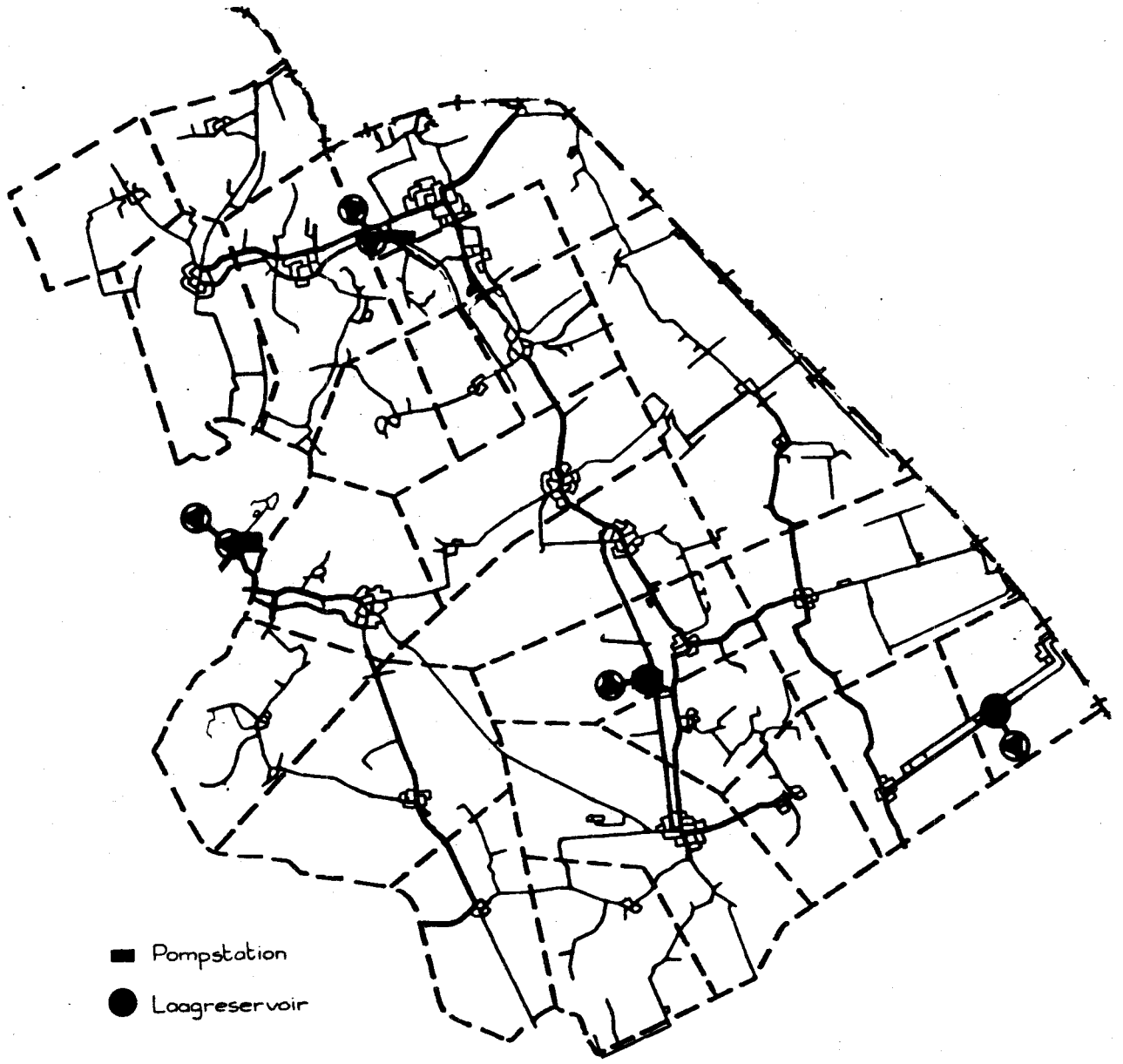
Derde stap

In het model worden in deze stap de bijzondere knopen aangebracht.

Hieronder worden verstaan:

- pompstations;
- watertorens;
- vaste drukpunten.

In dit geval wordt in het model volstaan met het aangeven van alleen de pompstations, voor ieder pompstation een pers- en zuigknoop.



■ Pompstation

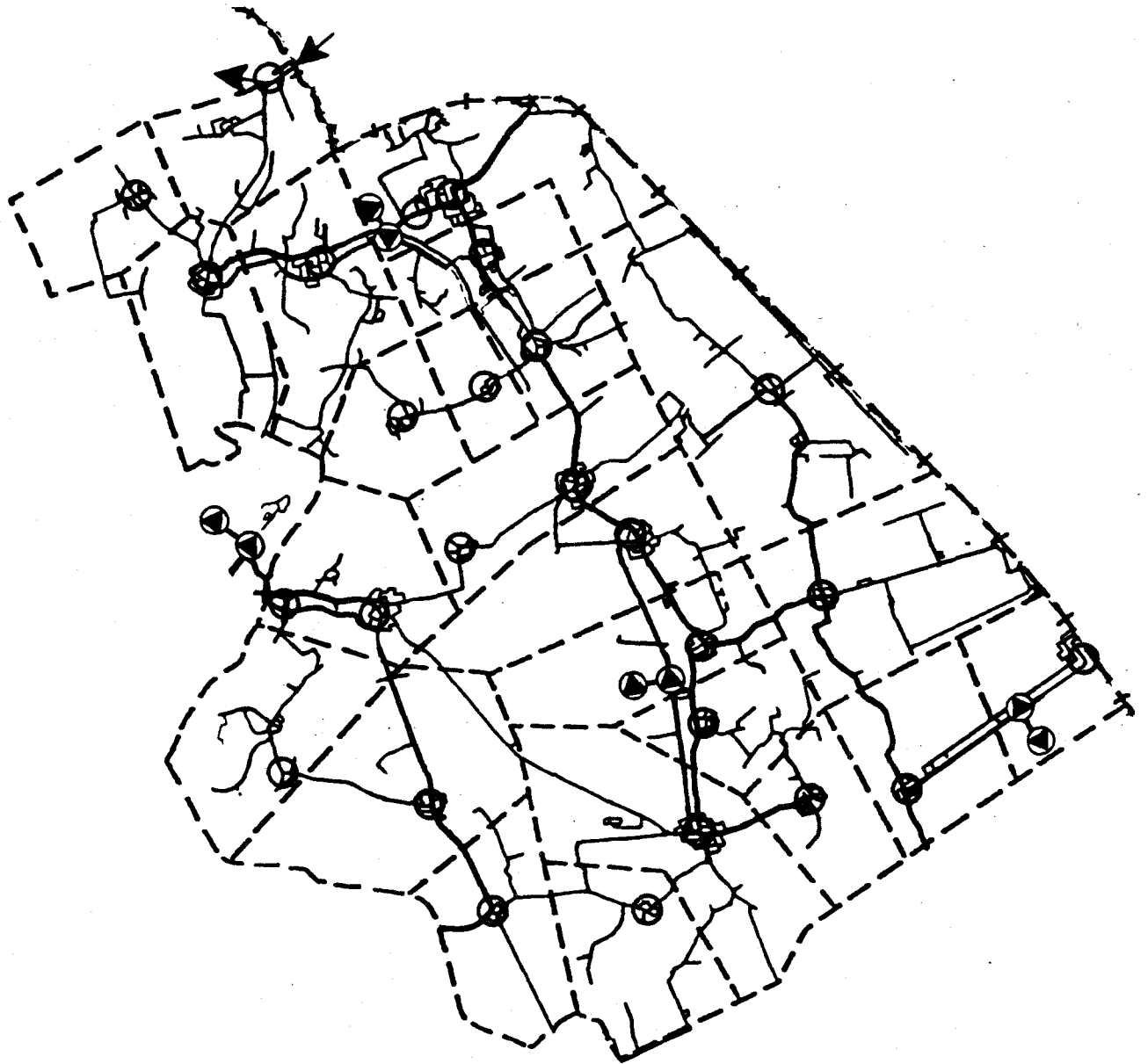
● Laagreservoir

●—● Pompstation of Laagreservoir



Vierde stap

Nadat de bijzondere knopen in het model zijn aangebracht kunnen de verbruiken in de aangegeven gebieden geconcentreerd worden tot knopen. Tevens worden in dit stadium verbindingsknopen aangebracht. Tegelijkertijd worden de lokale distributieleidingen in de kernen zelf verwaarloosd.

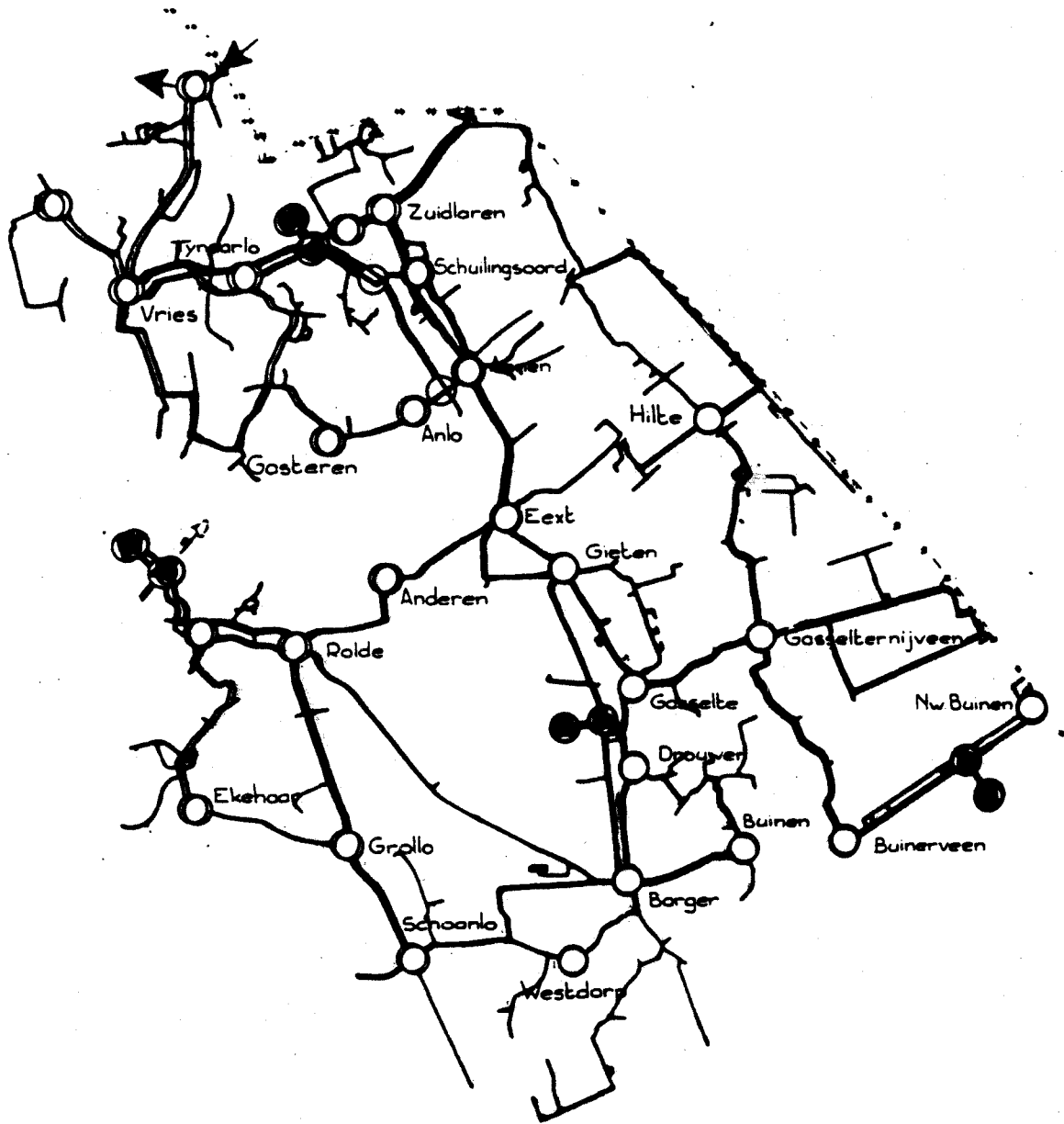



⊗ Pompstation of Loagreservoir



Vijfde stap

Nadat alle verbruiksknoppen en bijzondere knopen in het model zijn aangebracht wordt als 5e stap het leidingnet vereenvoudigd door alle kleine doodlopende leidingen uit het model te verwijderen. Al deze uitlopers hebben voor het functioneren van het model immers geen essentiële betekenis.

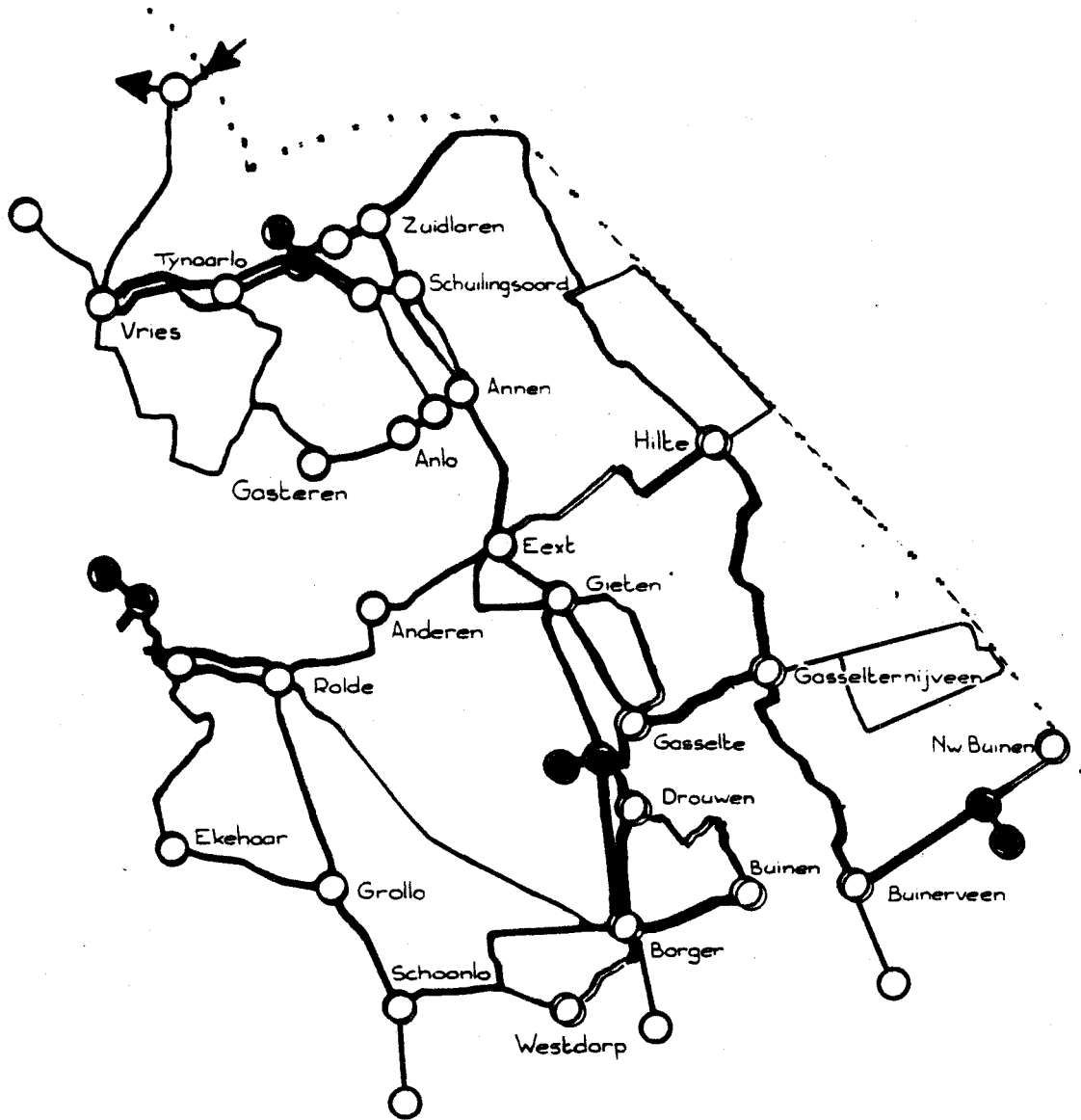


 Pompstation of Laagreservoir



Zesde stap

De laatste stap om het leidingnet te vereenvoudigen is om de leidingen die geen bijdrage leveren aan de transportfunctie van het net uit het model te verwijderen. In het hiernaast weergegeven model zijn er hiervan nog enkele aanwezig (In de meeste gevallen zeer dunne leidingen).

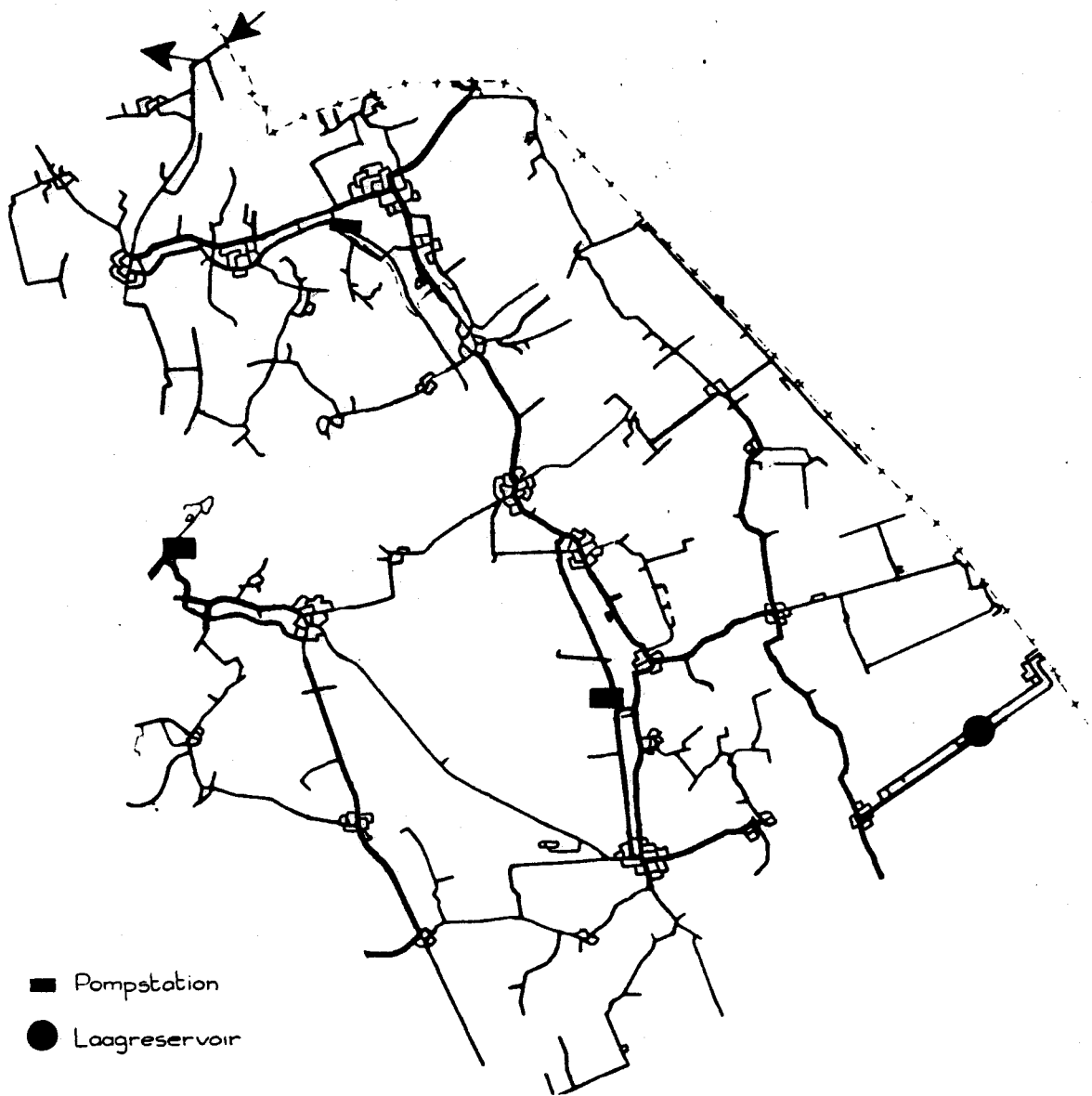


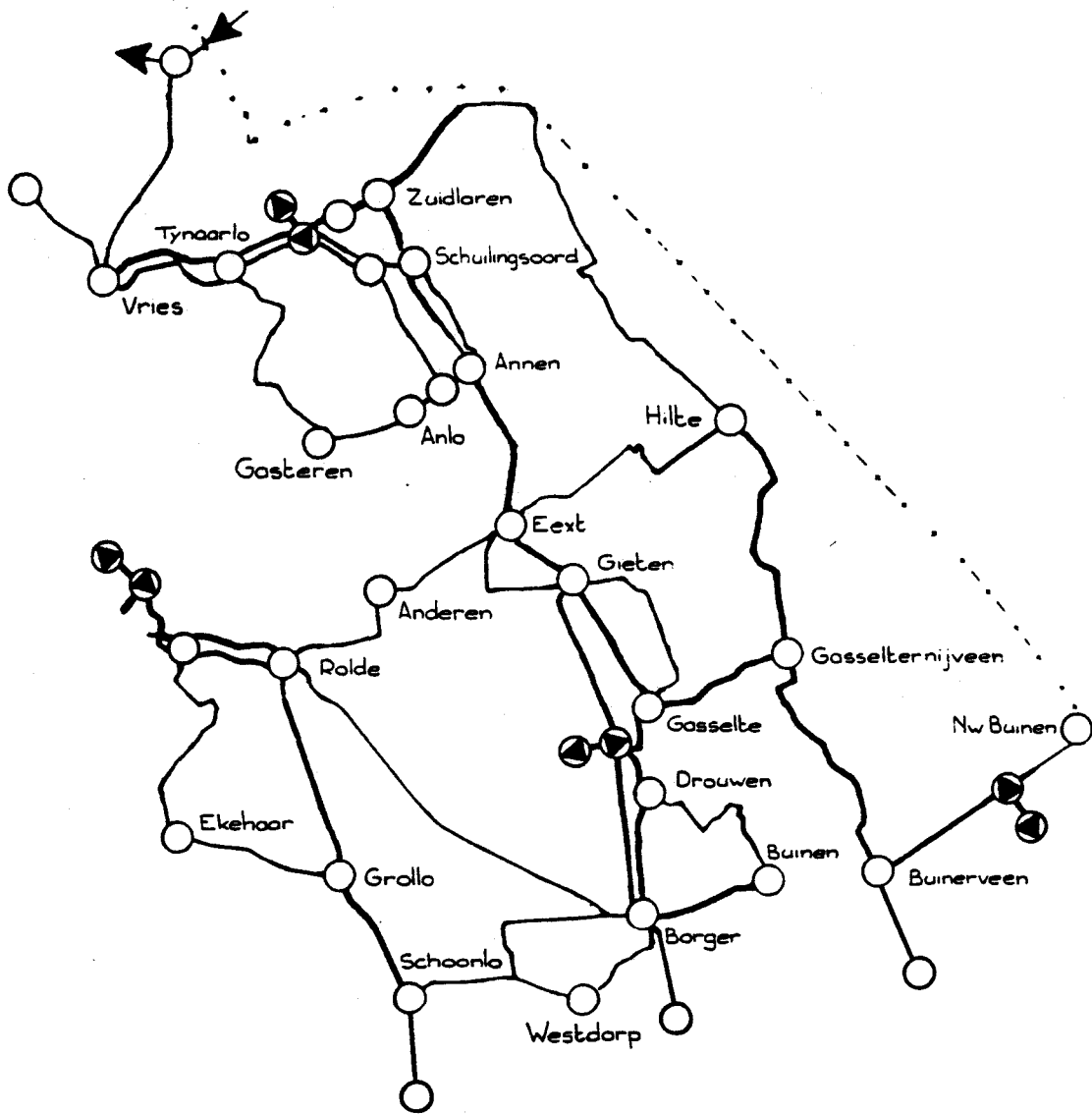
▲—▲ Pompstation of Laagreservoir



Eindresultaat

Ter vergelijking zijn het uiteindelijke model en het feitelijke leidingnet nog eens naast elkaar gezet om de verschillen goed te kunnen beoordelen.





