

Systematische raming van het toekomstig waterverbruik

1. Inleiding

Voor het ontwerpen van waterzuiveringsinstallaties is het nodig te weten hoe groot deze moeten zijn en op welke tijdstippen zij gereed moeten komen. Dit vraagt een inzicht in het in de toekomst te verwachten waterverbruik.

In dit artikel zullen methoden worden besproken die een systematische raming mogelijk maken.

Daarbij wordt een nieuwe methode geïntroduceerd, die is ontleend aan de econometrie. In deze methode worden alle factoren die op het waterverbruik invloed hebben op een gewogen wijze in een verbruiksformule samengevat. Door afzonderlijke extrapolatie van deze factoren naar de toekomst ontstaat een prognoselijijn.

Dit artikel beperkt zich daarbij tot een prognose van het kwantitatieve verbruik.

Zeker zo belangrijk bij het ontwerpen van zuiveringsinstallaties is het zich een denkbeeld te vormen van de eisen, die men in de toekomst aan de kwaliteit van het water zal stellen.

Zal men water verlangen met optimale hardheid, van grote helderheid, volstrekt kleurloos en waarin smaak-

en reukstoffen radicaal verwijderd zijn? Ongetwijfeld zal de prijs van het water verhogen.

Of neemt men genoegen met goedkoop water, nog bruikbaar maar van tweede of derde kwaliteit?

Zal een differentiatie naar diverse kwaliteiten ontstaan, zoals nu al het geval is met het gedeeltelijk bereide water dat de NV WRK levert aan de industrie?

Kwaliteit en kwantiteit raken elkaar: de kwaliteit en de daarmee samenhangende prijs van het water zullen het verbruik beïnvloeden. In het vervolg zal blijken dat ik de kwaliteitsverwachting door middel van de prijs in de verbruiksraming heb verwerkt.

Teneinde mijn beschouwingen te verlevendigen heb ik het opgestelde model gekwantificeerd voor het toekomstig waterverbruik in Nederland. Daarbij is Nederland als één voorzieningsgebied beschouwd. Dit was het gemakkelijkst omdat van Nederland als geheel de meeste statistische cijfers bekend zijn, die men bij het kwantificeren nodig heeft.

Dezelfde methode kan men echter toepassen voor een willekeurig voorzieningsgebied.

Veel van hetgeen in de volgende hoofdstukken wordt be-

handeld, is mij geïnspireerd door dat ik lid ben van de Werkgroep Waterverbruik onder leiding van ir. C. Biemond. Aan hem en de leden van de Commissie betuig ik gaarne mijn hartelijke dank.

Een compliment spreek ik uit jegens ir. E. H. A. Hofkes, die de methodiek der determinanten heeft ontwikkeld en numeriek uitgewerkt en ook verder vele belangrijke suggesties heeft gedaan.

2. Systematische toekomstverkenning

De moderne mens ziet de noodzaak van toekomstverkenning. De groeiende bevolking vraagt om voldoende voorzieningen in de toekomst: huizen, wegen, recreatiegebieden, water en werkgelegenheid. Het tot stand brengen van ieder van die voorzieningen vraagt tijd. De benodigde tijd neemt toe naarmate de maatschappij ingewikkelder wordt. Wie vroeger zijn had een huis te bouwen kocht een stuk grond en bouwde daarop zijn huis. Langer dan een jaar behoefde het niet te duren.

In een schaars bevolkt land is een dergelijke gang van zaken aanvaardbaar. Met een stijgende bevolkingsdichtheid zal men echter het gebruik van de grond beter moeten regelen, zodat het totaal van bebouwing met open ruimten en verbindingen voldoet aan eisen van doelmatigheid. Dit vraagt om regels en procedures, die naarmate zij de in het geding zijnde belangen zuiverder afwegen, tijdrovender zullen zijn.

Dit geldt mede voor waterwinningen en waterzuiveringsinstallaties, vooral wanneer deze beslag leggen op ruimte in een dichtbevolkt gebied. Andere belangen dienen te worden afgewogen alvorens de ruimtelijke bestemming wordt vastgelegd. Dan volgt nog koop van de grond, voorbereiding en uitvoering van de werken en het gangbaar maken van de installaties. Wanneer dit tien jaar duurt, moet men ook tien jaar vóór de behoefte acuut is met de plannen een aanvang nemen. Vaak zal deze periode langer zijn. Verlies aan maatschappelijk kapitaal moet worden vermeden door de nodige investeringen op het juiste moment te verrichten.

Dit vraagt om een systematische toekomstverkenning.

Nu is het voorzien van toekomstige ontwikkelingen in onze tijd niet gemakkelijk. Op vele gebieden doen zich stroomversnellingen voor. Sommige tendensen zoals procesautomatisering en elektronische informatieverwerking, zijn onderkend; hun toekomstige invloed is nog moeilijk te peilen.

Nieuwe mogelijkheden zullen hun invloed uitoefenen. Dezelfde factoren, die toekomstverkenning moeilijk maken, hebben ook de belangstelling er voor snel doen groeien. Steeds grotere kapitalen zijn nodig om de geavanceerde technologie toe te passen op het productieproces, verkeer en vervoer, informatieverwerking enz. De hoge investeringen kunnen slechts terugverdiend worden via intensief en massaal gebruik over een voldoende lange periode. Onjuiste beleidsbeslissingen kunnen leiden tot grote kapitaalverliezen.

De mens moet de toekomst verkennen, omdat bij het handelen in het heden een richtsnoer voor de toekomst meer dan ooit nodig is. De mens wil de toekomst ook verkennen, omdat het in zijn aard ligt zijn lot zoveel mogelijk zelf te willen bestemmen.

Systematische verkenning van de toekomst is behalve doel ook middel. Op verkenning volgt immers planning, dat wil zeggen op de gebeurtenissen vooruit lopen en deze beïnvloeden door tijdige beslissingen.

Systematische toekomstanalyses zijn opgesteld door

research instituten (de zgn. think tanks) in de Verenigde Staten. Onder andere: „The year 2000” (New York, 1967) en het Randrapport [1] (Santa Monica, 1964), waarin deskundigen zich uitspreken over toekomstige ontwikkelingen op hun vakgebied. In Engeland verscheen „Profiles of the Future” (London, 1962) en ook in ons land hebben dergelijke publicaties het licht gezien: „Nederland en de wereld op weg naar het jaar 2000” (Hilversum, 1968), de Tweede Nota over de Ruimtelijke Ordening in Nederland (Den Haag, 1967) en „Rotterdam 2000+”. Symptomatisch was de oprichting (in 1968) door het KIVI van de stichting „Toekomstbeeld der Techniek”, die haar eerste „publicatie ten behoeve van de toekomststudies” presenteerde. Het systematisch en kwantitatief verkennen van de toekomst gaat voort. Zo werkt het Nederlands Economisch Instituut in opdracht van de regering aan een integrale studie over de ontwikkeling van het verkeer en vervoer tot het jaar 2000.

Middelpunt van een systematische toekomstverkenning is de mens in zijn toekomstige situatie. Hoe zal hij leven, welke gewoonten zal hij hebben, welke en hoe groot zullen zijn behoeften zijn en hoe zal hij in deze behoeften trachten te voorzien?

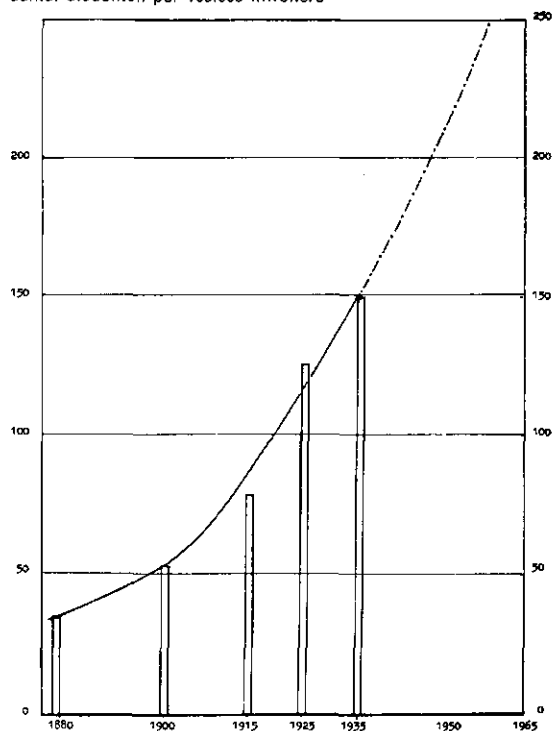
De meest toegepaste methode om een beeld van de toekomstige mens en zijn situatie te verkrijgen, gaat uit van de mens als vrager naar middelen om in zijn behoeften te voorzien. De mens zelf, hoe gelukkig of ongelukkig hij zal zijn, is niet in maat en getal te vangen.