 Pompstation of Laagreservoir

UITREKENEN TOEKOMSTIGE VERBRUIKEN

Aannamen:

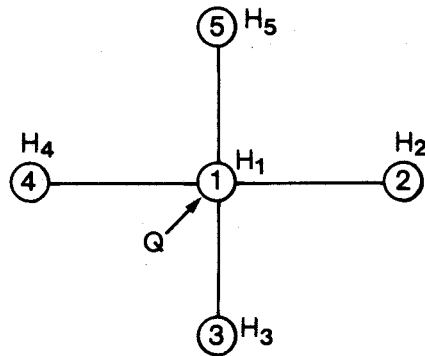
Waterverbruik 1980: 150 m³/uur.

Groeipercentages: 1e periode b.v.	2.0 %	(1980-1985)
2e periode	1.5 %	(1986-1990)
3e periode	1.0 %	(1991-2000)
4e periode	0.0 %	(2001-2005)
5e periode	2.0 %	(2006-2010)

Gevraagd: het waterverbruik in het jaar 2006.

$$W = 150 \times (1 + 5 \times 0.02 + 5 \times 0.015 + 10 \times 0.01 + 5 \times 0.00 + 1 \times 0.02)$$

$$W = 150 \times (1 + 0.295) = 194.25 \text{ m}^3/\text{uur}.$$

BEPALING KNOOPEVENWICHT

Voor een sluitende waterbalans tussen knoop 1 en zijn omringende knopen moet gelden:

$$\sum_{j=2}^5 (Q_{1j}) + Q = 0 \quad (1)$$

Bij de uitgangspunten is reeds aangegeven welk verband er tussen wrijvingsverlies en stroming door buizen gehanteerd wordt in dit leidingnetprogramma, namelijk:

$$\Delta H = a \cdot L \cdot k^b \cdot D^c \cdot Q^2 \quad (2)$$

Deze formule wordt vereenvoudigd tot:

$$\Delta H = f' Q^2 \quad (3)$$

Om nu in de waterbalans (1) deze formule (3) te substitueren wordt deze geschreven als:

$$Q = f \cdot \sqrt{(\text{drukverlies})} \quad (4)$$

Algemeen geformuleerd luidt dat voor de stroming van knoop 1 naar knoop j:

$$Q_{1j} = f_{1j} \cdot \sqrt{|H_1 - H_j|} \quad (5)$$

Uit (1) en (5) volgt dan:

$$\sum_{j=2}^5 f_{1j} \cdot \sqrt{|H_1 - H_j|} + Q = 0 \quad (6)$$

waarbij wel duidelijk gelet moet worden op de tekenafspraken:

$$(H_1 - H_j) > 0 \rightarrow f_{1j} < 0$$

$$(H_1 - H_j) < 0 \rightarrow f_{1j} > 0$$

Daar voor de druk in de knoop 1 geen werkelijke waarde maar een schatting is ingevoerd, zal formule (6) niet gelijk zijn aan nul maar een restwaarde ΔQ opleveren.

$$\sum_{j=2}^5 \{ f_{1j} \cdot \sqrt{|H_1 - H_j|} + Q = \Delta Q \text{ (restwaarde)} \quad (7)$$

Deze restwaarde moet nul worden.

Dit is door een iteratieproces te bereiken door een drukcorrectie ΔH_1 in knoop 1 uit te voeren zodanig dat ΔQ nagenoeg nul wordt.

Afhankelijk van het teken f_{1j} wordt de correctie onder het wortelteken positief of negatief ingebracht.

Als $f_{1j} > 0 \rightarrow \Delta H_1$ positief inbrengen.

Als $f_{1j} < 0 \rightarrow \Delta H_1$ negatief inbrengen.

Deze formule (7) gaat dan over in:

$$\sum_{j=2}^5 f_{1j} \cdot \sqrt{|H_1 - H_j| \pm |\Delta H_1|} + Q = 0 \quad (8)$$

Vervang nu de term $(H_1 - H_j)$ door D_{1j} (altijd > 0).

Een term uit formule (8) zoals, bijvoorbeeld:

$$f_{1j} \sqrt{|D_{1j} \pm \Delta H_1|}$$

kan met behulp van een reeksontwikkeling van Taylor geschreven worden als:

$$\left(\sqrt{|D_{1j}|} \pm \frac{\Delta H_1}{\alpha \sqrt{|D_{1j}|}} \pm \text{resttermen} \right) \quad (9)$$

Voor een redelijke benadering van deze reeks kan volstaan worden met de eerste twee termen.

Voor de berekening van de constante α wordt verwezen naar bijlage 9. In veel gevallen kan voor deze constante de waarde 2 worden aangehouden.

Door substitutie van (9) en (8) in de balansvergelijking verkrijgt men:

$$\sum_{j=2}^5 (f_{1j} \cdot \sqrt{|D_{1j}|} \pm \frac{f_{1j} \cdot \Delta H_1}{2 \cdot \sqrt{|D_{1j}|}}) + Q = 0 \quad (10)$$

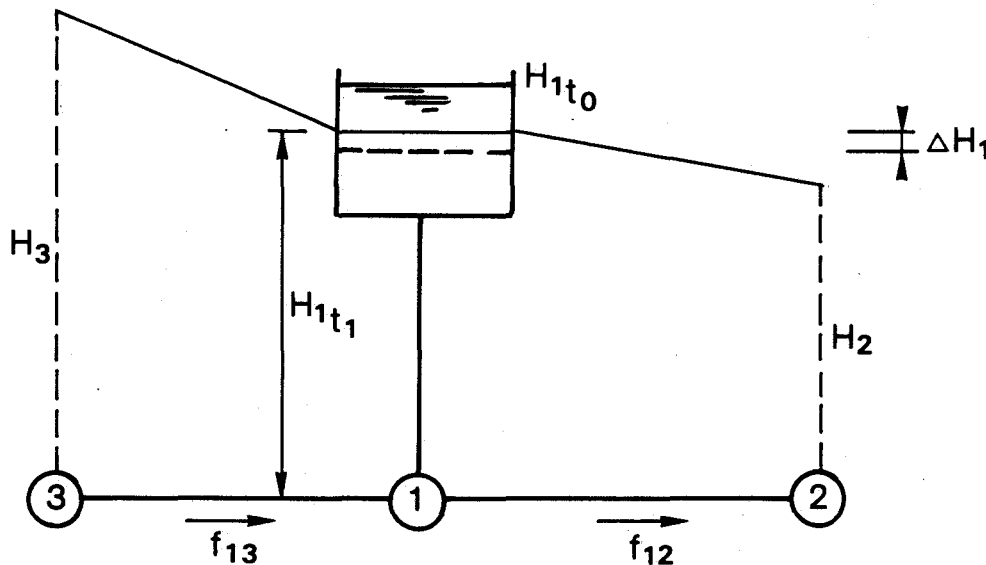
(D_{1j} is altijd positief aangezien dit de absolute waarde is van ($H_1 - H_j$).)

Uit vergelijking (10) is ΔH_1 op te lossen:

$$\Delta H_1 = \frac{2 \cdot (Q + \sum_{j=2}^5 f_{1j} \sqrt{|D_{1j}|})}{\frac{f_{1j}}{\sqrt{|D_{1j}|}}} \quad (11)$$

Dit kan ook geschreven worden als:

$$\Delta H_1 = \frac{2 \left(\sum_{j=2}^n (Q_{1j}) + Q \right)}{\sum_{j=2}^n \left(\frac{f_{1j}}{\sqrt{|D_{1j}|}} \right)} \quad (12)$$

WERKING WATERTOREN

De inpassing van een watertoren in het knoopen-
wicht gaat als volgt.

In knoop 1 is een watertoren aangebracht met de
volgende relatie tussen druk in knoop 1, inhoud
toren en eventueel levering of inname van water in
dit punt:

$$Q_{lev} = f(A) * (H_{1t_0} - H_{1t_1})$$

hierin is:

Q_{lev} = de voeding van de watertoren in het net

$f(A)$ = de oppervlakte/inhoud relatie

H_{1t_0} = stand watertoren op tijdstip t_0

H_{1t_1} = stand watertoren.

Ook in deze knoop geldt dat er evenwicht moet zijn
tussen in- en uitgaande stromen.

Voor deze sluitende waterbalans moet gelden dat:

$$\sum_{j=2}^3 (Q_{ij}) + Q_{\text{watertoren}} = 0 \quad (1)$$

In navolging van de bijlage 5 kan dit als volgt worden uitgeschreven:

$$\sum_{j=2}^3 (f_{1j} \sqrt{|D_{1j}|}) + \frac{f_{1j} - \Delta H_1}{2 \cdot \sqrt{|D_{1j}|}} + f(A) \cdot (H_{1t_0} - H_{1t_1}) + f(A) \cdot \Delta H_1 = 0 \quad (2)$$

Hierin is:

$$D_{1j} = H_1 - H_j$$

f_{1j} = weerstandsfactor leiding

ΔH_1 = aan te brengen drukcorrectie voor evenwicht

$f(A)$ = oppervlakte/inhoud relatie watertoren

Na uitwerking van formule (2):

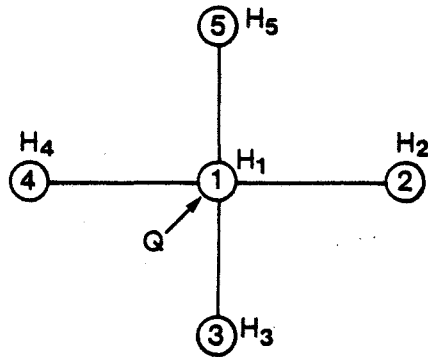
$$\Delta H_1 = \frac{\sum_{j=2}^3 (f_{1j} \sqrt{|D_{1j}|}) + f(A) \cdot (H_{1t_0} - H_{1t_1})}{\sum_{j=2}^3 \left(\frac{f_{1j}}{2 \sqrt{|D_{1j}|}} \right) + f(A)} \quad (3)$$

Uit formule (3) blijkt dat invoeren van een watertoren in een knoopenwicht niet ingewikkeld behoeft te zijn mits de relatie waterniveau/inhoud lineair is.

(Onregelmatig gevormde watertorens behoeven een specifieke aanpak).

INPASSEN POMPEN IN LEIDINGNETBEREKENINGEN

Voor de duidelijkheid zal net als in hoofdstuk 2 gebruik worden gemaakt van een eenvoudig model:



Als opjager wordt nu ingevoerd buis 1 - 2.

Ook nu geldt weer de evenwichtsformule:

$$\Sigma Q = \Delta Q \quad (1)$$

Alleen in deze formule zal de bijzondere buis 1 - 2 nog nader omschreven moeten worden.

Bekend is van pompkrommen dat deze zeer goed te benaderen zijn middels een functie:

$$H = a Q^2 + b Q + c \quad (2)$$

(H is de opvoerhoogte in m; Q is volumestroom in m³/h. Zie voor de berekening van de constanten in de formule bijlage 8.)

Uit formule (2) blijkt dat deze ook te schrijven is:

$$Q = -\frac{b}{2a} \pm \frac{1}{2a} \sqrt{b^2 - 4ac + 4aH}$$

waarin Q = functie (H, a, b, c)

De randvoorwaarde $Q > 0$ moet altijd gelden, dus is de oplossing:

$$Q = -\frac{b}{2a} - \frac{1}{2a} \sqrt{b^2 - 4a(c - H)} \quad (3)$$

Door nu analoog aan de gehele iteratiemethode in knoop 1 een drukcorrectie ($+\Delta H$) in te voeren, zal ook de door de pomp te verzetten volumestroom wijzigen naar:

$$Q' = -\frac{b}{2a} - \frac{1}{2a} \sqrt{b^2 - 4a(c - H + \Delta H)} \quad (4)$$

(Opmerking: een positieve drukcorrectie betekent verhogen van de opvoerhoogte

\rightarrow verlagen te verpompen volumestroom $\rightarrow \Delta Q < 0$)

Met behulp van de reeksontwikkeling van Taylor kan ook bij deze formule de ΔH benaderd worden:

$$Q' = \left\{ -\frac{b}{2a} - \frac{1}{2a} \sqrt{b^2 - 4ac + 4aH} + \frac{\Delta H}{2 \sqrt{b^2 - 4ac + 4aH}} \right\} \quad (5)$$

Stel $(b^2 - 4ac + 4aH) = k$ en $H_1 - H_j = D_{1j}$

Samen met de stromen in de andere buizen kan nu geschreven worden:

$$Q = Q + \sum_{j=3}^5 \left(f_{1j} \sqrt{D_{1j}} \pm \frac{f_{1j} \cdot \Delta H}{2 \sqrt{D_{1j}}} \right) - \frac{b}{2a} - \frac{1}{2a} \sqrt{k} \pm \frac{\Delta H}{2 \sqrt{k}} \approx 0 \quad (6)$$

Uit vergelijking (6) kan nu ΔH opgelost worden.

$$\Delta H = \frac{Q + \sum_{j=3}^5 (f_{1j} \cdot \sqrt{D_{1j}}) - \frac{b}{2a} - \frac{1}{2a} \cdot \sqrt{k}}{\sum_{j=3}^5 \left| \frac{f_{1j}}{\sqrt{D_{1j}}} \right| + \frac{1}{\sqrt{k}}} \quad (7)$$

Met de formule (7) kan nu een knoopenwicht beschouwd worden met de bijzondere buis 1-2, welke een pomp bevat.

BEREKENING VAN DE CONSTANTEN IN DE FORMULE VAN DE
POMPKROMME

Het hulpprogramma "POMPKR" berekent met behulp van een regressie-analyse uit een opgegeven aantal waarnemingen, de constanten voor de functie

$$H = aQ^2 + bQ + c$$

Tevens wordt met behulp van de berekende waarden voor a, b en c de kromme grafisch weergegeven.

Het aantal op te geven waarnemingen bedraagt maximaal 10 per pompkromme. De capaciteit op te geven in m³/uur, de opvoerhoogte in mwk.

Handleiding:

Stap 1: LOAD "POMPKR"

Stap 2: Hoeveel waarnemingspunten van de kromme voert u in [maximaal 10].

Op te geven aantal. CONTINUE.

Stap 3: Hoeveelheid (Q), Opvoerhoogte (H).

Opgeven Q,H. CONTINUE.

Herhaald tot het aantal waarnemingen is opgegeven.

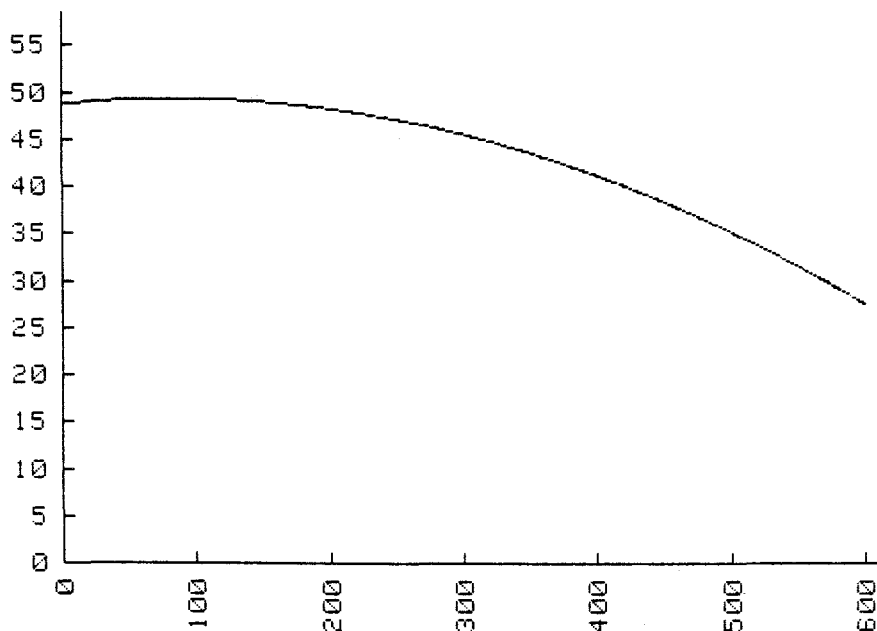
De berekening is beëindigd.

De constanten a, b en c evenals de grafiek worden op het beeldscherm geprint.

```

10  ! *****!
20  !           POMP KROMME  $A*Q^2+B*Q+C$ 
30  ! *****!
40  OPTION BASE 1
50  PRINTER IS 16
60  DIM X(11,3),Xtr(3,11),V(11,1),Hx(3,3),Hxi(3,3),P(3,1),Ptr(1,3),Y(11,1),Ytr
(1,11)
70  ! ***** LEESMODULE *****!
80  PRINTER IS 16
90  INPUT "Hoeveel waarnemingspunten van de pompkromme voert U in ?[max .101]",
Ra
100 FOR I=1 TO Ra
110 INPUT " Hoeveelheid(Q), Opvoerhoogte(H)",X(I,2),Y(I,1)
120 X(I,1)=X(I,2)^2
130 X(I,3)=1
140 NEXT I
150 REDIM X(Ra,3),Xtr(3,Ra),Y(Ra,1),Ytr(1,Ra),V(Ra,1)
160 ! ***** REGRESSIE *****!
170 MAT Xtr=TRN(X)
180 MAT V=Xtr*Y
190 MAT Hx=Xtr*X
200 MAT Hxi=INV(Hx)
210 MAT P=Hxi*V
220 Bb$(1)="a"
230 Bb$(2)="b"
240 Bb$(3)="c"
250 PRINT PAGE
260 PRINT LIN(5)
270 FOR I=1 TO 3
280 PRINT USING 300;Bb$(I),P(I,1)
290 NEXT I
300 IMAGE "Faktor :",A,2%,SDDZ.DDDDD
310 PLOTTER IS "GRAPHICS"
320 GRAPHICS
330 LOCATE 35,130,20,80
340 SCALE 0,1.1*X(Ra,2),0,1.2*P(3,1)
350 LAXES 100,5,0,0,1,1,2
360 H=P(3,1)
370 MOVE 0,H
380 FOR I=1 TO X(Ra,2)
390 H=P(1,1)*I^2+P(2,1)*I+P(3,1)
400 PLOT I,H,-1
410 NEXT I
420 DISP "CONTINUE"
430 PAUSE
440 PRINT PAGE
450 EXIT GRAPHICS
460 END

```



BEREKENING VAN DE CONSTANTE UIT DE REEKSONTWIKKELING VAN TAYLOR

Met behulp van de eerste twee termen van de reeksontwikkeling van Taylor wordt de onbekende ΔH benaderd. De nauwkeurigheid van deze benadering is afhankelijk van de grootte van het drukverlies ($H_1 - H_j$) en de grootte van ΔH .

Soms kan het noodzakelijk zijn in verband met orde-grootte verschillen (bijvoorbeeld $\Delta H = 1$ m en $H_1 - H_j = 0,1$ m) hierop een correctie toe te passen. Om dit toe te lichten is het noodzakelijk de gebruikte benaderingsformule van Taylor weer te geven:

$$\sqrt{|a + b|} = \sqrt{|a|} + \frac{b}{\alpha \cdot \sqrt{|a|}}$$

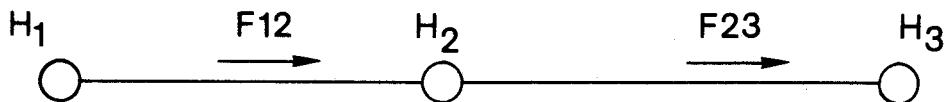
waarin:

a = drukverlies

b = uit te rekenen correctie

In deze formule zijn om de benadering nog complexer te maken een aantal absoluutstrepen een noodzaak.

Het eenvoudigste kan de uitwerking van de formule, waarmee de waarde van α uitgerekend kan worden geïllustreerd worden met een voorbeeld.



Er geldt voor knoop 2: $\sum Q = 0$

Als er evenwicht is dan is:

$$f_{12} * \sqrt{|H_1 - H_2|} - f_{23} * \sqrt{|H_2 - H_3|} = 0.$$

Er is echter in het algemeen geen evenwicht in de beginsituatie.

Noem nu $(H_1 - H_2) = D_{12} (>0)$ en $(H_2 - H_3) = D_{23} (>0)$.

Eerst wordt nu globaal de grootte van de benodigde drukcorrectie uitgerekend met de normale formule:

$$\Delta H_{\text{cor}} = \frac{\Sigma Q}{\sum_{j=1}^n \frac{f_{ij}}{(\alpha_{ij} \sqrt{D_{ij}})}} \quad (1)$$

In de meeste gevallen zullen deze correcties vooral in het begin van het iteratieproces groter zijn dan de geschatte drukverliezen.

Dit maakt het noodzakelijk de constante α , waarvoor in de algemene formule 2.1 gebruikt wordt, gedetailleerder uit te rekenen.

Indien het schaalverschil tussen het drukverlies aan de hand van de eerste geschatte drukken en de globaal uitgerekende correctie bekend is, wordt de constante als volgt per buis uitgerekend.

$$\sqrt{|D_{ij} + \Delta H_{\text{cor}}|} = \sqrt{|D_{ij}|} + \frac{\Delta H_{\text{cor}}}{\alpha_{ij} \sqrt{|D_{ij}|}} \quad (2)$$

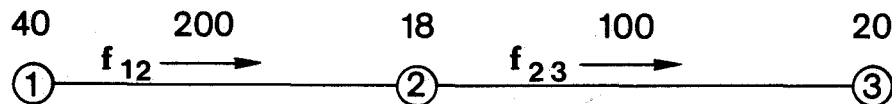
Als drukverlies en de correctie van hetzelfde teken zijn kan deze formule zonder meer worden toegepast. Voor de constante betekent dit het volgende:

$$\alpha_{ij} = \frac{\Delta H_{\text{cor}}}{\{\sqrt{|D_{ij} + \Delta H_{\text{cor}}|} - \sqrt{|D_{ij}|}\} * \sqrt{|D_{ij}|}} \quad (3)$$

Vervolgens kan deze α_{ij} in de formule gesubstitueerd worden hetgeen leidt tot een beter uitgerekende correctie.

In het geval dat beiden tegengesteld zijn van teken is het mogelijk dat het aanbrengen van de correctie leidt tot een omkering van stroomrichting. De formule (3) moet dan aangepast worden in die zin dat het teken in de noemer veranderd van - in +.

Aan de hand van het voorbeeld wordt nu het effect van deze benadering verduidelijkt.



De eerste globale berekening leidt tot een correctie van:

$$\Delta H_2 = \frac{2.1 \{ 938.1 + 141 \}}{113.35} = 19.99 \text{ m}$$

Als deze correctie ingevuld wordt is

$$\Delta Q = 200 * \sqrt{40 - 37.99} - 100 * \sqrt{37.99 - 2}$$

$$\Delta Q = -140.8 \text{ m}^3$$

Per buis moet nu de constante α berekend worden aangezien er duidelijk sprake is van een aanzienlijk schaalverschil tussen met name het drukverlies in buis 2-3 en de drukcorrectie van knoop 2.

Voor het transport door buis 1-2 geldt:

$$f_{12} * \sqrt{|D_{12} + \Delta H_{cor}|} = f_{12} \left\{ \sqrt{|D_{12}|} + \frac{\Delta H_{cor}}{\alpha_{12} \sqrt{|D_{12}|}} \right\}$$

$D_{12} > 0$: positieve stroom

$\Delta H_{cor} < 0$: vermindering positieve stroom

(identiek aan $D_{12} < 0$ en $\Delta H_{cor} > 0$)

$$\alpha_{12} = \frac{\Delta H_{\text{cor}}}{\left\{ \sqrt{|D_{12} + \Delta H_{\text{cor}}|} - \sqrt{|D_{12}|} \right\} * \sqrt{|D_{12}|}}$$

$$\alpha_{12} = 1.37$$

Voor het transport in buis 2-3 is het gecompliceerder aangezien de stroom van richting wisselt en er tevens sprake is van een schaalverschil.

$$f_{23} * \sqrt{|D_{23} + \Delta H_{\text{cor}}|} = f_{23} \left\{ -\sqrt{|D_{23}|} + \frac{\Delta H_{\text{cor}}}{\alpha_{23} \sqrt{|D_{23}|}} \right\}$$

$$\alpha_{23} = \frac{\Delta H_{\text{cor}}}{\left\{ \sqrt{|D_{23} + \Delta H_{\text{cor}}|} - \sqrt{|D_{23}|} \right\} * \sqrt{|D_{23}|}}$$

$$\alpha_{23} = 2.43$$

Indien nu opnieuw de drukcorrectie wordt uitgerekend leidt dit tot:

$$\Delta H = \frac{1079}{\frac{200}{1.37 * 22} + \frac{100}{2.43 * 2}} = \frac{1079}{60.2} = 17.92 \text{ m}$$

Het evenwicht wordt dan:

$$\Delta Q = 200 \sqrt{4.08} - 100 \sqrt{15.92} = +4.98 \text{ m}^3$$

Bij vergelijking van ΔQ uitgerekend volgens de eenvoudige benadering (140 m³) is de nieuwe uitkomst een aanzienlijke verbetering van het uitrekenen van de voor evenwicht benodigde drukcorrectie.

Resumerend kan worden gesteld dat het veelal aanbeveling verdient, ten einde het iteratieproces te bekorten, de constante α per buis apart te berekenen.

In het algemeen gelden hiervoor de volgende regels.

1. Indien er geen verandering van stroomrichting optreedt:

$$\alpha = \frac{\Delta H_{\text{cor}}}{\left\{ \sqrt{|\text{Drukverlies} + \Delta H_{\text{cor}}|} - \sqrt{|\text{Drukverlies}|} \right\} * \sqrt{|\text{Drukverlies}|}}$$

2. Bij verandering van stroomrichting

$$\alpha = \frac{\Delta H_{\text{cor}}}{\left\{ \sqrt{|\text{Drukverlies} + \Delta H_{\text{cor}}|} + \sqrt{|\text{Drukverlies}|} \right\} * \sqrt{|\text{Drukverlies}|}}$$

BEREKENING VOEDING DISTRIBUTIERESERVOIR

Aannamen:

- Waterverbruik net is 100 m³/uur (gemiddeld uur).
- De variatie waterverbruik is als volgt over de dag verdeeld:

	procentueel uurverbruik	factor	uur	procentueel uurverbruik	factor
1	2,1%	0,504	13	6,1%	1,464
2	1,6%	0,384	14	6,1%	1,464
3	1,3%	0,288	15	5,2%	1,248
4	1,3%	0,312	16	4,6%	1,104
5	1,3%	0,312	17	5,3%	1,272
6	1,6%	0,384	18	6,3%	1,512
7	2,1%	0,504	19	7,5%	1,800
8	4,1%	0,984	20	5,7%	1,368
9	6,3%	1,512	21	3,6%	0,864
10	7,0%	1,680	22	2,8%	0,672
11	6,5%	1,560	23	2,6%	0,624
12	6,3%	1,512	24	2,8%	0,672

- Het leidingnet wordt gevoed door twee pompstations (A en B) en één distributiereservoir (C). Voor het distributiereservoir geldt dat gedurende één etmaal de waterbalans sluitend moet zijn. Er wordt gerekend met de volgende inzetpercentages:

uur	Totaal verbruik	pompstation A		pompstation B		Distributiereservoir C	
		%	m ³ /uur	%	m ³ /uur	%	m ³ /uur
1	504	50	252	50	252	0	-
2	384	50	192	50	192	0	-
3	288	50	144	50	144	0	-
4	312	50	156	50	156	0	-
5	312	50	156	50	156	0	-
6	384	50	192	50	192	0	-
7	504	60	304	30	150	10	50
8	984	50	492	30	290	20	202
9	1.512	40	606	40	606	20	300
10	1.680	40	680	40	680	20	320
11	1.560	40	630	40	630	20	300
12	1.512	50	756	50	756	0	-
13	1.464	50	732	50	732	0	-
14	1.464	50	732	50	732	0	-
15	1.248	50	624	50	624	0	-
16	1.104	50	552	50	552	0	-
17	1.272	50	636	50	636	0	-
18	1.512	50	756	50	756	0	-
19	1.800	40	720	40	720	20	360
20	1.368	50	684	50	684	0	-
21	864	50	432	50	432	0	-
22	672	50	336	50	336	0	-
23	624	50	312	50	312	0	-
24	672	50	336	50	336	0	-
TOTAAL	24.000	47,6	11.412	46,1	11.056	6,4	1.532

- De hoeveelheid water die door het distributiereservoir wordt gevoed in het net wordt over 24 uur gelijkmatig verdeeld in de kelder aangebracht door de beide pompstations.

Dit leidt tot de volgende tabel:

Uur	Verbruik	Pompstation A	Pompstation B	Levering C	Kelderinname C	Netto levering in het net C
1	504	284	284	-	- 63.8	- 63.8
2	384	226	226	-	- 63.8	- 63.8
3	288	176	176	-	- 63.8	- 63.8
4	312	188	188	-	- 63.8	- 63.8
5	312	188	188	-	- 63.8	- 63.8
6	384	224	224	-	- 63.8	- 63.8
7	504	346	181	50	- 63.8	- 13.8
8	984	532	314	202	- 63.8	+ 138.2
9	1512	638	638	300	- 63.8	+ 236.2
10	1680	712	712	320	- 63.8	+ 256.2
11	1560	662	662	300	- 63.8	+ 236.2
12	1512	788	788	-	- 63.8	- 63.8
13	1464	764	764	-	- 63.8	- 63.8
14	1464	764	764	-	- 63.8	- 63.8
15	1248	656	656	-	- 63.8	- 63.8
16	1104	584	584	-	- 63.8	- 63.8
17	1272	678	678	-	- 63.8	- 63.8
18	1512	788	788	-	- 63.8	- 63.8
19	1800	752	752	360	- 63.8	+ 296.2
20	1368	716	716	-	- 63.8	- 63.8
21	864	464	464	-	- 63.8	- 63.8
22	672	368	368	-	- 63.8	- 63.8
23	624	344	344	-	- 63.8	- 63.8
24	672	368	368	-	- 63.8	- 63.8

BESCHOUWING CONVERGENTIESNELHEID

De knoopvereffeningsmethode heeft als een groot nadeel dat de convergentiesnelheid bij het oplossen van leidingnetproblemen laag is. Dit wordt veroorzaakt door de relatie:

$$Q = f \cdot \sqrt{\text{Drukverlies}}$$

De correctie vindt plaats onder het wortelteken wat het effect op de stroming in de buizen sterk reduceert.

Om binnen een redelijk aantal iteraties de oplossing van het probleem te bereiken is het nodig dat de convergentie verbeterd wordt. Het verbeteren van de convergentie kan worden bereikt door:

- . het gebruiken van de juiste iteratievolgorde;
- . het invoeren van een redelijke drukschatting;
- . het beïnvloeden van de convergentie afhankelijk van de voorgaande netiteraties.

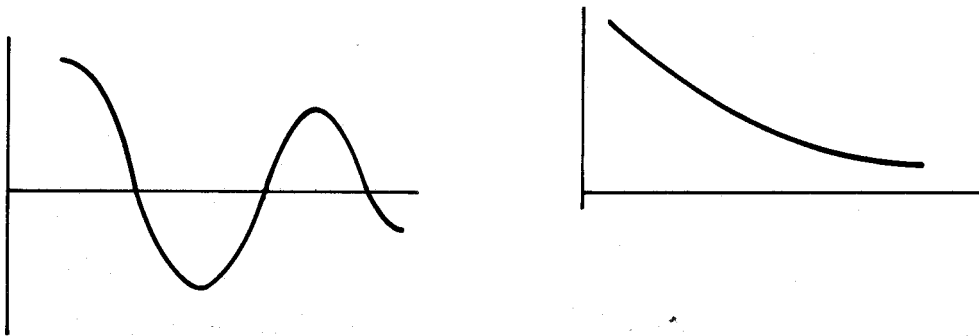
Het is van belang dat de juiste iteratievolgorde gekozen wordt bij een leidingnetberekening. De manieren waarop dit uitgevoerd kan worden zijn legio, bijvoorbeeld:

- een iteratievolgorde die de grootste volumestroom volgt;
- een iteratievolgorde afgeleid van de in- en uitgaande verbruiken in de knoop.

De knoopvereffening is een methode die in zekere zin "uitblinkt" door zijn eenvoud. Het is echter wel noodzakelijk voor iedere knoop een drukschatting in te voeren. Onafhankelijk van de drukschattingen die voor de berekening gebruikt worden, wordt voor ieder netprobleem een oplossing gevonden. Indien blijkt dat een drukschatting fout is kan dit veroorzaken dat erg veel berekeningen nodig

zijn voordat de oplossing benaderd is. De oplossing is sneller bereikt na aanpassing van deze drukschattingen.

De beïnvloeding van de convergentie afhankelijk van de voorgaande netiteraties is de derde mogelijkheid het proces te versnellen. Dit vindt zijn oorsprong in de wiskundige benadering van het probleem (onder andere reeksontwikkeling van Taylor). In de loop van het rekenproces blijkt dat de correcties monotoon dalend of alternerend naar nul naderen.



Met name het laatste gedeelte van het rekenproces is erg traag. Empirisch blijkt dat dit versneld kan worden door de uitgerekende drukcorrectie te vermenigvuldigen met een versnellings- respectievelijk vertragsingsfactor.

Als de drukcorrectie alternerend daalt wordt deze factor:

$$y = 0.3 * 2^{(A)} + 0.7 \left(A = \frac{\text{nieuwe correctie}}{\text{vorige correctie}} \right)$$

(Opmerking: $y < 1$ werkt vertragend.)

In het geval dat de correctie monotoon kleiner wordt (hetzelfde teken):

$$y = 2.6 * 2^{(-A)} + 0,7$$

(Opmerking: $y > 1$ werkt versnellend.)

DATABESTAND

```

10 | *****
20 | *****
30 | ****
40 | ****          TESTBESTAND-2 LEIDINGNETBEREKENINGEN  20/10/83          ****
50 | ****
60 | *****
70 | DATA "POMPKROMME"
80 | DATA ZLG1982,J,J,23,28,1982,1982,9,9,N,N,J          !Stuurgegevens
90 | DATA 4,4,0UD          !Aantal deelperioden,verbruikskategorien en eenheden
100 | ! *****          Knoopgegevens          *****
110 | DATA 1,71,0,6,"*"          ! ZUIG ZUIDLAREN
120 | DATA 2,73,46,6,1,"*"          ! PERS ZUIDLAREN
130 | DATA 3,1,22,6,18.5,1.3,7.9,1,"*"          ! Verbr Z-laren
140 | DATA 4,1,15,10,1.8,0,.1,.6,"*"
150 | DATA 5,1,10,10,11.6,.3,.8,2,"*"
160 | DATA 6,1,38,7.5,11.4,1.3,8.3,.7,"*"
170 | DATA 7,1,40,7.5,10.7,.9,2.6,4.9,"*"
180 | DATA 8,1,19,7.5,17.8,.4,4.1,2.9,"*"
190 | DATA 9,1,15,2.5,0000,0,.3,2.5,"*"          ! Inkoop 1*5.7 m3 hh
200 | DATA 10,1,20,7,1.4,0,.2,2.9,"*"
210 | DATA 11,1,10,17,9.8,1.2,1.3,3.5,"*"
220 | DATA 12,1,22,2.5,9.9,0,.4,2.8,"*"
230 | DATA 13,1,44,4,11.7,.1,2.3,2.6,"*"
240 | DATA 14,1,42,15,14,4.4,1.8,3.4,"*"
250 | DATA 15,73,49,17.5,26,"*"          ! PERS GASSELTE
260 | DATA 16,1,31,17.5,20.7,.1,2.6,2.4,"*"
270 | DATA 17,1,38,7.5,1.9,0,.2,.4,"*"
280 | DATA 18,50,38,7.5,0,0,0,0,"*"          ! INNAME BUIJEN
290 | DATA 19,1,28,15,23.3,4.9,2.1,3.3,"*"
300 | DATA 20,1,15,20,-1.2,.6,.6,-1.4,"*"          ! Inkoop 2*(1.2+1.4) m3
310 | DATA 21,1,10,17.5,4.9,.9,.8,1.8,"*"
320 | DATA 22,1,18,13.5,16.9,.3,9,1.2,"*"
330 | DATA 23,1,33,5,1.8,0,.4,1.1,"*"
340 | DATA 24,73,32,11,25,"*"          ! PERS ROLDE
350 | DATA 25,72,26,11,"*"          ! ZUIG ROLDE
360 | DATA 26,71,0000,17.5,"*"          ! ZUIG GASSELTE
370 | DATA 27,0,29,11,"*"
380 | DATA 28,71,30,11,"*"          ! VASTE DRUK
390 | DATA 29,71,26,15,"*"          ! VASTE DRUK
400 | DATA 30,1,20,15,4.9,0,0,3.1,"*"          ! Anderen
410 | DATA 31,71,35,7.5,"*"
420 | DATA 32,0,15,10,"*"          ! Annen-Anloo
430 | DATA 33,0,30,10,"*"          ! Aftakking Sch'oord
440 | DATA 34,1,17,10,5,0,0,2,"*"          ! Schuilingsoord
450 | DATA 35,1,26,15,3.7,0,3,1.4,"*"          ! Buinen
460 | DATA 36,1,37,17.5,2,1.3,.4,.4,"*"          ! Drouwen
470 | DATA 37,1,15,17.5,2.2,.1,.3,2.9,"*"          ! Westdorp
480 | DATA 38,1,20,10,1.5,.5,.6,.8,"*"          ! Anloo
490 | DATA 39,1,20,10,2,.0,.0,6,"*"          ! Amen-Ekehaar
500 | DATA 40,0,40,11,"*****"

```


4 1170 ! ***** SEIZOENLENGTEN *****
 1180 DATA 12,12,12,6,"*****"

5 1190 ! ***** Schakelschema's pompstations *****
 1200 DATA 1,+,-,"*"
 1210 DATA 2,-,-,"*"
 1220 DATA 3,-,-,"*"
 1230 DATA 4,-,-,"*"
 1240 DATA 5,-,-,"*"
 1250 DATA 6,-,-,"*"
 1260 DATA 7,+,-,"*"
 1270 DATA 8,+,+,"*"
 1280 DATA 9,+,+,"*"
 1290 DATA 10,+,+,"*"
 1300 DATA 11,+,+,"*"
 1310 DATA 12,+,+,"*"
 1320 DATA 13,+,+,"*"
 1330 DATA 14,+,+,"*"
 1340 DATA 15,+,+,"*"
 1350 DATA 16,+,+,"*"
 1360 DATA 17,+,+,"*"
 1370 DATA 18,+,+,"*"
 1380 DATA 19,+,+,"*"
 1390 DATA 20,+,+,"*"
 1400 DATA 21,+,+,"*"
 1410 DATA 22,+,+,"*"
 1420 DATA 23,+,+,"*"
 1430 DATA 24,+,+,"*****"

6 1440 ! ***** POMPKROMMEN *****
 1450 DATA 24,1, 0, 750,-.000555 ,-.01666 ,29 , 1,"*"!Opj Rolde
 1460 DATA 2,1, 20, 160,-.00052445,.02038325 ,39.85, 1,"*"!Pomp 1 Zuidlaren
 1470 DATA 2,2,160, 330,-.00000889,.05715975 ,30.97,-1,"*"!Pomp 2 Zuidlaren
 1480 DATA 2,3,330, 400,-.00006310,-.0420960 ,68.02, 1,"*"!Pomp 3 Zuidlaren
 1490 DATA 2,4,400,1800,-.00004069,-.00396574,61.88, 1,"*"!Pomp 4 Zuidlaren
 1500 DATA 15,1, 10, 70,-.00255 ,.03122 ,35 , 1,"*"!Pomp 1 Gasselte
 1510 DATA 15,2, 70, 600,.00001625,.0360 ,22.81,-1,"*"!Pomp 2 Gasselte
 1520 DATA 15,3,600,1800,-.00005607,.0252180 ,59.59, 1 !Pomp 3 Gasselte
 1530 DATA "*****"

7 1540 ! ***** JAREN *****
 1550 DATA 1980,1985,1990,2000,2010,"*****"

8 1560 ! ***** GROEI *****
 1570 DATA 3 ,1.5,1.8,2.5,"*"
 1580 DATA 2.5,1.8,2.8,3 ,"*"
 1590 DATA 2 ,3 ,4 ,2.1,"*"
 1600 DATA 2.2,3.8,2.1,1.8,"*****"

9 1610 ! ***** PIEKFACTOREN *****
 1620 DATA 1.4,1.4,1.4,1.2,"*"
 1630 DATA 10,10,10,8,"*****"

10 1640 ! ***** ALGEMEEN *****
 1650 DATA 25,70,1,300,"*****"

VALIDATIEPROGRAMMA

Het validatieprogramma wordt gebruikt zoals in de navolgende handleiding staat vermeld.

Handleiding "VALID"

- Stap 1. Machine aanzetten en plaats de cassette in de houder.
- Stap 2. Programma laden: LOAD "VALID"
EXECUTE.
- Stap 3. Start het programma: RUN.
- Stap 4. Op de vraag "Wat is de filename van het te testen netmodel?"
Antwoord intypen.
Continu.
- Stap 5. Op de vraag "Wilt u wijzigen in het netmodel?"
Antwoorden met J/N CONTINUE.
Als het antwoord N is vervolgen met stap 7.
- Stap 6. Op het beeldscherm verschijnt de aanwijzing hoe te handelen voor wijzigingen.
- Stap 7. De foutenboodschap wordt uitgeprint.
Bij afbreken van het programma volgt de aanwijzing hoe te handelen voor correctie van het bestand.
- Stap 8. Op de vraag "Onder dezelfde naam opslaan?"
Antwoorden met J/N, CONTINUE.
- Stap 9. Bij antwoord N verschijnt de vraag: "Onder welke Filenaam moet het geteste bestemd worden opgeslagen?"
Filenaam intikken, CONTINUE.