Het ramen van een specifieke behoefte, bijvoorbeeld de behoefte aan het hebben van een auto, aan het doorbrengen van een vakantie in het buitenland, aan het genieten van een academische opleiding, aan het verbruiken van elektrische energie, wordt in ons land niet centraal gedaan (zoals in communistische landen), maar door de betreffende producenten onder invloed van het marktmechanisme. De autofabrikanten schatten het aantal te leveren auto's, de reisbureaus, het aantal buitenlandse vakanties, de universiteiten en hoge scholen het aantal studenten en de elektriciteitsbedrijven het aantal te leveren kilowatt-uur. Het gevaar, verbonden aan ramingen per specifieke behoefte, is het ontbreken van onderlinge consistentie. Dikwijls worden impulsen, die vanuit andere sectoren op een bepaalde behoefte inwerken, niet voldoende onderkend.

Het is daarbij de vraag of de toekomstige maatschappij zich zal blijven ontwikkelen in de richting die thans is ingeslagen, namelijk die van een verbruiksmatigheid. Daarbij wordt de rijkdom afgemeten naar de keuze die de verbruiker kan maken uit door de maatschappij vervaardigde producten: auto's, woningen, wasmachines, radio's, muziekinstrumenten, kleding enzovoorts. Het verlies aan andere rijkdommen: zuivere lucht, rein water, een stil plekje in het bos, rust etc. wordt daarbij niet geteld.

Het ziet er naar uit dat dit beeld verschuift. In de wereld van 1925 was een auto een genot, omdat er maar enkele waren. Vandaag is een stil plekje natuur waardevol [2]. Het is niet te verwonderen dat ook in het verleden het ramen van toekomstige ontwikkelingen een zeer moeilijke opgave is gebleken. Voordat ik u meeneem naar onze eigen sector, voor een beschouwing over het ramen van het toekomstige waterverbruik, wil ik u met enkele voorbeelden aangeven op welke een glibberig terrein wij ons gaan begeven.

Raming van de toekomstige aantallen studenten
aan universiteiten en hogescholen
(op basis van gegevens uit het rapport)
aantal studenten per 100.000 inwoners



Afb. 1 - Rapport „De toekomst der academisch gegradueerden”.

3. Ramingen uit het verleden

Ik ga daartoe een dertig jaar terug.

Hoe werd in de veertiger jaren de ontwikkeling tot 1970 voorzien? In 1948 gold als officiële raming voor de omvang van de bevolking in Nederland: ruim 12 miljoen in 1970 en ongeveer 13 miljoen in 1980. Het Nederlands Economisch Instituut raamde toen, dat het personenautobezit in ons land zich zou stabiliseren op 450.000, omstreeks 1970.

Deze prognose werd algemeen overdreven gevonden; ongemotiveerd zouden Amerikaanse verhoudingen op Nederland overgebracht zijn. Inmiddels verstoppert 1,5 miljoen personenauto's de Nederlandse wegen, in 1980 zullen het er 4 miljoen zijn en voor 2000 moet men met 6 à 7 miljoen auto's worden gerekend.

Ruim 30 jaar geleden gaf het groeiende aantal studenten aan universiteiten en hogescholen grote zorg. De commissie-Limburg bracht na zorgvuldige studie een rapport uit. „De toekomst der academisch gegradueerden”. Uitgaande van de maatschappelijke behoefte aan academici, zoals zij die voorzag, kwam de commissie tot een sombere conclusie: ultimo 1939 zouden in totaal 4400 academici zonder werk zijn, 1 op elke 5 à 6. Bijzonder ongunstig waren de vooruitzichten voor chemici, en voor ingenieurs waren ze nauwelijks beter. De commissie pleitte voor maatregelen om de toevloed van studenten te beperken, opdat de ontwikkeling, die zich aftekende, niet verder zou gaan in een ongewenste richting.

De cijfers, waaruit de ontwikkeling zich aftekende, zijn aangegeven in afb. 1. De invloed van de gehanteerde officiële bevolkingsprognose (10 à 11 miljoen in 2000) is geëlimineerd door het aantal studenten per 100.000 inwoners te nemen.

Wagen wij ons, door extrapolatie op basis van de toenmalige cijfers, aan een (voor die tijd) gedurfde prognose voor het aantal studenten in 1965, dan wijst de lijn aan: 300 per 100.000 inwoners, bij een bevolking van 12,2 miljoen dus 36.600 studenten. In 1965 waren 64.300 studenten ingeschreven. En onder het aantal academici, dat sedert 1935 ongeveer verdrievoudigd is, bestond geen belangrijke werkeloosheid. Integendeel!

Hoewel in 1947 al voorzien werd, dat het inkomen per hoofd van de bevolking belangrijk zou toenemen, kon niemand bevroeden hoe spectaculair het aantal vakanties, doorgebracht in het buitenland, zou toenemen.

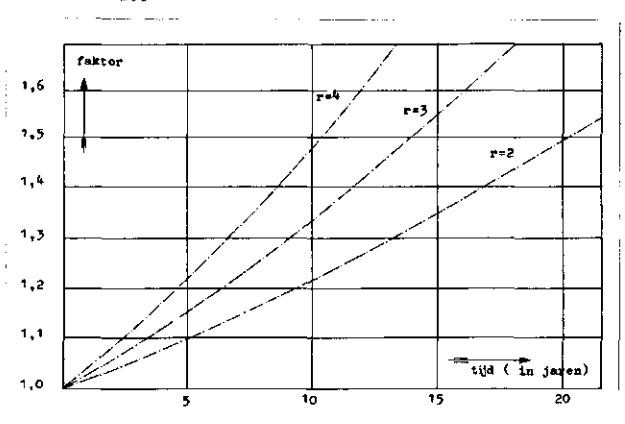
Toen de Rijksdienst voor het Nationale Plan in 1947 een onderzoek naar de vakantiebesteding instelde, bleek 4 % der vakantiegangers voor vakantie naar het buitenland gegaan te zijn. Bij een ruimer inkomen, betere reismogelijkheden en minder reisbelemmeringen, zou deze groep vakantiegangers nog belangrijk groeien, aldus de analyse van het onderzoek. Wel tot 15 %. In 1968 heeft ongeveer 40 % van alle vakantiegangers de vakantie in het buitenland doorgebracht!

Ook voor de groei van de energiebehoefte zijn ramingen opgesteld. Nog in 1958 gold als een verantwoorde raming, rekening houdend met bevolkingsgroei en toename van inkomen per hoofd van de bevolking, een groei der energiebehoefte met 3 à 3,5 % per jaar, dat wil zeggen een verdubbeling in 20 à 25 jaar. In Nederland was het energieverbruik in 1958 rond 218.000 miljard Kgal. In 1968 was het rond 450.000 miljard Kgal. De stijging bedroeg de afgelopen 10 jaar dus ca. 10 % per jaar. Wijs geworden, heeft het Centraal Planbureau in 1965 de groei van de energiebehoefte over de periode 1965-1970 op 55 % (gemiddeld dus 11 %) geraamd. Binnenkort zal de werkelijke verbruiksstijging bekend worden.

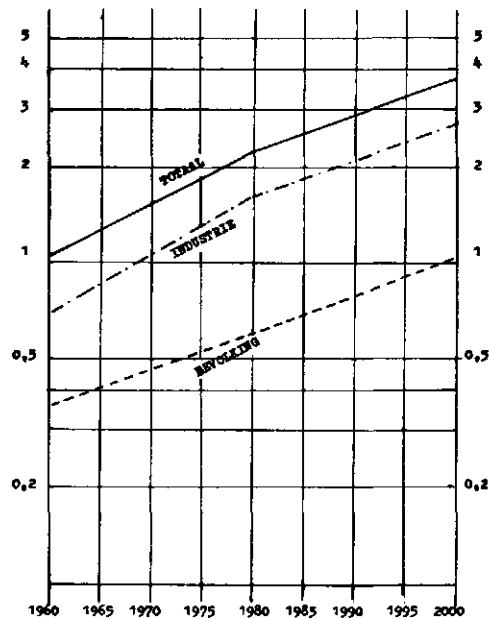
Het laatste voorbeeld brengt ons dicht bij ons eigen vakgebied, dat der watervoorziening. Immers, de elektriciteitsbedrijven vormen evenals de waterleidingbedrijven een stuk infrastructuur, meer voorwaarde voor dan deelnemer aan verdere economische groei.