De berekening is hiermee beëindigd.

Op de volgende bladzijde is de tekst van het validatieprogramma weergegeven. Daarachter is een lijst van fouten en waarschuwingen in het geteste databestand van bijlage 2 opgenomen.

```

10      !                               VALIDATIEPROGRAMMA
20      ! *****
30      ! *****
40      ! *           PROGRAMMA VOOR TESTEN VAN LEIDINGNETMODELLEN           *
50      ! *
60      ! *           DATUM 16-5-83 (WMD/WM2/PWN)                             *
70      ! *****
80      ! *****
90      ! *   DEFINIERING VAN DE ALGEMENE KONSTANTEN EN DE MATRICES           *
100     ! *****
110     OPTION BASE 1
120     PRINTER IS 16
130     Overdoen=0
140     INTEGER Knonum(100),Knosrt(100),Buikn1(250),Buikn2(250),Keer(10,2),Seizin(
150     5),Jaar(7)
150     REAL Knorvb(100,5),Buikwa(250),Buifak(100,16),Verkno(100,16),Pomps(10,5),K
160     nomvh(100),Fak(250)
160     REAL Buideb(250),Buidv1(250),Buidgr(250),Itrpad(100),Builen(250),Buidia(25
170     0),Ver(24,15),Pomkno(50,8),Groei(5,5),Pielek(4,5),Knodsc(100),Catsub(24,12)
170     DIM Aan$(24,15)[3],Model#[6],Rjaja#[4]
180     REAL Igknum(4),Igvno(4),Igsrt(20),Igbnum(4),Igbvan(4),Igbnaa(4),Igvbct(4
190     )
190     REAL Rgknvb(4),Rgknmv(4),Rgknds(4),Rgblng(4),Rgbdia(20),Rgkwa(10)
200     RESTORE
210     Maxkno=150
220     Maxbui=250
230     Maxorvb=5
240     Rgknmv(1)=-20
250     Rgknmv(2)=50
260     Rgknvb(1)=-2000
270     Rgknvb(2)=2000
280     Rgknds(1)=0
290     Rgknds(2)=150
300     Rgblng(1)=0
310     Rgblng(2)=30000
320     Rgbmaxverh=10
330     Numper=4
340     Numorvb=5
350     IF Overdoen<>0 THEN 430
360     PRINT LIN(10),TAB(10),"Wat is de filename van het te testen netmodel ?"
370     INPUT Model$
380     LINK Model$,7370
390     PRINT PAGE
400     PRINT LIN(10),TAB(10),"Wilt U wijzigen in het netmodel ?"
410     INPUT Antw$
420     IF (Antw#[1,1]="J") OR (Antw#[1,1]="j") THEN 450
430     PRINT PAGE
440     GOTO 600
450     PRINT LIN(6)
460     !
470     PRINT "           *****"
480     PRINT "           *****"
490     PRINT "           ***** U kunt met de EDITOR-toets *****"
500     PRINT "           ***** datagegevens wijzigen. *****"
510     PRINT "           ***** EDIT 7370 EXECUTE Als u *****"
520     PRINT "           ***** gereed bent,vervolg dan het *****"
530     PRINT "           ***** programma door op CONTINUE *****"
540     PRINT "           ***** te drukken. *****"
550     PRINT "           *****"
560     PRINT "           *****"
570     !
580     PAUSE
590     PRINT PAGE
600     Validatie: !
610     !
620     ! *****
630     ! *           Maxkno --- Maximum aantal knopen(150)           *
640     ! *           Maxbui --- Maximum aantal buizen(250)           *
650     ! *           Maxorvb --- Maximum aantal verbruikscategorieën(5) *
660     ! *           Naam$ --- Naam van het leidingnet                 *
670     ! *           Datum$ --- Datum van de invoer en test v/h net    *
680     ! *           Tyd$ --- Tydstip van het testen                   *
690     ! *           Siflag$ --- SI-eenheden (SI) of praktykeenh.(PR)  *
700     ! *****
710     !

```

```

720 | *****
730 | *
740 | *          PARAMETERS BETREFFENDE DE KNOPEN          *
750 | *
760 | *          Numkno --- Huidige aantal knopen          *
770 | *          Knosrt --- Array mrt knoopsoorten          *
780 | *          Knouvb --- Array met knoopverbruiken per cat. *
790 | *          Knosvb --- Array met gesom. verbr.          *
800 | *          Knomvh --- Array met maaiveldhoogten        *
810 | *          Knodsc --- Array met drukschattingen        *
820 | *          Knouvb --- Array met uitgerekende verbruiken *
830 | *
840 | *****
850 |
860 |
870 | *****
880 | *
890 | *          PARAMETERS BETREFFENDE DE BUIZEN          *
900 | *
910 | *          Numbui --- Huidige aantal buizen           *
920 | *          Buikn1 --- Array met startknoop buis        *
930 | *          Buikn2 --- Array met eindknoop buis         *
940 | *          Builen --- Array met buislengten            *
950 | *          Buidia --- Array met buisdiameters          *
960 | *          Buikwa --- Array met k-waarden van de buizen *
970 | *
980 | *****
990 |
1000 |
1010 | *****
1020 | *
1030 | *          VASTSTELLEN VAN DE BEGRENZINGEN PARAMETERS *
1040 | *
1050 | *****
1060 | *
1070 | *          Igknun --- Grenzen van het aantal knopen   *
1080 | *          Igkuno --- Grenzen voor knoopnummers       *
1090 | *          Igksrt --- Opsomming van de knoopsoorten   *
1100 | *          Igbnum --- Grenzen voor het aantal buizen  *
1110 | *          Igbct  --- Grenzen voor aantal verbruikscategorieen *
1120 | *
1130 | *****
1140 |          Igksrt(2)=0
1150 |          Igksrt(3)=1
1160 |          Igksrt(4)=2
1170 |          Igksrt(5)=3
1180 |          Igksrt(4)=50
1190 |          Igksrt(6)=51
1200 |          Igksrt(7)=52
1210 |          Igksrt(8)=71
1220 |          Igksrt(9)=72
1230 |          Igksrt(10)=73
1240 | Verder0: Igksrt(1)=10
1250 |          Rgknvb(1)=-1000
1260 |          Rgknvb(2)=1000
1270 |          Rgknmv(1)=-12
1280 |          Rgknmv(2)=250
1290 |          Rgknds(1)=0
1300 |          Rgknds(2)=300
1310 |          Rgblng(1)=150
1320 |          Rgblng(2)=50000
1330 |          Rgbmaxverh=10
1340 | *****
1350 | *
1360 | *          Rgknvb --- Grenzen voor knoopverbruiken    *
1370 | *          Rgknmv --- Grenzen voor maaiveldhoogte     *
1380 | *          Rgknds --- Grenzen voor drukschatting      *
1390 | *          Rgblng --- Grenzen voor buislengten        *
1400 | *          Rgbdia --- Toepasbare buisdiameters        *
1410 | *          Rgbkwa --- Toepasbare k-waarden            *
1420 | *
1430 | *****
1440 |
1450 | PRINTER IS 0
1460 | PRINT LINK(1)

```

```

1470 PRINT TAB(5);RPT$(" ",60)
1480 PRINT TAB(5);"*";RPT$(" ",58);"*"
1490 PRINT TAB(5);"*      LIJST VAN FOUTEN EN WAARSCHUWINGEN IN HET BESTAND      *
"
1500 PRINT USING 1510;Model$
1510 IMAGE 4X,"*      FILENAAM VAN HET GETESTE BESTAND :",AAAAA,"      *
"
1520 PRINT TAB(5);"*";RPT$(" ",58);"*"
1530 PRINT TAB(5);RPT$(" ",60)
1540 PRINT
1550 PRINTER IS 16
1560 Numkno=Numbui=Numkkl=Numpom=0
1570   FOR I=2 TO 50
1580     READ M$
1590     IF M$="*" THEN Vervolg2
1600     Rgbdia(I)=VAL(M$)
1610   NEXT I
1620 Vervolg2: Rgbdia(1)=I
1630   FOR I=2 TO 50
1640     READ M$
1650     IF M$="*" THEN Vervolg3
1660     Rgbkwa(I)=VAL(M$)
1670   NEXT I
1680 Vervolg3:READ Soort$
1690     IF Soort$="SIMPEL" THEN Simpel
1700     READ Naam$,Maai$,Vast$,Refkno,Refdrk,Jbegin,Jeind,Ubegin,Ueind,Wat
ent$,Brand$,B$
1710     Rgbkwa(1)=I
1720     READ Aantalper
1730     F=PI
1740     READ Aantalurb
1750     READ Siflag$
1760     GOTO 1790
1770 Simpel:  READ Naam$,Maai$,Vast$,Refkno,Refdrk,B$,Aantalurb,Siflag$
1780     F=PI
1790     L=K=1
1800     FOR I=1 TO 1500
1810       IF I>Maxkno THEN F=0           !**** FOUT 0
1820       IF F=0 THEN GOSUB Fout
1830       READ Knonum(I)
1840       IF Knonum(I)<>I THEN F=1       !**** FOUT 1
1850       IF F=1 THEN GOSUB Fout
1860       READ Knosrt(I)
1870       FOR J=2 TO Igsrt(1)
1880         IF Knosrt(I)=Igsrt(J) THEN Vervolg3a
1890       NEXT J
1900       F=2           !**** FOUT 2
1910       GOSUB Fout
1920 Vervolg3a: READ Knodsc(I)
1930       IF (Rgknds(1)<=Knodsc(I))<=Rgknds(2) THEN Vervolg4
1940       F=3           !**** FOUT 3
1950       GOSUB Fout
1960 Vervolg4: READ Knomvh(I)
1970       IF (Rgknmu(1)<=Knomvh(I))<=Rgknmu(2) THEN Vervolg4a
1980       F=4           !**** FOUT 4
1990       GOSUB Fout
2000 Vervolg4a: IF Aantalurb>Numurb THEN F=5           !**** FOUT 5
2010       Numurb=Aantalurb
2020       IF F=5 THEN GOSUB Fout
2030       IF (Knosrt(I)=0) OR (Knosrt(I)=3) THEN Vervolg6a
2040       IF (Knosrt(I)=71) OR (Knosrt(I)=72) OR (Knosrt(I)=73) THEN Vervolg
5
2050       FOR J=1 TO Numurb
2060         F=PI
2070         READ M$
2080         IF M$="*" THEN F=6           !**** FOUT 6
2090         IF F=6 THEN GOSUB Fout
2100         Knourb(I,J)=VAL(M$)
2110         IF (Knourb(I,J)<Rgknvb(1)) OR (Knourb(I,J)>Rgknvb(2)) THEN F=7!*
*** FOUT 7
2120         IF F=7 THEN GOSUB Fout           !***** FOUT 7
2130       NEXT J
2140       GOTO Vervolg6a
2150 Vervolg5: READ M$
2160       IF Knosrt(I)=73 THEN Poms(L,1)=I

```



```

2170         IF Knosrt(I)=72 THEN 2230
2180         L=L+1
2190         IF Knosrt(I)=73 THEN Numpom=Numpom+1
2200         IF (M$="*") OR (M$="*****") THEN 2270
2210         Poms(L,3)=VAL(M$)
2220 Vervolg6a: IF Knosrt(I)<>3 THEN 2222
2221         READ Pers
2222         READ M$
2230         IF M$="*" THEN 2270             !**** FOUT 8
2240         IF M$="*****" THEN Vervolg7
2250         F=8
2260         GOSUB Fout
2270     NEXT I
2280     ! *****
2290     ! *
2300     ! *             EINDE INLEZEN VAN DE KNOOPGEGEVENS
2310     ! *
2320     ! *****
2330 Vervolg7: !
2340         Numkno=I
2350         IF Maai$(<)"J" THEN Vervolg8
2360         FOR I=1 TO Numkno
2370             Knodsc(I)=Knodsc(I)+Knomvh(I)
2380         NEXT I
2390     ! *****
2400     ! *
2410     ! *             BEGIN INLEZEN EN CONTROLE BUISGEGEVENS
2420     ! *
2430     ! *****
2440 Vervolg8: FOR I=1 TO 2500
2450         IF I>Maxbui THEN F=9             !**** FOUT 9
2460         IF F=9 THEN GOSUB Fout
2470         READ Buikn1(I),Buikn2(I)
2480         IF Buikn1(I)>Numkno THEN F=10     !**** FOUT 10
2490         IF F=10 THEN GOSUB Fout
2500         IF Buikn2(I)>Numkno THEN F=11     !**** FOUT 11
2510         IF F=11 THEN GOSUB Fout
2520         IF Buikn1(I)=Buikn2(I) THEN F=12 !**** FOUT 12
2530         IF F=12 THEN GOSUB Fout
2540 Diam:   READ M$
2550         IF M$="*" THEN F=13             !**** FOUT 13
2560         IF F=13 THEN GOSUB Fout
2570         Buidia(I)=VAL(M$)
2580         FOR J=2 TO Rgbdia(1)
2590             IF Buidia(I)=Rgbdia(J) THEN Lengte
2600         NEXT J
2610         F=15                             !**** FOUT 15
2620         GOSUB Fout
2630 Lengte: READ M$
2640         IF M$="*" THEN F=13             !**** FOUT 13
2650         IF F=13 THEN GOSUB Fout
2660         Builen(I)=VAL(M$)
2670         IF Builen(I)<100 THEN F=14       !**** FOUT 14
2680         IF F=14 THEN GOSUB Fout
2690 Vervolg9: READ M$
2700         IF M$="*" THEN F=13             !**** FOUT 13
2710         IF F=13 THEN GOSUB Fout
2720         Buikwa(I)=VAL(M$)
2730         FOR J=2 TO Rgbkwa(1)
2740             IF Buikwa(I)=Rgbkwa(J) THEN Vervolg10
2750         NEXT J
2760         F=16                             !**** FOUT16
2770         GOSUB Fout
2780 Vervolg10: READ M$
2790         IF M$="*" THEN Vervolg12
2800         IF (M$="KEERKLEP") OR (M$="KEERKLEP*****") THEN Keerklep
2810         GOTO Vervolg11
2820 Keerklep: Keer(K,1)=Buikn1(I)
2830         Keer(K,2)=Buikn2(I)
2840         K=K+1
2850 Vervolg11: IF (M$="*****") OR (M$="KEERKLEP*****") THEN Vervolg13
2860 Vervolg12: NEXT I
2870 Vervolg13: ! KLAAR
2880     Numbui=I
2890     ! *****

```

```

2900 ! *
2910 ! *          INLEZEN EN CONTROLE BUISGEGEVENS IS KLAAR
2920 ! *
2930 ! *****
2940 !
2950 ! *****
2960 ! *
2970 ! *          BEREKENEN VAN DE LEIDINGFAKTOREN
2980 ! *
2990 ! *****
3000 !
3010 GOSUB Fakt
3020 !
3030 !
3040 ! *****
3050 ! *
3060 ! *          ORDENEN VAN KNOPEN EN BUIZEN
3070 ! *
3080 ! *****
3090 GOSUB Ordening
3100 !
3110 FOR I=1 TO Numkno
3120   Test=0
3130   FOR J=2 TO 15
3140     Test=Test+Verkno(I,J)
3150     NEXT J
3160     IF Test=0 THEN F=17
3170     IF F=17 THEN GOSUB Fout
3180     IF Verkno(I,1)=1 THEN F=18
3190     IF F=18 THEN GOSUB Fout
3200     IF Verkno(I,1)=0 THEN 3300
3210     FOR J=1 TO Verkno(I,1)
3220       IF Buifak(I,J)>Max THEN Max=Buifak(I,J)
3230     NEXT J
3240     FOR J=1 TO Verkno(I,1)
3250       F=PI
3260       A=Buifak(I,J)/Max
3270       IF A>Rgmaxverh THEN F=19
3280       IF F=19 THEN GOSUB Fout
3290     NEXT J
3300   NEXT I
3310 !
3320 ! *****
3330 ! *
3340 ! *          EINDE TEST BUISGEGEVENS
3350 ! *
3360 ! *****
3370 !
3380 IF Soort$="SIMPEL" THEN Eenvoud
3390   FOR J=1 TO Numvrb
3400     F=PI
3410     FOR I=1 TO 24
3420       READ M$
3430       IF (M$="*") OR (M$="*****") THEN F=20
3440       IF F=20 THEN GOSUB Fout
3450     NEXT I
3460     READ M$
3470 Vervolg16: IF M$="*****" THEN Seizoen
3480     IF M$<>"*" THEN F=20
3490     IF F=20 THEN GOSUB Fout
3500     NEXT J
3510 Seizoen: FOR I=1 TO Numvrb
3520     READ M$
3530     IF M$="*****" THEN F=33
3540     IF F=33 THEN Fout
3550     Seizln(I)=VAL(M$)
3560     IF Seizln(I)>12 THEN F=34
3570     IF F=34 THEN Fout
3580     NEXT I
3590     READ M$
3600     IF M$<>"*****" THEN F=33
3610     IF F=33 THEN Fout
3620 Pompen: IF (Numpom=1) AND (Pomps(1,3)=0) THEN Vervolg20
3630     IF (Numpom=1) AND (Pomps(1,3)<>0) THEN Vervolg19a
3640     FOR I=1 TO 24

```

```

3650      A=0
3660      READ Uur
3670      FOR J=1 TO Numpom
3680          READ Ran$(I,J)
3690          IF (Ran$(I,J)="+") OR (Ran$(I,J)="-") THEN Vervolg17a
3700          Ver(I,J)=VAL(Ran$(I,J))
3710          A=A+Ver(I,J)
3720 Vervolg17a: NEXT J
3730      READ M$
3740      IF Uur=24 THEN 3770
3750      IF M$(">") THEN F=21
3760      GOTO 3780
3770      IF M$("<") THEN F=21
3780      IF F=21 THEN GOSUB Fout          !**** FOUT 21
3790      IF A=0 THEN P$="POMPKROMME"
3800      IF (A<>100) AND (A<>0) THEN F=22          !**** FOUT 22
3810      IF F=22 THEN GOSUB Fout
3820      NEXT I
3830      IF P$("<")="POMPKROMME" THEN Jaren
3840 Vervolg19a: FOR I=1 TO 50
3850     FOR J=1 TO 8
3860     READ Pomkro(I,J)
3870     NEXT J
3880     READ M$
3890     IF M$="*" THEN 3930          !**** FOUT 23
3900     IF M$="*****" THEN Vervolg17
3910     F=23
3920     GOSUB Fout
3930     NEXT I
3940 Vervolg17: Numkro=I
3950     FOR I=1 TO Numkro
3960     IF Knoert(Pomkro(I,1))<>73 THEN F=24          !**** FOUT 24
3970     IF F=24 THEN GOSUB Fout
3980     IF Pomkro(I,3)>Pomkro(I,4) THEN F=25          !**** FOUT 25
3990     IF F=25 THEN GOSUB Fout
4000     IF I+1>Numkro THEN Vervolg19
4010     IF Pomkro(I,1)=Pomkro(I+1,1) THEN Vervolg18
4020     GOTO Vervolg19
4030 Vervolg18: IF Pomkro(I,4)<>Pomkro(I+1,3) THEN F=26          !**** FOUT 26
4040     IF F=26 THEN GOSUB Fout
4050 Vervolg19: IF Pomkro(I,5)=0 THEN F=27          !**** FOUT 27
4060     IF F=27 THEN GOSUB Fout
4070     A=-Pomkro(I,6)/(2*Pomkro(I,5))
4080     IF (A>Pomkro(I,3)) AND (A<Pomkro(I,4)) THEN F=28          !**** FOUT 28
4090     IF F=28 THEN GOSUB Fout
4100     IF SGN(2*Pomkro(I,5)*Pomkro(I,3)+Pomkro(I,6))<>-Pomkro(I,8) THEN          !**** FOUT 29
4110     IF F=29 THEN GOSUB Fout          !**** FOUT 29
4120     NEXT I
4130 Jaren: FOR I=1 TO Nummer+1
4140     READ M$
4150     IF M$="*****" THEN 4210
4160     Jaar(I)=VAL(M$)
4170     IF (Jaar(I)<1950) OR (Jaar(I)>2050) THEN F=35
4180     IF F=35 THEN GOSUB Fout          !**** FOUT 35
4190     NEXT I
4200     READ M$
4210     IF M$="*****" THEN Vervolg20
4220     F=36          !**** FOUT 36
4230     GOSUB Fout
4240 Vervolg20: FOR I=1 TO Nummer
4250     FOR J=1 TO Numurb
4260     READ M$
4270     IF (M$="*") OR (M$="*****") THEN F=30
4280     IF F=30 THEN Fout
4290     Groei(I,J)=VAL(M$)
4300     NEXT J
4310     READ M$
4320     IF M$="*" THEN 4360          !**** FOUT 30
4330     IF M$="*****" THEN 4370
4340     F=30
4350     GOSUB Fout
4360     NEXT I
4370 Eenvoud: FOR I=1 TO 2
4380     FOR J=1 TO Numurb