In het rapport van de Commissie Drinkwatervoorziening Westen des Lands (1940) werd het waterverbruik voor het gehele land in het jaar 2000, bij een bevolking van 12 miljoen, geraamd op rond 700 miljoen m³. Voor het westen des lands voorzag de commissie een waterverbruik van 385 miljoen m³ in 2000. Het is anders gegaan.

Afb. 2 - De cumulatieve extrapolatie functie (de waarde van de factor $(1 + \frac{r}{100})^t$)



Ramingen van de toekomstige waterverbruiken (rapport C.C.D. 1965) in miljarden m³ bij een gemiddelde ontwikkeling



Afb. 3 - Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening.

In 1968 leverden de waterleidingbedrijven ongeveer de genoemde hoeveelheden af, 776 miljoen m³ in het gehele land en 394 miljoen m³ in het westen des lands.

De ontwikkeling is veel sneller gegaan dan destijds kon worden voorzien.

Een ander bekend rapport, de Watervoorziening van Amsterdam 1948, raamde de levering van het bedrijf der Gemeentewaterleidingen in 1968 op maximaal rond 70 miljoen m³, het eerdere rapport 1940 wees naar 60 miljoen m³. Het bedrijf leverde 81 miljoen m³ in 1968.

Welke les valt nu hieruit te trekken?

Zeker niet dat de explosieve ontwikkeling over de laatste dertig jaar zich over een volgende even lange periode zonder meer zal voortzetten. Het is mogelijk, maar niet noodzakelijk. Dit hangt af van de factoren, die op het toekomstige waterverbruik van invloed zijn. Hoe zijn deze te onderkennen.

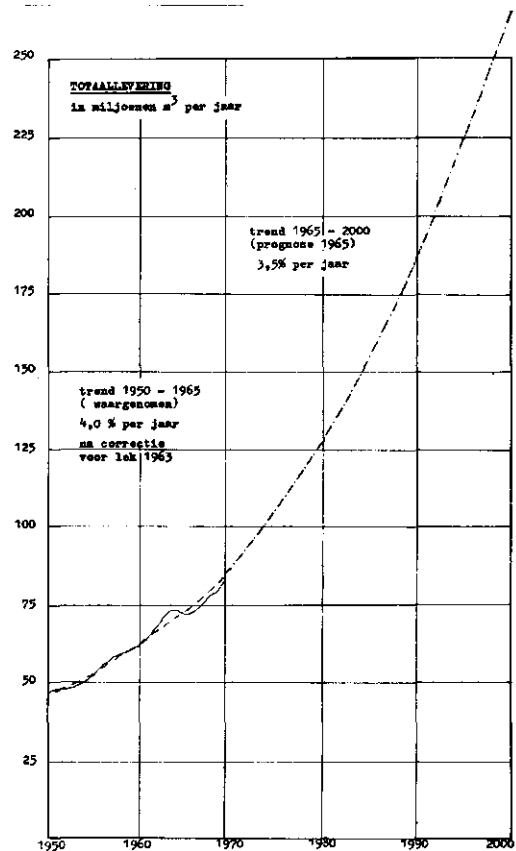
4. De extrapolatie methode

Vele ramingen worden opgesteld met de methode van extrapolatie. Zoals bekend, wordt hierbij de trend in een reeks cijfers uit het verleden doorgetrokken naar de toekomst. Bij raming van het toekomstig waterverbruik wordt eerst de ontwikkeling van het verbruik in het verleden geanalyseerd; vervolgens wordt de gevonden trend vloeiend in de toekomst voortgezet. Hierbij kan men de volgende formule gebruiken:

$$V_t = V_b \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$

waarin:

V_b = waterverbruik t jaar voor of na het basisjaar



Afb. 4 - Gemeentewaterleidingen Amsterdam.

V_t = waterverbruik in basisjaar

r = factor, die groei van het waterverbruik per jaar aangeeft

t = aantal jaren vóór of na het basisjaar

In afb. 2 is de factor $\left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$ voor verschillende

waarden van r getekend.

De afb. 3 en 4 geven als voorbeeld verbruiksprognoses van de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening en Gemeentewaterleidingen in Amsterdam. U ziet, dat de factor r een verschillende waarde is gegeven, afhankelijk van de beschouwde perioden.