```

```

4390      READ M$
4400      IF (M$="*") OR (M$="*****") THEN F=31
4410      IF F=31 THEN GOSUB Fout          !**** FOUT 31
4420      Pielek(J,I)=VAL(M$)
4430      NEXT J
4440      READ M$
4450      IF M$="*" THEN 4490
4460      IF M$="*****" THEN 4500
4470      F=32
4480      GOSUB Fout
4490      NEXT I
4500      READ Drkmin,Drkmax,Na,Maxitr
4510      READ M$
4520      IF M$<>"*****" THEN F=32          !**** FOUT 32
4530      IF F=32 THEN GOSUB Fout
4540  PRINTER IS 16
4550  PRINT PAGE
4560  PRINT LINK(5)
4570  PRINT "      TTTT EEEEE  SSSS  TTTT      K   K  L      AA      AA      RRRR
"
4580  PRINT "      T   E   S      T      K   K  L      A  A   A  A   R
R "
4590  PRINT "      T   E   S      T      K  K  L      A  A   A  A   R
R"
4600  PRINT "      T  EEE      SS  T      KKK   L  AAAAAA  AAAAAA  RRR"
4610  PRINT "      T   E           S  T      K  K  L      A   A  A   A   R
R"
4620  PRINT "      T   E           S  T      K   K  L  A      AA      A  R
R"
4630  PRINT "      T  EEEEE  SSSS  T      K   K  LLL A      AA      A  R
R"
4640  PRINTER IS 0
4650  PRINT PAGE
4660  PRINTER IS 16
4670  PRINT PAGE
4680  PRINT LINK(10)
4690  PRINT "      Als u onder dezelfde benaming het geteste bestand wilt opsl
aan"
4700  PRINT "      wordt het voorgaande bestand vernietigd."
4710  PRINT
4720  INPUT "Onder dezelfde naam opslaan ?(J/N)",Opdr$
4730  IF Opdr$(1,1)="N" THEN 4760
4740  RE-SAVE Model$,7370,20000
4750  GOTO 4790
4760  PRINT PAGE
4770  INPUT "Onder welke Filenaam moet het geteste bestand worden opgeslagen",Op
slag$
4780  SAVE Opslag$,7370,20000
4790  PRINT PAGE
4810  GOTO Einde
4820  ! *****
4830  ! *
4840  ! *          HET TESTEN VAN HET BESTAND IS GEREED
4850  ! *
4860  ! *****
4870  Fout: !
4880  IF F=0 THEN F0
4890  ON F GOTO F1,F2,F3,F4,F5,F6,F7,F8,F9,F10,F11,F12,F13,F14,F15,F16,F17,F18,F
19,F20,F21,F22,F23,F24,F25,F26,F27,F28,F29,F30,F31,F32,F33,F34,F35,F36
4900  !
4910  !
4920  F0: PRINTER IS 0!
4930  PRINT "      *****  FOUT 0  ****  Het maximum aantal knopen (";Maxkno;")
wordt over-"
4940  PRINT "      schreden. Indien U toch meer knopen wil
t ge-"
4950  PRINT "      bruiken raadpleeg dan uw handleiding."
4960  Beep: PRINTER IS 16
4970  BEEP
4980  PRINT LINK(10)
4990  PRINT "      U korrigeerd in het databestand met EDIT 7370 EXECUTE
"
5000  PRINT
5010  PRINT "      Na de korrèktie vervolgt U met CONTINUE"
5020  GOTO Stop

```

```

5030 F1: PRINTER IS 0
5040 PRINT " ***** FOUT 1 **** Het knoopnummer ";I;" staat niet op de
juiste plaats."
5050 PRINT " Het programma onderbreekt nu. U moet di
t eerst ver-
5060 PRINT " beteren voordat u verder kunt gaan."
5070 GOTO Beep
5080 F2: PRINTER IS 0
5090 PRINT " ***** FOUT 2 **** De knoopsoort ";Knoort(I);" by knoop ";
I;" komt niet"
5100 PRINT " in de opgegeven lyst voor.Het programma
onderbreekt"
5110 PRINT " het inlezen."
5120 GOTO Beep
5130 F3: PRINTER IS 0
5140 PRINT " ***** FOUT 3 **** De drukschatting voldoet niet aan de be
-
5150 PRINT " grenzingen.(waarschuwing)
"
5160 PRINTER IS 16
5170 GOTO Exit
5180 F4: PRINTER IS 0
5190 PRINT " ***** FOUT 4 **** Maaiveldhoogte voldoet niet aan de begr
enzingen."
5200 PRINT " (waarschuwing)"
5210 PRINTER IS 16
5220 GOTO Exit
5230 F5: PRINTER IS 0
5240 PRINT " ***** FOUT 5 **** Aantal verbruikscategorieen is te groot
.
5250 PRINT " Knoop ";I;"Het programma stopt."
5260 PRINTER IS 16
5270 GOTO Beep
5280 F6: PRINTER IS 0
5290 PRINT " ***** FOUT 6 **** Het aantal verbruiken stemt niet overee
n met"
5300 PRINT " de opgegeven categorieen.Knoop";I
5310 PRINT " Het programma stopt."
5320 PRINTER IS 16
5330 GOTO Beep
5340 F7: PRINTER IS 0
5350 PRINT " ***** FOUT 7 **** De voedingshoeveelheid valt buiten de b
e-
5360 PRINT " grenzingen.(Dit is een waarschuwing)"
5370 PRINTER IS 16
5380 GOTO Exit
5390 F8: PRINTER IS 0
5400 PRINT " ***** FOUT 8 **** Er staan teveel getallen in deze regel
knoop-
5410 PRINT " informatie.Knoopnummer ";I
5420 PRINT " Het programma stopt het inlezen."
5430 GOTO Beep
5440 F9: PRINTER IS 0
5450 PRINT " ***** FOUT 9 **** Het maximum aantal toegelaten buizen va
n "
5460 PRINT " ";Maxbui;" wordt overschreden.Het progra
mma"
5470 PRINT " stopt het inlezen."
5480 GOTO Beep
5490 F10: PRINTER IS 0
5500 PRINT " ***** FOUT 10 **** Het beginpunt van buis ";I;" is fout op
ge-
5510 PRINT " geven.Het programma stopt het inlezen."
5520 GOTO Beep
5530 F11: PRINTER IS 0
5540 PRINT " ***** FOUT 11 **** Het eindpunt van buis ";I;" is fout opg
e-
5550 PRINT " geven.Het programma stopt het inlezen."
5560 GOTO Beep
5570 F12: PRINTER IS 0
5580 PRINT " ***** FOUT 12 **** Het begin en eindpunt van buis ";I;" zy
n"
5590 PRINT " gelyk gekozen.Het programma stopt het i
nlezen."

```

```

5600 GOTO Beep
5610 F13: PRINTER IS 0
5620 PRINT " . ***** FOUT 13 **** Volgordefout in buis ";I;" .Het program
ma stopt"
5630 PRINT " het inlezen."
5640 GOTO Beep
5650 F14: PRINTER IS 0
5660 PRINT " ***** FOUT 14 **** De lengte van buis ";Buikn1(I);" naar "
;Buikn2(I)
5670 PRINT " is kleiner opgegeven als ";Rgbnlg(1);"
dit kan"
5680 PRINT " moeilykheden opleveren by de convergent
ie."
5690 PRINTER IS 16
5700 GOTO Exit
5710 F15: PRINTER IS 0
5720 PRINT " ***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis ";Buikn1
(I);"-";Buikn2(I)
5730 PRINT " wykt af van de standaarddiameters."
5740 PRINTER IS 16
5750 GOTO Exit
5760 F16: PRINTER IS 0
5770 PRINT " ***** FOUT 16 **** De opgegeven k-waarde van de buis ";Bui
kn1(I)
5780 PRINT " naar ";Buikn2(I);" wykt af van de stand
aardwaarden."
5790 PRINTER IS 16
5800 GOTO Exit
5810 F17: PRINTER IS 0
5820 PRINT " ***** FOUT 17 **** Ran de knoop ";I;" zitten geen leidinge
n vast"
5830 PRINT " waardoor transport mogelijk is"
5840 PRINT " Het programma stopt.U moet deze fout op
heffen."
5850 GOTO Beep
5860 F18: PRINTER IS 0
5870 PRINT " ***** FOUT 18 **** Ran knoop ";I;" zit maar een buis vast.
(waarschuwing)"
5880 PRINTER IS 16
5890 GOTO Exit
5900 F19: PRINTER IS 0
5910 PRINT " ***** FOUT 19 **** De verhouding tussen de weerstandsfacto
ren"
5920 PRINT " in deze knoop (";I;") is groter dan ";R
gbmaxverh
5930 PRINT " Dit kan tot convergentieproblemen leide
n."
5940 PRINTER IS 16
5950 GOTO Exit
5960 F20: PRINTER IS 0
5970 PRINT " ***** FOUT 20 **** Volgorde uurfrequentie is niet juist by
"
5980 PRINT " categorie ";J;".Het programma stopt het
in-"
5990 PRINT "
6000 GOTO Beep
6010 F21: PRINTER IS 0
6020 PRINT " ***** FOUT 21 **** Volgorde schakelmatrix op uur ";I;" is
niet juist."
6030 PRINT " Het programma stopt het inlezen."
6040 GOTO Beep
6050 F22: PRINTER IS 0
6060 PRINT " ***** FOUT 22 **** De som van de inzetpercentages is niet
gelyk".
6070 PRINT " aan 100% op uur ";I;" Het programma sto
pt het"
6080 PRINT "
6090 GOTO Beep
6100 F23: PRINTER IS 0
6110 PRINT " ***** FOUT 23 **** Volgorde van de cyfers van de pompkromm
en is"
6120 PRINT " fout(-nr ";I;").Het programma stopt het
is"
6130 PRINT "
6140 GOTO Beep

```

```

6150 F24:   PRINTER IS 0
6160 PRINT "      ***** FOUT 24 **** Er staat by pompkromme ";I;" een knoop
vermeld"
6170 PRINT "                               welke geen persknoop is.Het programma s
topt het"
6180 PRINT "                               inlezen."
6190 GOTO Beep
6200 F25:   PRINTER IS 0
6210 PRINT "      ***** FOUT 25 **** De begrenzinger van de pomp zyn verkeer
d op-"
6220 PRINT "                               gegeven.Het programme stopt het inlezen
"
6230 GOTO Beep
6240 F26:   PRINTER IS 0
6250 PRINT "      ***** FOUT 26 **** Begrenzinger opeenvolgende pompen sluit
en niet"
6260 PRINT "                               aan.Het programma stopt het inlezen."
6270 GOTO Beep
6280 F27:   PRINTER IS 0
6290 PRINT "      ***** FOUT 27 **** De A-constante van de pompkromme A*Q^2+
B*Q+C"
6300 PRINT "                               is nul gekozen.Het programma stopt het
inlezen."
6310 GOTO Beep
6320 F28:   PRINTER IS 0
6330 PRINT "      ***** FOUT 28 **** In het werkingsgebied heeft de pompkrom
me";I;" een"
6340 PRINT "                               extreme waarde.Het programma stopt het
inlezen."
6350 GOTO Beep
6360 F29:   PRINTER IS 0
6370 PRINT "      ***** FOUT 29 **** Pompkromme";I;"is niet in overeenstemmi
ng met"
6380 PRINT "                               de opgegeven functie(dalend-stijgend)"
6390 PRINT "                               Het programma stopt het inlezen."
6400 GOTO Beep
6410 F30:   PRINTER IS 0
6420 PRINT "      ***** FOUT 30 **** Volgorde groeipercantage's is verkeerd.
Het"
6430 PRINT "                               programma stopt het inlezen."
6440 GOTO Beep
6450 F31:   PRINTER IS 0
6460 PRINT "      ***** FOUT 31 **** Volgorde piekfactoren is verkeerd.Het p
rogramma"
6470 PRINT "                               stopt het inlezen."
6480 GOTO Beep
6490 F32:   PRINTER IS 0
6500 PRINT "      ***** FOUT 32 **** In de laatste dataregel is het aantal g
egevens onjuist"
6510 PRINT "                               "
6520 PRINTER IS 16
6530 GOTO Exit
6540 F33:   PRINTER IS 0
6550 PRINT "      ***** FOUT 33 **** Het aantal seizoenlengten is niet in ou
ereenstemming"
6560 PRINT "                               met het aantal verbruiscategorieen.
"
6570 GOTO Beep
6580 F34:   PRINTER IS 0
6590 PRINT "      ***** FOUT 34 **** De opgegeven seizoenlengte is meer dan
12 maanden"
6600 GOTO Beep
6610 F35:   PRINTER IS 0
6620 PRINT "      ***** FOUT 35 **** De begrenzing van de perioden valt buit
en 1950-2050"
6630 PRINTER IS 16
6640 GOTO Exit
6650 F36:   PRINTER IS 0
6660 PRINT "      ***** FOUT 36 **** Het aantal opgegeven jaren is onjuist [
max.6]"
6670 GOTO Beep
6680 Exit: RETURN
6690 Stop: PAUSE
6700      GOTO End

```

```

6710 ! !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!! EINDE VALIDATIEPROGRAMMA !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
6720 Fakt: !
6730 ! *****
6740 ! ***
6750 ! ***          Utrekenen leidingfactoren          ***
6760 ! ***
6770 ! *****
6780 FOR J=1 TO Numbui
6790 IF Buidia(J)=0 THEN 6890
6800 IF Buidia(J)>400 THEN 6850
6810          F0=.1695
6820          E0=.1255
6830          D0=5.2501
6840 GOTO 6880
6850          F0=.1645
6860          E0=.1244
6870          D0=5.1980
6880 Fak(J)=1000/SQR(Builen(J)/1000*E0*Bui kwa(J)^F0/(Buidia(J)/1000)^D0)
6890 NEXT J
6900 RETURN
6910 ! *****
6920 ! *****
6930 ! *****          ORDENEN VAN BUIZEN EN KNOPEN          *****
6940 ! *****
6950 ! *****
6960 Ordening: !
6970 FOR B=1 TO Numbui
6980   A=Buikn1(B)
6990   Y=Buikn2(B)
7000   FOR Z=1 TO Numkk1
7010     IF (A=Keer(Z,1)) AND (Y=Keer(Z,2)) THEN Verkno(A,16)=Y
7020     IF (A=Keer(Z,2)) AND (Y=Keer(Z,1)) THEN Verkno(A,16)=-Y
7030     IF (Y=Keer(Z,1)) AND (A=Keer(Z,2)) THEN Verkno(Y,16)=A
7040     IF (Y=Keer(Z,2)) AND (A=Keer(Z,1)) THEN Verkno(Y,16)=-A
7050   NEXT Z
7060   IF (Knosrt(A)>70) AND (Knosrt(Y)>70) THEN A
7070   IF (Knosrt(Y)>70) AND (Knosrt(A)>70) THEN A
7080   GOTO 7140
7090 A: Verkno(A,15)=Y
7100   Verkno(Y,15)=A
7110   Bui fak(A,14)=Fak(B)
7120   Bui fak(Y,14)=Fak(B)
7130   GOTO 7200
7140   Verkno(A,Verkno(A,1)+2)=Y
7150   Verkno(Y,Verkno(Y,1)+2)=A
7160   Bui fak(A,Verkno(A,1)+1)=Fak(B)
7170   Bui fak(Y,Verkno(Y,1)+1)=Fak(B)
7180   Verkno(A,1)=Verkno(A,1)+1
7190   Verkno(Y,1)=Verkno(Y,1)+1
7200 NEXT B
7210 RETURN
7220 End: PRINTER IS 16
7230 PRINT LIN(10),TAB(10),"INDIEN HET PROGRAMMA IS ONDERBROKEN DOOR EEN MO
DELFOUT"
7240 PRINT TAB(10)," VERVOLGEN MET ANTWOORD OVER "
7250 INPUT Ajaja$
7260 IF Ajaja$="OVER" THEN 7280
7270 GOTO 7310
7280 Ajaja$=" "
7290 Overdoen=Overdoen+1
7300 GOTO 140
7310 Einde: END
7320 ! ***  STANDAARD DIAMETERS  ***
7330 DATA 50,75,100,125,150,175,200,225,250,300,350,400,500,600,700,"*"
7340 ! ***  STANDAARD K-WAARDEN  ***
7350 DATA .02,.05,.1,.2,.5,1,2,5,"*"
7360 ! *****

```



```

*****
*
*   LIJST VAN FOUTEN EN WAARSCHUWINGEN IN HET BESTAND
*   FILENAAM VAN HET GETESTE BESTAND :NET2
*
*****

***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 7 - 8
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 7 - 8
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 8 - 9
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 3 - 6
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 34 - 5
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 34 - 5
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 3 - 12
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 4 - 7
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 5 - 11
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 11 - 12
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 11 - 30
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 30 - 22
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 12 - 13
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 17 - 18
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 14 - 16
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 15 - 16
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 10 - 29
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 15 - 19
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 19 - 37
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 23 - 39
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 22 - 23
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 22 - 23
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 23 - 24
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 2 - 33
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 33 - 32
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 33 - 34
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 32 - 5
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 32 - 11
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 15 **** De opgegeven diameter van buis 35 - 36
                    wykt af van de standaarddiameters.
***** FOUT 18 **** Aan knoop 9 zit maar een buis vast.(waarschuwing)
***** FOUT 18 **** Aan knoop 18 zit maar een buis vast.(waarschuwing)
***** FOUT 18 **** Aan knoop 25 zit maar een buis vast.(waarschuwing)
***** FOUT 18 **** Aan knoop 29 zit maar een buis vast.(waarschuwing)
***** FOUT 18 **** Aan knoop 31 zit maar een buis vast.(waarschuwing)

```

HOOFDPROGRAMMA

```

10  | -----
20  |
30  |           HOOFDPROGRAMMA  "ALEID"
40  |
50  | -----
60  |
70  |
80  |           PROGRAMMA VOOR LEIDINGNETBEREKENINGEN
90  |
100 |           DATUM  30-9-83 (WMD/WMZ/PWN)
110 | -----
120 |
130 |
140 |           Definiering van de algemene konstanten en de matrices
150 | -----
160 |
170 | -----
180 | OPTION BASE 1
190 |
200 |           Begin van dimensionering knoopmatrices
210 |
220 |           Maximaal toegestaan 100 knopen by een
230 |           centraal geheugen van 187Kb.
240 |           indien er meer of minder geheugen is dan
250 |           kunnen er ook naar verhouding meer of
260 |           minder knopen gebruikt worden.
270 |
280 | INTEGER Maxkno,Knosrt(100),Knonum(100),Verkno(100,16),Itrpad(100)
290 | REAL Knouvb(100,5),Knomvh(100),Knodsc(100),Knosub(100),Knouvb(100,6)
300 | REAL Buifak(100,16),A(100),P(100),Knonau(100)
310 | -----
320 |
330 |           Dimensionering knoopmatrices afgesloten
340 | -----
350 | -----
360 | -----
370 | -----
380 | -----
390 |           Begin van dimensionering buismatrices,
400 |           maximaal worden er 250 buizen toegestaan.
410 | -----
420 | -----
430 | INTEGER Maxbui,Buikn1(250),Buikn2(250)
440 | REAL Buideb(250),Buidv1(250),Buidgr(250),Buisne(250),Fak(250)
450 | REAL Builen(250),Buikwa(250),Buidia(250)
460 | -----
470 | -----
480 |           Einde van dimensionering buismatrices.
490 | -----
500 | -----
510 | INTEGER Maxurb,Numurb,Numkno,Seizln(5),Numbui,Ver(24,15),Jbegin,Jeind,Ubeg
in,Ueind,Keer(10,2)
520 | INTEGER Numpom,Numkro,Numper,Drkmin,Drkmax,Maxitr,I,J,T,Jc,Numkkl,Refdrk,R
efkno,Jaar(7),Uitu,L
530 | REAL Pomkro(50,8),Pomps(15,5),Qpomst(24,15),Ppp(12),Aa(12),Watertoren(50,5
)
540 | REAL Aaa(12),A1(12),Catsub(24,12),Rgbdia(50),Rgkwa(50),Groei(5,5),Pielek(
4,5),Na
550 | DIM Aan$(24,15)[3]
560 | OVERLAP
570 | PRINTER IS 16
580 | PRINT PAGE
581 | INPUT "Is het een nieuwe berekening van hetzelfde net (J/N)",Berekening$
590 | IF Berekening$[1,1]="J" THEN 620
600 | INPUT "Wat is de naam van het te berekenen netmodel ?",File$
610 | LINK File$,DataLabel
620 | Berekening$[1,1]=" "
630 | RESTORE
640 | Maxkno=100
650 | Maxbui=250
660 | Maxurb=5
670 | Rgknuv(1)=-20
680 | Rgknuv(2)=50
690 | Rgknvb(1)=-2000
700 | Rgknvb(2)=2000
710 | Rgknds(1)=0
720 | Rgknds(2)=150
730 | Rgbnlg(1)=0
740 | Rgbnlg(2)=30000
750 | Rgbmaxverh=10
760 | Numper=3
770 | Numurb=5
780 |

```

```

790 INPUT "Wilt u wijzigen in het netmodel",Antw$
800 IF (Antw$[1,1]="J") OR (Antw$[1,1]="j") THEN Wijzigen
810 GOTO Start
820 Wijzigen: PRINT LIN(6)
830 !
840 PRINT " *****"
850 PRINT " *****"
860 PRINT " ***** U kunt met de EDITOR-toets *****"
870 PRINT " ***** datagegevens wijzigen. *****"
880 PRINT " ***** EDIT 11300.EXECUTE Als u *****"
890 PRINT " ***** gereed bent,vervolg dan het *****"
900 PRINT " ***** programma door op CONTINUE *****"
910 PRINT " ***** te drukken. *****"
920 PRINT " *****"
930 PRINT " *****"
940 !
950 PAUSE
960 Start: PRINT
970 PRINT "Waar wilt u uw uitvoer hebben [Beeldscherm =0]"
980 PRINT " [Printer =1]"
990 INPUT Uitu
1000 PRINT PAGE
1010 ! *****
1020 ! *** ***
1030 ! *** INLEZEN STUURGEGEVENS ***
1040 ! ***
1050 ! *****
1060 READ Soort$
1070 IF Soort$="SIMPEL" THEN 1120
1080 READ Naam$,Maai$,Vast$,Refkno,Refdrk,Jbegin,Jeind,Ubegin,Ueind
1090 READ Watert$,Brand$,B$
1100 READ Aantalper,Aantalurb,Siflag$
1110 GOTO 1130
1120 READ Naam$,Maai$,Vast$,Refkno,Refdrk,B$,Aantalurb,Siflag$
1130 ! *****
1140 ! *** ***
1150 ! *** INLEZEN DATABESTAND ***
1160 ! ***
1170 ! *****
1180 L=K=1
1190 Numkno=Numbui=Numkkl=Numpom=0
1200 MAT Verkno=ZER
1210 Numurb=Aantalurb
1220 Nummer=Aantalper
1230 ! INLEZEN KNOOPGEGEVENS
1240 Mm=1
1250 FOR I=1 TO Maxkno
1260 READ Knonum(I),Knosrt(I),Knodsc(I),Knomvh(I)
1270 IF Siflag$="SI" THEN Knodsc(I)=Knodsc(I)/9.81
1280 IF (Knosrt(I)=73) OR (Knosrt(I)=72) OR (Knosrt(I)=71) THEN Vervolg5
1290 IF Knosrt(I)=2 THEN Vervolg5b
1300 IF Knosrt(I)=0 THEN Vervolg6
1310 FOR J=1 TO Numurb
1320 READ M$
1330 IF M$="*" THEN 1540
1340 Knourb(I,J)=VAL(M$)
1350 IF Siflag$="SI" THEN Knourb(I,J)=Knourb(I,J)*3.6
1360 NEXT J
1370 GOTO Vervolg6
1380 Vervolg5a:READ M$
1390 IF Knosrt(I)=73 THEN Numpom=Numpom+1
1400 IF Knosrt(I)=73 THEN Poms(Numpom,1)=I
1410 IF (M$="*") OR (M$="*****") THEN 1540
1420 IF (Knosrt(I)=73) AND (Soort$="POMPKROMME") THEN Poms(Numpom,3)=V
AL(M$)
1430 IF (Knosrt(I)=73) AND (Soort$="VERHOUDING") THEN Poms(Numpom,2)=V
AL(M$)
1440 GOTO Vervolg6
1450 Vervolg5b: READ M1$,M2$,M3$,M4$
1460 Watertoren(Mm,1)=I
1470 Watertoren(Mm,2)=VAL(M1$)
1480 Watertoren(Mm,3)=VAL(M2$)
1490 Watertoren(Mm,4)=VAL(M3$)
1500 Watertoren(Mm,5)=VAL(M4$)
1510 Mm=Mm+1
1520 Vervolg6:READ M$
1530 IF M$="*****" THEN Vervolg7a
1540 NEXT I
1550 Vervolg7a: Numkno=I
1560 IF Maai$(">")"J" THEN Vervolg8a
1570 FOR I=1 TO Numkno
1580 Knodsc(I)=Knodsc(I)+Knomvh(I)

```

```

1590         NEXT I
1600 !       INLEZEN BUISGEGEVENS
1610 Vervolg8a: FOR I=1 TO 1000
1620         READ Buikn1(I), Buikn2(I), Buidia(I), Builen(I), Buikwa(I)
1630         READ M$
1640         IF M$="" THEN Vervolg12a
1650         IF (M$="KEERKLEP") OR (M$="KEERKLEP*****") THEN Keerklep1
1660         GOTO Vervolg11a
1670 Keerklep1: Numkk1=Numkk1+1
1680         Keer(Numkk1,1)=Buikn1(I)
1690         Keer(Numkk1,2)=Buikn2(I)
1700         IF M$="KEERKLEP*****" THEN Vervolg13a
1710 Vervolg11a: IF M$="*****" THEN Vervolg13a
1720 Vervolg12a: Numbui=Numbui+1
1730         NEXT I
1740 Vervolg13a: Numbui=Numbui+1
1750 ! *****
1760 ! ***
1770 ! ***           BEREKENEN VAN LEIDINGFAKTOREN           ***
1780 ! ***
1790 ! *****
1800 GOSUB Fakt
1810 ! *****
1820 ! ***
1830 ! ***           ORDENEN VAN KNOPEN EN BUIZEN           ***
1840 ! ***
1850 ! *****
1860 GOSUB Ordening
1870 IF Soort$="SIMPEL" THEN Eenvoud
1880 !       INLEZEN UURVERDELING VAN DE VERBRUIKSKATEGORIEN
1890         FOR J=1 TO Numurb
1900           FOR I=1 TO 24
1910             READ Catsub(I,J)
1920           NEXT I
1930         READ M$
1940         NEXT J
1950 !       INLEZEN VAN DE SEIZOENLENGTE PER KATEGORIE IN MAANDEN
1960         FOR I=1 TO Numurb
1970           READ Seizln(I)
1980         NEXT I
1990         READ M$
2000 !       INLEZEN VAN INZETMATRIX VAN DE POMPSTATIONS
2010         IF (Numpom=1) AND (Poms(1,3)=0) THEN Vervolg20
2020         IF (Numpom=1) AND (Poms(1,3)<>0) THEN Vervolg18a
2030         FOR I=1 TO 24
2040           A=0
2050           READ Uur
2060           FOR J=1 TO Numpom
2070             READ Aan$(I,J)
2080             IF (Aan$(I,J)="+" ) OR (Aan$(I,J)="-" ) THEN Vervolg17b
2090             Ver(I,J)=VAL(Aan$(I,J))
2100             A=A+Ver(I,J)
2110 Vervolg17b: NEXT J
2120           READ M$
2130           IF A=0 THEN P$="POMPKROMME"
2140           NEXT I
2150           IF P$<>"POMPKROMME" THEN Vervolg20
2160 Vervolg18a: FOR I=1 TO 50
2170           FOR J=1 TO 8
2180             READ Pomkro(I,J)
2190           NEXT J
2200           READ M$
2210           IF M$="*****" THEN Vervolg19b
2220           NEXT I
2230 Vervolg19b: Numkro=I
2240 !       INLEZEN VAN DE KENMERKENDE JAREN
2250 Vervolg20: FOR I=1 TO Numper+1
2260           READ Jaar(I)
2270           NEXT I
2280           READ M$
2290           Jbasis=Jaar(1)
2300           T0=Jaar(2)-Jaar(1)
2310           T1=Jaar(3)-Jaar(1)
2320           T2=Jaar(4)-Jaar(1)
2330           T3=Jaar(5)-Jaar(1)
2340           T4=Jaar(6)-Jaar(1)
2350 !       INLEZEN VAN DE GROEIPERCENTAGES
2360         FOR I=1 TO Numper
2370           FOR J=1 TO Numurb
2380             READ Groei(I,J)
2390           NEXT J
2400           READ M$
2410           IF M$="" THEN 2430

```

```

2420         IF M$="*****" THEN 2450
2430         NEXT I
2440 !       INLEZEN ETMAALPIEKFAKTOR EN LEKVERLIESPERCENTAGE
2450 Eenvoud: FOR J=1 TO 2
2460         FOR I=1 TO Numvrb
2470           READ Pielek(J,I)
2480         NEXT I
2490         READ M$
2500         IF M$="*" THEN 2530
2510         IF M$="*****" THEN 2540
2520         GOTO 2610
2530         NEXT J
2540 !       INLEZEN MIN. DRUK-MAX. DRUK-AFBREEKNAUWKEURIGHEID-MAX. AANTAL ITERATIES
2550         READ Drkmin, Drkmax, Na, Maxitr, M$
2560         Na=.01*Na
2570 !       *****
2580 !       *
2590 !       *           HET INLEZEN IS GEREED
2600 !       *
2610 !       *****
2620 !
2630 Begin: !
2640 !       *****
2650 !       *
2660 !       *           OVERZICHT VAN DE BASISGEGEVENS
2670 !       *
2680 !       *****
2690 !
2700         GOSUB Basis
2710         Ja=Jbegin-Jbasis
2720         Jb=Jeind-Jbasis
2730         IF Soort$="SIMPEL" THEN Ja=Jb=Ubegin=Ueind=1
2740         FOR Jc=Ja TO Jb
2750           T=Ubegin
2760         !
2770 !       *****
2780 !       *
2790 !       *           -BEREKENEN VAN DE FAKTOR LEKVERLIES*GROEI
2800 !       *
2810 !       *****
2820 !
2830         FOR I=1 TO Numvrb
2840           Lek=1+.01*Pielek(2,I)
2850           IF Jc>T0 THEN Per2
2860 Per1:   Pielek(4,I)=Lek*(.01*(Groei(I,1)*Jc)+1)
2870           GOTO Volgende
2880 Per2:   IF Jc>T1 THEN Per3
2890           Pielek(4,I)=Lek*(.01*(Groei(I,1)*T0+Groei(I,2)*(Jc-T0))+1)
2900           GOTO Volgende
2910 Per3:   IF Jc>T2 THEN Per4
2920           Pielek(4,I)=Lek*(.01*(Groei(I,1)*T0+Groei(I,2)*(T1-T0)+Groei(I,
2930 3)*(Jc-T1))+1)
2940           GOTO Volgende
2950 Per4:   IF Jc>T3 THEN Per5
2960           Pielek(4,I)=Lek*(.01*(Groei(I,1)*T0+Groei(I,2)*(T1-T0)+Groei(I,
2970 3)*(T2-T1)+Groei(I,4)*(Jc-T2))+1)
2980           GOTO Volgende
2990 Per5:   Pielek(4,I)=Lek*(.01*(Groei(I,1)*T0+Groei(I,2)*(T1-T0)+Groei(I,
3000 3)*(T2-T1)+Groei(I,4)*(T3-T2)+Groei(I,5)*(Jc-T3))+1)
3010 Volgende: NEXT I
3020 !
3030 !       *****
3040 !       *
3050 !       *           BEREKENEN VAN DE VERBRUIKEN, NETITTERATIE EN UITVOER
3060 !       *
3070 !       *
3080 !       *
3090 !       *
3100 !       *****
3110 !
3120 !
3130         FOR T=Ubegin TO Ueind
3140           GOSUB Verbruik
3150           GOSUB Iteratie
3160           GOSUB Uitvoer
3170         NEXT T
3180 !
3190 !
3200 !
3210 !       *****
3220 !       *
3230 !       *           BEREKENEN VAN DE VERBRUIKEN, NETITTERATIE EN UITVOER
3240 !       *
3250 !       *
3260 !       *
3270 !       *
3280 !       *****
3290 !
3300 !
3310 !
3320 !
3330 !
3340 !
3350 !
3360 !
3370 !
3380 !
3390 !
3400 !
3410 !
3420 !
3430 !
3440 !
3450 !
3460 !
3470 !
3480 !
3490 !
3500 !
3510 !
3520 !
3530 !
3540 !
3550 !
3560 !
3570 !
3580 !
3590 !
3600 !
3610 !
3620 !
3630 !
3640 !
3650 !
3660 !
3670 !
3680 !
3690 !
3700 !
3710 !
3720 !
3730 !
3740 !
3750 !
3760 !
3770 !
3780 !
3790 !
3800 !
3810 !
3820 !
3830 !
3840 !
3850 !
3860 !
3870 !
3880 !
3890 !
3900 !
3910 !
3920 !
3930 !
3940 !
3950 !
3960 !
3970 !
3980 !
3990 !
4000 !
4010 !
4020 !
4030 !
4040 !
4050 !
4060 !
4070 !
4080 !
4090 !
4100 !
4110 !
4120 !
4130 !
4140 !
4150 !
4160 !
4170 !
4180 !
4190 !
4200 !
4210 !
4220 !
4230 !
4240 !
4250 !
4260 !
4270 !
4280 !
4290 !
4300 !
4310 !
4320 !
4330 !
4340 !
4350 !
4360 !
4370 !
4380 !
4390 !
4400 !
4410 !
4420 !
4430 !
4440 !
4450 !
4460 !
4470 !
4480 !
4490 !
4500 !
4510 !
4520 !
4530 !
4540 !
4550 !
4560 !
4570 !
4580 !
4590 !
4600 !
4610 !
4620 !
4630 !
4640 !
4650 !
4660 !
4670 !
4680 !
4690 !
4700 !
4710 !
4720 !
4730 !
4740 !
4750 !
4760 !
4770 !
4780 !
4790 !
4800 !
4810 !
4820 !
4830 !
4840 !
4850 !
4860 !
4870 !
4880 !
4890 !
4900 !
4910 !
4920 !
4930 !
4940 !
4950 !
4960 !
4970 !
4980 !
4990 !
5000 !
5010 !
5020 !
5030 !
5040 !
5050 !
5060 !
5070 !
5080 !
5090 !
5100 !
5110 !
5120 !
5130 !
5140 !
5150 !
5160 !
5170 !
5180 !
5190 !
5200 !
5210 !
5220 !
5230 !
5240 !
5250 !
5260 !
5270 !
5280 !
5290 !
5300 !
5310 !
5320 !
5330 !
5340 !
5350 !
5360 !
5370 !
5380 !
5390 !
5400 !
5410 !
5420 !
5430 !
5440 !
5450 !
5460 !
5470 !
5480 !
5490 !
5500 !
5510 !
5520 !
5530 !
5540 !
5550 !
5560 !
5570 !
5580 !
5590 !
5600 !
5610 !
5620 !
5630 !
5640 !
5650 !
5660 !
5670 !
5680 !
5690 !
5700 !
5710 !
5720 !
5730 !
5740 !
5750 !
5760 !
5770 !
5780 !
5790 !
5800 !
5810 !
5820 !
5830 !
5840 !
5850 !
5860 !
5870 !
5880 !
5890 !
5900 !
5910 !
5920 !
5930 !
5940 !
5950 !
5960 !
5970 !
5980 !
5990 !
6000 !
6010 !
6020 !
6030 !
6040 !
6050 !
6060 !
6070 !
6080 !
6090 !
6100 !
6110 !
6120 !
6130 !
6140 !
6150 !
6160 !
6170 !
6180 !
6190 !
6200 !
6210 !
6220 !
6230 !
6240 !
6250 !
6260 !
6270 !
6280 !
6290 !
6300 !
6310 !
6320 !
6330 !
6340 !
6350 !
6360 !
6370 !
6380 !
6390 !
6400 !
6410 !
6420 !
6430 !
6440 !
6450 !
6460 !
6470 !
6480 !
6490 !
6500 !
6510 !
6520 !
6530 !
6540 !
6550 !
6560 !
6570 !
6580 !
6590 !
6600 !
6610 !
6620 !
6630 !
6640 !
6650 !
6660 !
6670 !
6680 !
6690 !
6700 !
6710 !
6720 !
6730 !
6740 !
6750 !
6760 !
6770 !
6780 !
6790 !
6800 !
6810 !
6820 !
6830 !
6840 !
6850 !
6860 !
6870 !
6880 !
6890 !
6900 !
6910 !
6920 !
6930 !
6940 !
6950 !
6960 !
6970 !
6980 !
6990 !
7000 !
7010 !
7020 !
7030 !
7040 !
7050 !
7060 !
7070 !
7080 !
7090 !
7100 !
7110 !
7120 !
7130 !
7140 !
7150 !
7160 !
7170 !
7180 !
7190 !
7200 !
7210 !
7220 !
7230 !
7240 !
7250 !
7260 !
7270 !
7280 !
7290 !
7300 !
7310 !
7320 !
7330 !
7340 !
7350 !
7360 !
7370 !
7380 !
7390 !
7400 !
7410 !
7420 !
7430 !
7440 !
7450 !
7460 !
7470 !
7480 !
7490 !
7500 !
7510 !
7520 !
7530 !
7540 !
7550 !
7560 !
7570 !
7580 !
7590 !
7600 !
7610 !
7620 !
7630 !
7640 !
7650 !
7660 !
7670 !
7680 !
7690 !
7700 !
7710 !
7720 !
7730 !
7740 !
7750 !
7760 !
7770 !
7780 !
7790 !
7800 !
7810 !
7820 !
7830 !
7840 !
7850 !
7860 !
7870 !
7880 !
7890 !
7900 !
7910 !
7920 !
7930 !
7940 !
7950 !
7960 !
7970 !
7980 !
7990 !
8000 !
8010 !
8020 !
8030 !
8040 !
8050 !
8060 !
8070 !
8080 !
8090 !
8100 !
8110 !
8120 !
8130 !
8140 !
8150 !
8160 !
8170 !
8180 !
8190 !
8200 !
8210 !
8220 !
8230 !
8240 !
8250 !
8260 !
8270 !
8280 !
8290 !
8300 !
8310 !
8320 !
8330 !
8340 !
8350 !
8360 !
8370 !
8380 !
8390 !
8400 !
8410 !
8420 !
8430 !
8440 !
8450 !
8460 !
8470 !
8480 !
8490 !
8500 !
8510 !
8520 !
8530 !
8540 !
8550 !
8560 !
8570 !
8580 !
8590 !
8600 !
8610 !
8620 !
8630 !
8640 !
8650 !
8660 !
8670 !
8680 !
8690 !
8700 !
8710 !
8720 !
8730 !
8740 !
8750 !
8760 !
8770 !
8780 !
8790 !
8800 !
8810 !
8820 !
8830 !
8840 !
8850 !
8860 !
8870 !
8880 !
8890 !
8900 !
8910 !
8920 !
8930 !
8940 !
8950 !
8960 !
8970 !
8980 !
8990 !
9000 !
9010 !
9020 !
9030 !
9040 !
9050 !
9060 !
9070 !
9080 !
9090 !
9100 !
9110 !
9120 !
9130 !
9140 !
9150 !
9160 !
9170 !
9180 !
9190 !
9200 !
9210 !
9220 !
9230 !
9240 !
9250 !
9260 !
9270 !
9280 !
9290 !
9300 !
9310 !
9320 !
9330 !
9340 !
9350 !
9360 !
9370 !
9380 !
9390 !
9400 !
9410 !
9420 !
9430 !
9440 !
9450 !
9460 !
9470 !
9480 !
9490 !
9500 !
9510 !
9520 !
9530 !
9540 !
9550 !
9560 !
9570 !
9580 !
9590 !
9600 !
9610 !
9620 !
9630 !
9640 !
9650 !
9660 !
9670 !
9680 !
9690 !
9700 !
9710 !
9720 !
9730 !
9740 !
9750 !
9760 !
9770 !
9780 !
9790 !
9800 !
9810 !
9820 !
9830 !
9840 !
9850 !
9860 !
9870 !
9880 !
9890 !
9900 !
9910 !
9920 !
9930 !
9940 !
9950 !
9960 !
9970 !
9980 !
9990 !
10000 !

```

BEREKENING LEIDINGFACTOREN

```
3520 ! *****
3530 ! ***
3540 ! ***           Utrekenen leidingfactoren           ***
3550 ! ***
3560 ! *****
3570 Fakt: !
3580 FOR J=1 TO Numbui
3590 IF Buidia(J)=0 THEN 3690
3600 IF Buidia(J)>400 THEN 3650
3610             F0=.1695
3620             E0=.1255
3630             D0=5.2501
3640 GOTO 3680
3650             F0=.1645
3660             E0=.1244
3670             D0=5.1980
3680 Fak(J)=1000/SQR(Builen(J)/1000+E0*Buiqua(J)^F0/(Buidia(J)/1000)^D0)
3690 NEXT J
3700 RETURN
```

ORDENEN KNOPEN EN BUIZEN

```

3220 | *****
3230 | ***
3240 | ***                ORDENEN VAN BUIZEN EN KNOPEN                ***
3250 | ***
3260 | *****
3270 Ordening: !
3280   FOR B=1 TO Numbui
3290     A=Buikn1(B)
3300     Y=Buikn2(B)
3310       FOR Z=1 TO Numkk1
3320         IF (A=Keer(Z,1)) AND (Y=Keer(Z,2)) THEN Verkno(A,16)=Y
3330         IF (A=Keer(Z,2)) AND (Y=Keer(Z,1)) THEN Verkno(A,16)=-Y
3340         IF (Y=Keer(Z,1)) AND (A=Keer(Z,2)) THEN Verkno(Y,16)=A
3350         IF (Y=Keer(Z,2)) AND (A=Keer(Z,1)) THEN Verkno(Y,16)=-A
3360       NEXT Z
3370       IF (Knosrt(A)>70) AND (Knosrt(Y)>70) THEN A
3380       GOTO 3440
3390 A: Verkno(A,15)=Y
3400     Verkno(Y,15)=A
3410     Buifak(A,14)=Fak(B)
3420     Buifak(Y,14)=Fak(B)
3430     GOTO 3500
3440     Verkno(A,Verkno(A,1)+2)=Y
3450     Verkno(Y,Verkno(Y,1)+2)=A
3460     Buifak(A,Verkno(A,1)+1)=Fak(B)
3470     Buifak(Y,Verkno(Y,1)+1)=Fak(B)
3480     Verkno(A,1)=Verkno(A,1)+1
3490     Verkno(Y,1)=Verkno(Y,1)+1
3500   NEXT B
3510   RETURN

```

BEREKENING VAN DE WATERVERBRUIKEN

```

5290 ! *****
5300 ! *****
5310 ! ***** VERBRUIKEN BEREKENEN *****
5320 ! *****
5330 ! *****
5340 Verbruik: !
5350 REAL Q(10),H(5),Qsp
5360 MAT Knosub=ZER
5370 IF Soort$="SIMPEL" THEN Eenvoud2
5380 IF T=Ubegin THEN Eerste_uur
5390 GOSUB Volgend_uur
5400 GOTO Brand
5410 ! ***** BEREKENEN VAN DE VERBRUIKEN IN HET EERSTE UUR *****
5420 Eerste_uur: FOR K=1 TO Numvrb
5430 ! Piekfaktor = uurfaktor + etmaalpiek*12/seizoenlengte
5440 Pielek(3,K)=Catsub(T,K)*Pielek(1,K)*12/Seizln(K)
5450 NEXT K
5460 Qsp=0
5470 FOR J=1 TO Numkno
5480 FOR K=1 TO Numvrb
5490 Ap=Knosrt(J)
5500 IF (Ap=0) OR (Ap=2) OR (Ap=3) OR (Ap>70) THEN 5780
5510 IF Catsub(T,K)=0 THEN 5550
5520 ! Piekfaktor*basisverbruik
5530 H(K)=Pielek(3,K)*Knouvb(J,K)
5540 GOTO 5560
5550 H(K)=Pielek(1,K)*12/Seizln(K)*Knouvb(J,K)
5560 IF Ap=50 THEN S
5570 IF Ap=51 THEN S1
5580 IF Ap=52 THEN S2
5590 ! Piekfaktor*basisverbruik * groei-iekfaktor
5600 Q(K)=H(K)*Pielek(4,K)
5610 IF Catsub(T,K)=0 THEN 5650
5620 ! Som gemiddeld uurverbruik
5630 Q(K+5)=Q(K+5)+Q(K)/Catsub(T,K)
5640 GOTO Kk
5650 Q(K+5)=Q(K+5)+Q(K)
5660 GOTO Kk
5670 S1: Pielek(4,K)=1+.01*Pielek(2,K)
5680 S2: Q(K)=Pielek(1,K)*Knouvb(J,K)*Pielek(4,K)
5690 Knouvb(J,6)=Knouvb(J,6)+Q(K)
5700 IF K=Numvrb THEN Qsp=Qsp+Knouvb(J,6)
5710 Kk: Knosub(J)=Knosub(J)+Q(K)
5720 Knouvb(J,K)=Q(K) !Momentaan uurverbruik
5730 GOTO 5770
5740 S: Knosub(J)=Knosub(J)+Knouvb(J,K)
5750 Knouvb(J,6)=Knosub(J) !Momentaan = gemiddeld uurverbruik
5760 IF K=Numvrb THEN Qsp=Qsp+Knouvb(J,6)
5770 NEXT K
5780 NEXT J
5790 ! Etmaalsom van uurverbruiken per categorie
5800 FOR W=1 TO 24
5810 Catsub(W,6)=Catsub(W,1)*Q(6)
5820 Catsub(W,7)=Catsub(W,2)*Q(7)
5830 Catsub(W,8)=Catsub(W,3)*Q(8)
5840 Catsub(W,9)=Catsub(W,4)*Q(9)
5850 Catsub(W,10)=Catsub(W,5)*Q(10)
5860 Catsub(W,11)=Catsub(W,6)+Catsub(W,7)+Catsub(W,8)+Catsub(W,9)+Catsub(W,10)
5870 Catsub(W,12)=Catsub(W,11)+Qsp
5880 NEXT W
5890 GOTO 6000
5900 Eenvoud2: !
5910 FOR J=1 TO Numkno
5920 FOR K=1 TO Numvrb
5930 Knouvb(J,K)=Knouvb(J,K)*Pielek(1,K)
5940 Knosub(J)=Knosub(J)+Knouvb(J,K)
5950 Catsub(1,12)=Catsub(1,12)+Knosub(J)
5960 NEXT K
5970 NEXT J
5980 Knosub(Pomps(1,1))=-Catsub(1,12)
5990 GOTO Eenvoud3
6000 MAT Q=ZER

```



```

6010 Q1=Q2=Q3=Qsp=Pos=0
6020 IF P$="POMPKROMME" THEN 7130
6030 IF Numpom>1 THEN 6110
6040 ! Produktie naar een pompstation
6050 FOR W=1 TO 24
6060 Qpomst(W,1)=W
6070 Qpomst(W,3)=Catsub(W,12)
6080 NEXT W
6090 GOTO 6530
6100 ! Produktie over meerdere pompstations
6110 FOR W=1 TO 24
6120 FOR At=1 TO Numpom
6130 Qpomst(W,1)=W
6140 Qpomst(W,At+2)=Catsub(W,12)*Ver(W,At)/100
6150 NEXT At
6160 NEXT W
6170 FOR W=1 TO Numpom
6180 Pom=0
6190 IF Poms(W,2)=0 THEN 6290
6200 ! Verdeling waterinname van kelders over meerdere pompstations
6210 FOR Ww=1 TO 24
6220 IF Knosrt(Poms(W,2))>3 THEN 6250
6230 Pom=Pom+Qpomst(Ww,W+2)-Poms(W,3)
6240 GOTO 6260
6250 Pom=Pom+Qpomst(Ww,W+2)
6260 NEXT Ww
6270 Poms(W,4)=Pom
6280 Poms(W,5)=Pom/24
6290 NEXT W
6300 ! -----
6310 FOR W=1 TO Numpom
6320 IF Poms(W,2)=0 THEN 6360
6330 Pos=Poms(W,5)+Pos
6340 Knosub(Poms(W,2))=Poms(W,5)
6350 Knourb(Poms(W,2),1)=Knosub(Poms(W,2))
6360 NEXT W
6370 ! -----
6380 FOR Ww=1 TO 24
6390 Verh=0
6400 FOR W=1 TO Numpom
6410 IF Poms(W,2)<>0 THEN 6430
6420 Verh=Ver(Ww,W)+Verh
6430 NEXT W
6440 FOR W=1 TO Numpom
6450 IF Poms(W,2)<>0 THEN 6470
6460 Qpomst(Ww,W+2)=Ver(Ww,W)/Verh*Pos+Qpomst(Ww,W+2)
6470 NEXT W
6480 NEXT Ww
6490 ! -----
6500 FOR W=1 TO 24
6510 Catsub(W,12)=Catsub(W,12)+Pos
6520 NEXT W
6530 FOR W=1 TO Numpom
6540 Knosub(Poms(W,1))=-Qpomst(T,W+2)
6550 NEXT W
6560 NORMAL
6570 ! Toevoegen brandverbruik
6580 Brand: IF (Brand$<>"JA") AND(Brand$<>"Ja") THEN Po1
6590 INPUT "Waar wilt u een extra verbruikinbrengen en hoeveel",J,Qextra
6600 Catsub(T,12)=Catsub(T,12)+Qextra
6610 Knosub(J)=Knosub(J)+Qextra
6620 IF P$="POMPKROMME" THEN 7130
6630 INPUT "Hoeveel pompstations leveren dit verbruik",N
6640 FOR J=1 TO N
6650 INPUT "Pompstation_knoopno.,Percentage",Po,A
6660 FOR P=1 TO Numpom
6670 IF Poms(P,1)=Po THEN Qpomst(T,P+2)=Qpomst(T,P+2)+.01*A*Qextra
6680 NEXT P
6690 NEXT J
6700 !
6710 ! ***** OVERZICHT VAN DE AFZETTEN PER POMPSTATION *****
6720 !

```

```

6730 Pol:   IF T<>Ubegin THEN 7140
6740       ON Uitv+1 GOTO 6730,6760
6750       GOTO Klaar
6760       PRINTER IS 0
6770       GOTO 6810
6780       PRINTER IS 16
6790       WAIT 7000
6800       PRINT PAGE
6810       PRINT TAB(15);"De afzetten van de pompstations zijn van uur tot uur : "
6820       PRINT TAB(15);"De pompstations zijn gelegen in : "
6830       PRINT TAB(21);" Uur      ";RPT$("Knoop ",Numpom)
6840       PRINT
6850       PRINT TAB(28),
6860       FOR I=1 TO Numpom
6870       PRINT USING "#,XX,DDD,X";Pomps(I,1)
6880       NEXT I
6890       PRINT
6900       PRINT
6910       FOR W=1 TO 24
6920         PRINT USING 6930;W-1,W
6930         IMAGE #,(19X,DD,"-",DD,2X)
6940         FOR I=1 TO Numpom
6950         PRINT USING "#,XX,DDDD";Qpomst(W,I+2)
6960         NEXT I
6970         PRINT
6980       NEXT W
6990       PRINT TAB(28),RPT$("-----",Numpom)
7000       MAT Ppp=CSUM(Qpomst)
7010       PRINT USING 7020;"Totaal "
7020       IMAGE #,(16X,6A,4X)
7030       FOR I=1 TO Numpom
7040       PRINT USING "#,X,DDDDD";Ppp(I+2)
7050       NEXT I
7060       PRINT
7070       PRINT LIN(1);TAB(35);"-----00-----"
7080 Klaar: IF Uitv=1 THEN 7130
7090 DISP " Voor verdere uitvoer op continue drukken"
7100 PAUSE
7110 Eenvoud3: !
7120 DISP
7130 PRINT PAGE
9790 ! *****
9800 ! ***
9810 ! ***          VERBRUIKEN VAN VOLGENDE UREN          ***
9820 ! ***
9830 ! *****
9840 Volgend_uur: !
9850 MAT Knosub=ZER
9860 FOR J=1 TO Numkno
9870   FOR K=1 TO Numvrb
9880     A=Knosrt(J)
9890     IF (A=0) OR (A=2) OR (A=3) THEN 10030
9900     IF A=50 THEN 10020
9910     IF (A=51) OR (A=52) THEN 10020
9920     IF Catsub(T-1,K)=0 THEN 9990
9930 ! Momentsaan verbruik = verbruik vorig uur * uurpiek/uurpiek vorig uur
9940   Knouvb(J,K)=Knouvb(J,K)*Catsub(T,K)/Catsub(T-1,K)
9950   Knosub(J)=Knosub(J)+Knouvb(J,K)
9960   GOTO 10030
9970 ! Als uurpiek vorig uur =0 dan Momentsaan verbruik
9980 ! =basisverbruik*etmaalpiek*groei/lekfaktor*seizoenkorr.*uurpiek
9990   Knouvb(J,K)=Knouvb(J,K)*Pielek(1,K)*Pielek(2,K)*12/Seizln(K)*Catsub(T,
K)
10000   Knosub(J)=Knosub(J)+Knouvb(J,K)
10010   GOTO 10030
10020   Knosub(J)=Knosub(J),6)
10030   NEXT K
10040 NEXT J
10050 RETURN

```

BEPALING ITERATIEVOLGORDE KNOPEN

```

10060 ! *****
10070 ! ***
10080 ! *** Het maken van het iteratiepad ***
10090 ! ***
10100 ! *****
10110 Pad: !
10120 Kk=1
10130 K=0
10140 MAT A=KnoSub
10150 FOR J=1 TO Numkno
10160 IF Knosrt(J)=80 THEN 10180
10170 GOTO 10200
10180 Itrpad(Kk)=J
10190 Kk=Kk+1
10200 NEXT J
10210 FOR J=1 TO Numkno
10220 IF (Knosrt(J)=73) OR (Knosrt(J)=4) OR (Knosrt(J)=72) THEN 10240
10230 GOTO 10260
10240 Itrpad(Kk)=J
10250 Kk=Kk+1
10260 NEXT J
10270 Kk=Kk-1
10280 FOR J=1 TO Numkno
10290 IF (A(J)<>0) OR (Knosrt(J)=4) OR (Knosrt(J)=73) OR (Knosrt(J)=72) OR (K
nosrt(J)=80) THEN Aa
10300 K=K+1
10310 P(K)=J
10320 Aa:NEXT J
10330 FOR J=1 TO K
10340 Itrpad(Numkno-K+J)=P(J)
10350 NEXT J
10360 FOR I=Kk+1 TO Numkno-K
10370 B=-10000
10380 FOR J=1 TO Numkno
10390 IF (A(J)>B) AND (A(J)<>0) THEN 10410
10400 GOTO 10430
10410 B=A(J)
10420 K=J
10430 NEXT J
10440 A(K)=0
10450 Itrpad(I)=K
10460 NEXT I
10470 RETURN

```

NETITERATIE

```

7140 !
7150 ! *****
7160 ! ***
7170 ! *** NETITERATIE ***
7180 ! ***
7190 ! *****
7200 Iteratie: !
7210 PRINTER IS 16
7220 S=1
7230 S1=5
7240 GOSUB Pad
7250 MAT Knonau=ZER
7260 FOR G=1 TO Maxitr
7270 E=D=Da=0
7280 FOR J=1 TO Numkno
7290 D=E=0
7300 L=Itrpad(J)
7310 IF (S=2) AND (ABS(Knonau(L))<Na) AND (Knosrt(L)<71) THEN 8190
7320 IF (S=4) AND (ABS(Knonau(L))<Na) AND (Knosrt(L)<71) THEN 8190
7330 IF Knosrt(L)=71 THEN 8190
7340 X=Verkno(L,15) ! Plaats pers/zuigknoop in netverband
7350 Y=Verkno(L,16) ! Plaats eindpunt buis met keerklep
7360 FOR I=1 TO Verkno(L,1)
7370 Aaa(I)=Knodsc(L)-Knodsc(Verkno(L,I+1))
7380 Aa(I)=ABS(Aaa(I))
7390 A1(I)=SQR(Aa(I))
7400 IF (X=0) AND (Y=0) THEN 7430
7410 IF (Y<0) AND (Verkno(L,I+1)=ABS(Y)) AND (Aaa(I)>0) THEN A1(I)=0 ! Ke
erklep
7420 IF (Y>0) AND (Verkno(L,I+1)=ABS(Y)) AND (Aaa(I)<0) THEN A1(I)=0 ! Ke
erklep
7430 NEXT I
7440 IF X=0 THEN 7470
7450 IF (Knosrt(L)>70) AND (Knosrt(X)>70) THEN GOSUB Pomp ! Dus pompbuis
7460 GOTO 8190
7470 IF (Watert$="J") AND (Knosrt(L)=2) THEN Water
7480 GOTO 7630
7490 Water: FOR I=1 TO Maxkno
7500 IF L=Watertoren(I,1) THEN Water1
7510 GOTO 7610
7520 Water1: Keus$="J"
7521 Versch=Knodsc(L)-Watertoren(I,2)-Knomvh(L)
7522 IF Knodsc(L)-Knomvh(L)<Watertoren(I,4) THEN Versch=Watertoren(I,4)
-Watertoren(I,2)
7523 IF Knodsc(L)-Knomvh(L)>Watertoren(I,5) THEN Versch=Watertoren(I,5)
-Watertoren(I,2)
7540 Knosub(L)=Watertoren(I,3)*Versch
7580 D=Watertoren(I,3)
7581 PRINT Versch,Knosub(L)
7590 E=0
7600 GOTO 7640
7610 NEXT I
7620 ! GOTO 8230
7630 D=E=0

```

```

7640     FOR I=1 TO Verkno(L,1)
7650     IF A1(I)=0 THEN 7690
7660     Ast=Buifak(L,I)/A1(I)
7670     E=E-Ast*Aaa(I)                ! E is de stroming in de bui
zen
7680     D=D+Ast                        ! D is de teller
7690     NEXT I
7700     IF D=0 THEN 8200
7710     Tel=E-Knosub(L)                ! Tel is rest Q in de knoop
7720     De=2.1*Tel/D                  ! De is de korrekctie v/d dr
uk
7730     FOR I=1 TO Verkno(L,1)
7740     M=Aaa(I)
7750     IF M=0 THEN 7770
7760     IF ABS(De/M)>.1 THEN 7850
7770     NEXT I
7780     GOTO 8030
7790     ! -----
7800     ! Start korrekctie op reeks van Taylor indien de knoop-
7810     ! korrekctie ( De ) >.1*Drukverlies ( M ) in een van de buizen !
7820     ! van de knoop die beschouwd wordt .
7830     ! Allen de teller wordt opnieuw aangemaakt ( D )
7840     ! -----
7850     D=0
7860     Az=ABS(De)
7870     FOR I=1 TO Verkno(L,1)
7880     B=Aaa(I)+De
7890     IF A1(I)=0 THEN 8000
7900     IF Az<.1*Aa(I) THEN 7990
7910     IF Aaa(I)>0 THEN 7940
7920     IF De>Aa(I) THEN 7950
7930     GOTO 7970
7940     IF B>0 THEN 7970
7950     D=D+Buifak(L,I)*(SQR(ABS(B))+A1(I))/Az
7960     GOTO 8000
7970     D=D+Buifak(L,I)*ABS(SQR(ABS(B))-A1(I))/Az
7980     GOTO 8000
7990     D=D+Buifak(L,I)/(2.1*A1(I))
8000     NEXT I
8010     De=Tel/D
8020     !
8030     Korrekctie: ! Vast houden van de grootste korrekctie in het net
8040     K=ABS(De)                ! Da is de.grootste korrekctie
8050     IF K<Da THEN 8080
8060     Da=K
8070     Kn=L
8080     D1=Knonau(L)                ! D1 is korrekctie vorige iteratie
8090     Knonau(L)=De                ! De is de nieuwe korrekctie
8100     IF Knosrt(L)>70 THEN 8180    ! By een pomp geen versnelling
8110     IF (D1=0) OR (S<S1) THEN 8180
8120     A=De/D1
8130     IF ABS(A)>8 THEN 8180
8140     IF A<0 THEN 8170
8150     De=De*(2.6*2^(-A)+.7)
8160     GOTO 8180
8170     De=De*(.3*2^A+.7)
8180     Knodsc(L)=Knodsc(L)+De
8190     !
8200     NEXT J
8210     IF Da<Na THEN 8270
8220     S=S+1
8230     IF S>S1 THEN S=1
8240     PRINTER IS 16
8250     PRINT G,Kn,Da
8260     NEXT G
8270     RETURN

```

POMPITERATIE

```

10480 ! *****
10490 ! ***
10500 ! ***          POMPKROMMEN ITERATIE          ***
10510 ! ***
10520 ! *****
10530 Pump: !
10540 D=E=Ad=Qs=Bs=0
10550     FOR I=1 TO Verkno(L,1)
10560     IF A1(I)=0 THEN 10600
10570     Ad=Buifak(L,I)/A1(I)
10580     E=E-Ad*Aaa(I)          ! Som Q in de knoop
10590     D=D+Ad                ! D is de noemer
10600     NEXT I
10610 Qs=ABS(E)                ! Uitgaande hoeveelheid persknoop
10620     FOR I=1 TO 15
10630     Ad=Pomps(I,1)
10640     Ag=Pomps(I,3)
10650     IF (Ad=0) OR (Ag=0) THEN 10740
10660     IF (Knosrt(Ad)=73) AND (Ad=L) AND (Knosrt(Ag)=71) THEN 10720
10670     IF (Knosrt(Ad)=73) AND (Ag=L) AND (Knosrt(Ag)=72) THEN Bs=1
10680     IF (Knosrt(Ad)=73) AND (Ag=L) AND (Knosrt(Ag)=72) THEN 10720
10690     IF (Knosrt(Ad)=73) AND (Ad=L) AND (Knosrt(Ag)=72) THEN Bs=2
10700     IF (Knosrt(Ad)=73) AND (Ad=L) AND (Knosrt(Ag)=72) THEN 10720
10710     GOTO 10740
10720     Nrr=K1=I
10730     GOTO 10770
10740     NEXT I
10750 !
10760 ! ***** Dit is de test of er in de pompbuis een pomp werkt of niet ***
*
10770 IF Aan$(T,K1)="+" THEN 10900
10780 ! ***** Een "+" betekent wel en een "-" betekent niet in werking
10790 !
10800 Ad=Knodsc(L)-Knodsc(Verkno(L,15))          ! Ad is het drukverlies in
10810 IF Ad=0 THEN Ad=.01                        ! de pompbuis als hy niet werkt
10820 IF Knosrt(Verkno(L,15))=71 THEN 10860     ! Pompstation
10830 Ag=SQR(ABS(Ad))
10840 E=E-Buifak(L,14)*Ad/Ag
10850 D=D+Bui fak(L,14)/Ag
10860 De=2.1*E/D
10870 E=D=Knosvb(L)=0
10880 Knodsc(L)=Knodsc(L)+De                    ! Als de pomp niet werkt is de
10890 GOTO Uit                                  ! bewerking klaar.
10900     Qs=ABS(E)
10910     IF (Bs=0) OR (Bs=2) THEN 11010
10920     IF (Knosrt(L)=73) AND (Knosrt(Verkno(L,15))=71) THEN 11010
10930     FOR I=1 TO 15
10940     IF Pomps(I,3)=0 THEN 11000
10950     IF (Knosrt(Pomps(I,3))=72) AND (L=Pomps(I,3)) THEN 10970
10960     GOTO 11000
10970     K=Pomps(I,4)
10980     IF K=0 THEN 11010
10990     GOTO 11140
11000     NEXT I
11010     FOR K=1 TO Numkro
11020     IF Pomkro(K,1)-L=0 THEN 11040
11030     GOTO 11050
11040     IF (Pomkro(K,3)-ABS(Qs)<0) AND (Pomkro(K,4)-ABS(Qs)>0) THEN 110
60
11050     NEXT K
11060 IF Bs=0 THEN 11140
11070 IF Bs=1 THEN 11140
11080     FOR I=1 TO 15
11090     IF Pomps(I,1)=L THEN 11110
11100     GOTO 11130
11110     Pomps(I,4)=K
11120     GOTO 11140

```

```

11130         NEXT I
11140 Ca=Pomkro(K,5)
11150 Ba=Pomkro(K,6)
11160 Cb=Pomkro(K,7)
11170 Poms(Nrr,5)=Pomkro(K,2)
11180 Rr=-Ba/(2*Ca)
11190 Ddd=Knodsc(L)-Knodsc(Verkno(L,15))
11200 Dd=ABS(Ddd)
11210 IF Knosrt(L)=73 THEN Ddd=Dd
11220 IF Knosrt(L)=72 THEN Ddd=-Dd
11230 Dh=ABS(Ba^2/4-Ca*(Cb-Dd))
11240 Aq=SQR(Dh)/Ca
11250 E1=Rr+Aq
11260 E2=Rr-Aq
11270 !
11280 Ad=ABS(Ca*E1^2+Ba*E1+Cb-Dd)-.1
11290 Ae=ABS(Ca*E2^2+Ba*E2+Cb-Dd)-.1
11300 Ag=3.5*Pomkro(K,4)
11310 Knosub(L)=0
11320 IF (Ae<0) AND (E1>0) AND (E2>0) AND (E1<Ag) AND (E1<E2) THEN 11370
11330 IF (Ae<0) AND (E1>0) AND (E2>0) AND (E2<Ag) AND (E1<E2) THEN 11350
11340 GOTO 11380
11350 Knosub(L)=ABS(E2)
11360 GOTO 11380
11370 Knosub(L)=ABS(E1)
11380 IF (Ad<0) AND (E2<0) AND (E1>0) AND (E1<Ag) THEN Knosub(L)=ABS(E1)
11390 IF (Ae<0) AND (E1<0) AND (E2>0) AND (E2<Ag) THEN Knosub(L)=ABS(E2)
11400 IF (Ad<0) AND (E1>0) AND (E2>0) AND (E2<E1) AND (E2<Ag) THEN 11420
11410 GOTO 11430
11420 Knosub(L)=ABS(E1)
11430 IF Ddd<0 THEN Knosub(L)=-Knosub(L)
11440 E=E+Knosub(L)
11450 D=D+1/SQR(Dh)
11460 De=2.1*E/D
11470 IF (Pomkro(K,8)=-1) AND (Knosub(L)<>0) THEN De=-.3*De
11480 Knodsc(L)=Knodsc(L)+De
11490 Ad=ABS(Knodsc(L)-Knodsc(Verkno(L,15)))-Pomkro(K,7)
11500 Ag=ABS(Knodsc(Verkno(L,15))-Knodsc(L))-Pomkro(K,7)
11510 IF Knosrt(L)=73 THEN 11530
11520 IF Knosrt(L)=72 THEN 11640
11530 IF (Ad>0) AND (Knodsc(Verkno(L,15))=72) THEN 11550
11540 GOTO 11560
11550 Knodsc(L)=Knodsc(Verkno(L,15))+Pomkro(K,7)-1.52
11560 IF (Ad>0) AND (Knodsc(Verkno(L,15))=71) AND (Pomkro(K,8)<>1) THEN 1158
0
11570 GOTO 11590
11580 Knodsc(L)=Pomkro(K,7)+Knosub(L)-1.5
11590 IF (Ad<0) AND (Knodsc(Verkno(L,15))=71) AND (Pomkro(K,8)=1) THEN 1161
0
11600 GOTO 11630
11610 Knodsc(L)=Knosub(L)+Pomkro(K,7)+1.5
11620 Knosub(L)=.9*Pomkro(K,3)
11630 GOTO 11700
11640 IF Ag>0 THEN Knodsc(L)=Knodsc(Verkno(L,15))-Pomkro(K,7)+1.5
11650 FOR I=1 TO 15
11660 IF (L=Poms(I,1)) OR (L=Poms(I,3)) THEN 11690
11670 NEXT I
11680 GOTO 11740
11690 Kr=I
11700 PRINT USING 11720;L,Knosub(L),ABS(Knodsc(L)-Knodsc(Verkno(L,15)))
11710 PRINT USING 11730;Poms(Nrr,5),Qs
11720 IMAGE #,"Pompknoop ", X,6D ,X," :",2X,DDDD.D," m3/h",2X,"by ",DDD.D
11730 IMAGE " m opvoerhoogte",2X,DD,2X,DDDDD
11740 E=D=Qs=0
11750 Knosub(L)=-Knosub(L)
11760 Uit: !
11770 RETURN
11780 END
11790 Datalabel: !

```

BASISGEGEVENSUITVOER ALSMEDE LEVERINGEN VAN DE
POMPSTATIONS

```

3710 ! *****
3720 ! ****                                     ****
3730 ! **** Uitvoer van de basisgegevens van de berekening ****
3740 ! ****                                     ****
3750 ! *****
3760 Basis: !
3770 ON Uitv+1 GOTO 3780,3800
3780 PRINTER IS 16
3790 GOTO 3810
3800 PRINTER IS 0
3810 PRINT TAB(15);RPT$("-",45+LEN(Naam#))
3820 PRINT TAB(15);" | Dit is een berekening van het leidingnet ";Naam#;" |"
3830 PRINT TAB(15);RPT$("-",45+LEN(Naam#));LIN(3)
3840 PRINT TAB(15);"De basisgegevens van ";Naam#;" zijn : "
3850 PRINT LIN(1),TAB(15);"Het aantal knopen is          ";Numkno
3860 PRINT TAB(15);"Het aantal buizen is          ";Numbui
3870 PRINT TAB(15);"Het aantal pompstations is :";Numpom
3880 PRINT TAB(15);"De pompstations en de kelders zijn gelegen in knoop : "
3890 FOR J=1 TO Numpom
3900 A=Poms(J,1)
3910 Y=Poms(J,2)
3920 PRINT USING 3930;A;Y
3930 IMAGE 22X,DD,12X,DD
3940 NEXT J
3950 IF Vast$<>"JA" THEN 4020
3960 IF Siflag$="SI" THEN 4000
3970 PRINT TAB(15);"In knoop";Refkno;"wordt een vaste druk gehandhaafd van ";
3980 PRINT Refdrk;"muk"
3990 GOTO 4020
4000 PRINT TAB(15);"In knoop";Refkno;"wordt een vaste druk gehandhaafd van ";
4010 PRINT Refdrk*10;"kPa"
4020 IF Soort$="SIMPEL" THEN 4210
4030 PRINT TAB(15);"De berekening wordt uitgevoerd van ";Jbegin;"tot ";Jeind
4040 PRINT TAB(15);"Vanaf het";Ubegin;"e tot het";Ueind;"e uur"
4050 PRINT TAB(15);"De prognoseperioden lopen van "
4060 IF Numper=0 THEN Eenvoud1
4070 ON Numper GOTO 4080,4100,4120,4150,4180
4080 PRINT TAB(15);Jaar(1);"tot";Jaar(2)
4090 GOTO 4210
4100 PRINT TAB(15);Jaar(1);"tot";Jaar(2);" ";Jaar(2);"tot";Jaar(3)
4110 GOTO 4210
4120 PRINT TAB(15);Jaar(1);"tot";Jaar(2);" ";Jaar(2);"tot";Jaar(3);
4130 PRINT " ";Jaar(3);"tot";Jaar(4)
4140 GOTO 4210
4150 PRINT TAB(15);Jaar(1);"tot";Jaar(2);" ";Jaar(2);"tot";Jaar(3);" ";
4160 PRINT Jaar(3);"tot";Jaar(4);" ";Jaar(4);"tot";Jaar(5)
4170 GOTO 4210
4180 PRINT TAB(15);Jaar(1);"tot";Jaar(2);" ";Jaar(2);"tot";Jaar(3);" ";
4190 PRINT Jaar(3);"tot";Jaar(4);" ";Jaar(4);"tot";Jaar(5);
4200 PRINT " ";Jaar(5);"tot";Jaar(6)
4210 Eenvoud1: IF Numurb>1 THEN 4240
4220 PRINT TAB(15);"Het verbruik is samengevat in een verbruikskategorie"
4230 GOTO 4250
4240 PRINT TAB(15);"Het verbruik is verdeeld in";Numurb;"verbruikskategorien"
4250 IF Soort$="SIMPEL" THEN 4680
4260 Pr$="%"
4270 ON Numurb GOTO 4280,4350,4420,4510,4600
4280 PRINT TAB(15);"          Kat.1"
4290 PRINT TAB(15);"Groei          : "
4300 FOR J=1 TO Numper
4310 PRINT USING 4330;Jaar(J),Jaar(J+1),Groei(J,1),Pr$
4320 NEXT J
4330 IMAGE 15X,DDDD,"-",DDDD,X,DZ,DD,X,A
4340 GOTO 4690
4350 PRINT TAB(15);"          Kat.1   Kat.2"
4360 PRINT TAB(15);"Groei          : "
4370 FOR J=1 TO Numper
4380 PRINT USING 4400;Jaar(J),Jaar(J+1),Groei(J,1),Pr$,Groei(J,2),Pr$
4390 NEXT J
4400 IMAGE 15A,DDDD,"-",DDDD,X,DZ,DD,X,A,3X,DZ,DD,X,A
4410 GOTO 4690
4420 PRINT TAB(15);"          Kat.1   Kat.2   Kat.3"
4430 PRINT TAB(15);"Groei          : "
4440 FOR J=1 TO Numper
4450 PRINT USING 4480;Jaar(J),Jaar(J+1),Groei(J,1),Pr$,Groei(J,2),Pr$
4460 PRINT USING 4490;Groei(J,3),Pr$
4470 NEXT J

```



```

4480 IMAGE # 15X, DDDD, "-", DDDD, X, DZ. DD, X, A, 3X, DZ. DD, X, A, 3X
4490 IMAGE DZ. DD, X, A
4500 GOTO 4690
4510 PRINT TAB(15); "          Kat.1    Kat.2    Kat.3    Kat.4"
4520 PRINT TAB(15); "Groei      : "
4530 FOR J=1 TO Numper
4540   PRINT USING 4570; Jaar(J), Jaar(J+1), Groei(J, 1), Pr$, Groei(J, 2), Pr$
4550   PRINT USING 4580; Groei(J, 3), Pr$, Groei(J, 4), Pr$
4560 NEXT J
4570 IMAGE #, 15X, DDDD, "-", DDDD, X, DZ. DD, X, A, 3X, DZ. DD, X, A, 3X
4580 IMAGE DZ. DD, X, A, 3X, DZ. DD, X, A
4590 GOTO 4690
4600 PRINT TAB(15); "          Kat.1    Kat.2    Kat.3    Kat.4    Kat.5"
4610 PRINT TAB(15); "Groei      : "
4620 FOR J=1 TO Numper
4630   PRINT USING 4660; Jaar(J), Jaar(J+1), Groei(J, 1), Pr$, Groei(J, 2), Pr$
4640   PRINT USING 4670; Groei(J, 3), Pr$, Groei(J, 4), Pr$, Groei(J, 5)
4650 NEXT J
4660 IMAGE #, 15X, DDDD, "-", DDDD, X, DZ. DD, X, A, 3X, DZ. DD, X, A, 3X
4670 IMAGE DZ. DD, X, A, 3X, DZ. DD, X, A, 3X, DZ. DD, X, A
4680 PRINT
4690 ON Numurb GOTO 4700, 4740, 4780, 4840, 4900
4700 PRINT TAB(15); "Lekverlies :"; Pielek(2, 1); "%
4710 PRINT TAB(15); "Piekfaktor :"; Pielek(1, 1)
4720 PRINT
4730 GOTO 4950
4740 PRINT TAB(15); "Lekverlies :"; Pielek(2, 1); "%      "; Pielek(2, 2); "%
4750 PRINT TAB(15); "Piekfaktor :"; Pielek(1, 1); "      "; Pielek(1, 2)
4760 PRINT
4770 GOTO 4950
4780 PRINT TAB(15); "Lekverlies :"; Pielek(2, 1); "%      "; Pielek(2, 2); "%      ";
4790 PRINT Pielek(2, 3); "%
4800 PRINT TAB(15); "Piekfaktor :"; Pielek(1, 1); "      "; Pielek(1, 2); "      ";
4810 PRINT Pielek(1, 3)
4820 PRINT
4830 GOTO 4950
4840 PRINT TAB(15); "Lekverlies :"; Pielek(2, 1); "%      "; Pielek(2, 2); "%      ";
4850 PRINT Pielek(2, 3); "%      "; Pielek(2, 4); "%
4860 PRINT TAB(15); "Piekfaktor :"; Pielek(1, 1); "      "; Pielek(1, 2); "      ";
4870 PRINT Pielek(1, 3); "      "; Pielek(1, 4)
4880 PRINT
4890 GOTO 4950
4900 PRINT TAB(15); "Lekverlies :"; Pielek(2, 1); "%      "; Pielek(2, 2); "%      ";
4910 PRINT Pielek(2, 3); "%      "; Pielek(2, 4); "%      "; Pielek(2, 5); "%
4920 PRINT TAB(15); "Piekfaktor :"; Pielek(1, 1); "      "; Pielek(1, 2); "      ";
4930 PRINT Pielek(1, 3); "      "; Pielek(1, 4); "      "; Pielek(1, 5)
4940 PRINT
4950 IF Vast$="JA" THEN 5020
4960 IF Siflag$="SI" THEN 5000
4970 PRINT TAB(15); "De max. netdruk is      "; Drkmax; " muk. en de min. netdruk is "
;
4980 PRINT Drkmin; " muk"
4990 GOTO 5020
5000 PRINT TAB(15); "De max. netdruk is      "; Drkmax*10; " kPa. en de min. netdruk"
;
5010 PRINT " is "; Drkmin*10; " kPa"
5020 PRINT TAB(15); "Na "; Maxitr; " iteraties of bij een drukverandering van minde
r dan "; PROUND(100*Na, 0); " cm"
5030 PRINT TAB(15); "wordt het rekenproces afgebroken"
5040 PRINT LIN(1)
5050 IF P<>"POMPKROMME" THEN 5230
5060 PRINT LIN(3)
5070 PRINT TAB(10); RPT$("-", 58)
5080 PRINT TAB(10); " | De basisgegevens van de pompstations zijn:      ";
5090 PRINT " |"
5100 PRINT TAB(5); RPT$("-", 73)
5110 PRINT TAB(5); " |      |      |      |      |"
5120 PRINT "      A*Q^2+B*Q+C      |      |"
5130 PRINT TAB(5); " | perskn. | pompno | Qmin | Qmax | A*1000 |";
5140 PRINT "      B*100 | C      |"
5150 PRINT TAB(5); RPT$("-", 73)
5160 FOR J=1 TO Numkro
5170 PRINT USING 5210; Pomkro(J, 1), Pomkro(J, 2), Pomkro(J, 3), Pomkro(J, 4)
5180 PRINT USING 5220; Pomkro(J, 5)*1000, Pomkro(J, 6)*100, Pomkro(J, 7)
5190 NEXT J
5200 PRINT TAB(5); RPT$("-", 73)
5210 IMAGE #, 4X, " |", 4X, DDD, 2X, " |", 4X, DDDD, 2X, " |", 2X, DDDD, 2X, " |", 2X, DDDDD, 2X, " |"
5220 IMAGE X, DDDZ. DDD, X, " |", 2X, DDZ. DD, 2X, " |", 2X, DDZ. DD, 2X, " |"
5230 IF Uitv=1 THEN 5270
5240 DISP "Voor verdere uitvoer op continue drukken"
5250 PAUSE
5260 DISP
5270 PRINT LIN(1)
5280 RETURN

```

UITVOER KNOOP- EN BUISGEGEVENS

```

8280 ! *****
8290 ! ***                                     ***
8300 ! ***           UITVOER VAN DE REKENRESULTATEN           ***
8310 ! ***                                     ***
8320 ! *****
8330 Uitvoer: !
8340 ! ***** UITVOER VAN DE KNOOPGEGEVENS *****
8350 !
8360 IF Uitv=0 THEN 8390
8370 PRINTER IS 0
8380 GOTO 8400
8390 PRINTER IS 16
8400 IF Maai$(1,1)<>"J" THEN 8460
8410 PRINT "Dit zijn drukken t.o.v.maaiveld"
8420 FOR I=1 TO Numkno
8430   Knodsc(I)=Knodsc(I)-Knomvh(I)
8440   NEXT I
8450   GOTO 8470
8460   PRINT "Dit zijn drukken t.o.v.N.A.P."
8470   IF P$="POMPKROMME" THEN 8610
8480   IF Vast$(1,1)="J" THEN 8570
8490   Ay=900
8500   FOR I=1 TO Numkno
8510     IF Knodsc(I)<Ay THEN Ay=Knodsc(I)
8520   NEXT I
8530   FOR I=1 TO Numkno
8540     Knodsc(I)=Knodsc(I)+(Drkmin-Ay)
8550   NEXT I
8560   GOTO 8610
8570   Versch=Knodsc(Refkno)-Refdrk
8580   FOR I=1 TO Numkno
8590     Knodsc(I)=Knodsc(I)-Versch
8600   NEXT I
8610   IF Uitv=0 THEN 8640
8620   PRINTER IS 0
8630   GOTO 8650
8640   PRINTER IS 16
8650   Bok=1
8660   Onk=40
8670   PRINT LIN(2),RPT$("-",75)
8680   GOTO 8720
8690   IF Uitv=1 THEN 8710
8700   GOTO 8520
8710   PRINT PAGE,RPT$("-",75)
8720   PRINT USING 8740;T
8730   PRINT USING 8750;Jc+Jbasis
8740   IMAGE #,"| Dit is de uitvoer van de knoopgegevens op het uur",2D," van "
8750   IMAGE "het jaar ",4D," |"
8760   PRINT RPT$("-",75)
8770   Kop: IF Numkno<Onk+1 THEN Onk=Numkno
8780   PRINT LIN(3),TAB(10),RPT$("-",55)
8790   PRINT TAB(10),"| Knoop | Knoop | Druk | Maaiveld | Verbruik |"
8800   IF Siflag$="SI" THEN 8830
8810   PRINT TAB(10),"| no. | soort | muk | M+N.A.P. | m3/uur |"
8820   GOTO 8840
8830   PRINT TAB(10),"| no. | soort | kPa | M+N.A.P. | dm3/sec |"
8840   PRINT TAB(10),"|";RPT$("-",53);"| "
8850   FOR I=Bok TO Onk
8860     IF Siflag$="SI" THEN 8900
8870     PRINT USING 8920;Knonum(I),Knosrt(I),Knodsc(I),Knomvh(I)
8880     PRINT USING 8930;Knosub(I)
8890     GOTO 8940
8900     PRINT USING 8920;Knonum(I),Knosrt(I),Knodsc(I)*9.81,Knomvh(I)
8910     PRINT USING 8930;Knosub(I)*.2778
8920     IMAGE #,9X,"|",2X,4D,3X,"|",3X,2D,3X,"|",2X,DDDD.DD,3X,"|",3X,DDD.D,2X,"|"
8930     IMAGE X,DDDDD.D,2X,"|"
8940     NEXT I
8950     PRINT TAB(10),RPT$("-",55)
8960     IF Uitv=1 THEN 9000
8970     DISP "Voor verdere uitvoer op continue drukken"
8980     PAUSE
8990     DISP
9000     PRINT PAGE
9010     IF Onk=Numkno THEN 9050
9020     Bok=Onk+1
9030     Onk=Bok+49

```

```

9040 GOTO Kop
9050 IF Maai#[1,1]<"J" THEN 9090
9060 FOR J=1 TO Numkno
9070   Knodsc(J)=Knodsc(J)+Knomvh(J)
9080 NEXT J
9090 FOR I=1 TO Numbui
9100 IF (Knosrt(Buikn1(I))=73) AND (Knosrt(Buikn2(I))=71) THEN 9150
9110 IF (Knosrt(Buikn1(I))=73) AND (Knosrt(Buikn2(I))=72) THEN 9150
9120 IF (Knosrt(Buikn1(I))=71) AND (Knosrt(Buikn2(I))=73) THEN 9170
9130 IF (Knosrt(Buikn1(I))=72) AND (Knosrt(Buikn2(I))=73) THEN 9170
9140 GOTO 9190
9150 Buideb(I)=Knosub(Buikn1(I))
9160 GOTO 9310
9170 Buideb(I)=-Knosub(Buikn2(I))
9180 GOTO 9310
9190 Buidvl(I)=Knodsc(Buikn1(I))-Knodsc(Buikn2(I))
9200 FOR J=1 TO Numkkl
9210 IF (Keer(J,1)=Buikn1(I)) AND (Keer(J,2)=Buikn2(I)) THEN 9260
9220 NEXT J
9230 IF Buidvl(I)=0 THEN 9270
9240 Buideb(I)=Fak(I)*Buidvl(I)/SQR(ABS(Buidvl(I)))
9250 GOTO 9280
9260 Buisne(I)=Buideb(I)=0
9270 GOTO 9310
9280 IF Buidia(I)=0 THEN 9310
9290 Buisne(I)=Buideb(I)/(2827.4334*(Buidia(I)/1000)^2)
9300 Buidgr(I)=ABS(Buidvl(I)/Builen(I))*1000
9310 NEXT I
9320 IF Uitv=0 THEN 9350
9330 PRINTER IS 0
9340 GOTO 9360
9350 PRINTER IS 16
9360 Bok=1
9370 Onk=40
9380 PRINT LIN(2),RPT$("- ",75)
9390 !
9400 ! ***** UITVOER VAN DE BUISGEGEVENS *****
9410 !
9420 PRINT USING 9440;T
9430 PRINT USING 9450;Jc+Jbasis
9440 IMAGE #,"| Dit is een uitvoer van de buisgegevens op het uur ",2D," van"
9450 IMAGE " het jaar ",4D," |"
9460 PRINT RPT$("- ",75)
9470 Buiskop: IF Numbui<Onk+1 THEN Onk=Numbui
9480 PRINT LIN(3),TAB(3),RPT$("- ",71)
9490 PRINT TAB(3),"| VAN | NAAR | DIAM | LENGTE | K | SHELH. | DRUKVAL |";
9500 PRINT "DRUKGRAD | DEBIET |"
9510 IF Siflag$="SI" THEN 9550
9520 PRINT TAB(3),"| | | mm | m | mm | m/sec | mwk |";
9530 PRINT " mwk/km | m3/uur |"
9540 GOTO 9570
9550 PRINT TAB(3),"| | | mm | m | mm | m/sec | kPa |";
9560 PRINT " Pa/m | dm3/sec |"
9570 PRINT TAB(3),RPT$("- ",71)
9580 FOR I=Bok TO Onk
9590 IF Siflag$="SI" THEN 9630
9600 PRINT USING 9650;Buikn1(I),Buikn2(I),Buidia(I),Builen(I),Buikwa(I)
9610 PRINT USING 9660;Buisne(I),Buidvl(I),Buidgr(I),Buideb(I)
9620 GOTO 9670
9630 PRINT USING 9650;Buikn1(I),Buikn2(I),Buidia(I),Builen(I),Buikwa(I)
9640 PRINT USING 9660;Buisne(I),Buidvl(I)*9.81,Buidgr(I)*9.81,Buideb(I)*.2778
9650 IMAGE #,2X,"|",X,3D,X,"|",X,3D,X,"|",X,4D,X,"|",X,5D,X,"|",X,Z.DD,X,"|"
9660 IMAGE X,DZ.DD,X,"|",DDDZ.DD,X,"|",DDDZ.DD,X,"|",X,DDDDZ.D,X,"|"
9670 NEXT I
9680 PRINT TAB(3),RPT$("- ",71)
9690 IF Uitv=1 THEN 9730
9700 DISP " Voor verdere uitvoer op continue drukken"
9710 PAUSE
9720 DISP
9730 PRINT PAGE
9740 IF Onk=Numbui THEN 9780
9750 Bok=Onk+1
9760 Onk=Bok+49
9770 GOTO Buiskop
9780 RETURN

```


Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V.

correspondentieadres

Sir Winston Churchill-laan 273
Postbus 70
2280 AB Rijswijk
Telefoon (070) 90 27 20
Telex 32480
Postrekening 52 92 95

speurwerklaboratorium

Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon (03402) 6 08 60