Het is wel aardig om op te merken, dat op basis van dezelfde reeksen verbruikscijfers uit het verleden ook prognoses opgesteld kunnen worden volgens de formule:

$$V_t = \frac{V}{1 + 10^{p-q \cdot t}}$$

waarin:

V_t = waterverbruik t jaar vóór of na het basisjaar

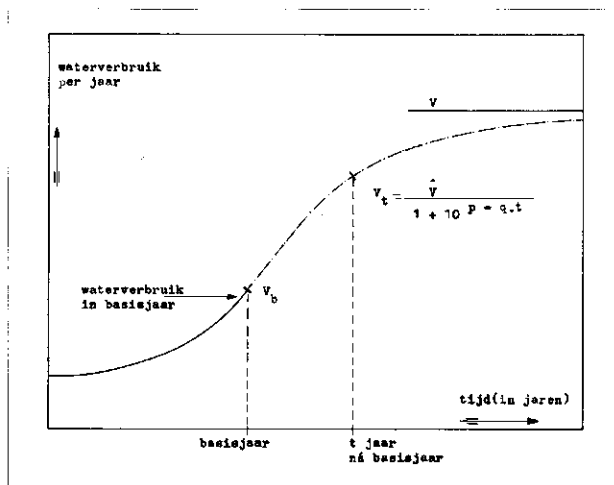
V = absolute topwaarde, waartoe het waterverbruik in de toekomst zal naderen

p, q = factoren, die het verloop van het waterverbruik als functie van de tijd beschrijven

t = aantal jaren vóór of na het basisjaar

NB = Is de grootte van het waterverbruik in het basisjaar V_b , dan volgt de waarde van p uit:

$$\frac{V}{1 + 10^p} = V_b \quad (V \text{ en } V_b \text{ bekend})$$



Afb. 5 - De logistische extrapolatie functie.

Op zich is deze formule (afb. 5) nog niet zo gek, want het is redelijker te veronderstellen, dat het waterverbruik uiteindelijk een eindwaarde zal naderen dan steeds sneller naar oneindig zal gaan.

Met betrekking tot deze wijze van raming moet worden opgemerkt, dat — welke formule ook gebruikt wordt — het resultaat niet meer biedt dan indirecte informatie.

Het waterverbruik is geen functie van de tijd zelf, maar van bevolkingsomvang, gebruiksgewoonten, de economische activiteit, die ieder een ontwikkeling tonen, die wel tijd nodig heeft, maar ook zelf weer geen functie van de tijd zijn.

Verder is het onderkennen van de trend in een reeks verbruikscijfers zeer moeilijk. Er zijn conjunctuurschommelingen, seizoensinvloeden en toevallige factoren. De trendlijn, die uiteindelijk aan de reeks verbruikscijfers wordt ontleend, blijft steeds enigszins arbitrair gekozen. Daar komt nog bij, dat het resultaat van elke extrapolatie beïnvloed kan worden door de (willekeurige) lengte van de reeks verbruikscijfers, en vooral door het (willekeurig) eindpunt van die reeks.

Deze bezwaren zijn natuurlijk onderkend. Men heeft gepoogd eraan tegemoet te komen door de extrapolatielijn zoveel te verleggen, dat daarin de verwachte versterkte invloed op het waterverbruik van bepaalde factoren tot uitdrukking kwam. Dit leidt al gauw tot een gespreide raming, één voor de gemiddelde ontwikkeling, één voor de minimale en één voor de maximale.

Een raming is op zichzelf interessant, maar niet alleen zalig makend. Van nog meer belang is een voldoende inzicht in de factoren die het toekomstig verbruik bepalen. Daartoe is een extrapolatie methode niet zonder meer geschikt, daar de afzonderlijke factoren, die het waterverbruik bepalen niet zichtbaar worden. Dit gebeurt wel in de zogenaamde determinanten-methode, die ik thans zal toelichten.

5. De determinanten methode [3]

Het is nodig de termen, die in het verdere betoog zullen worden gebruikt, scherper te omlijnen.

Onder *water* versta ik *kwaliteitswater*, dat wordt verbruikt als drinkwater, voor hygiënische doeleinden en voor verzorging en in industriële toepassingen, waarbij uitgezonderd wordt het grootste deel van het koelwater. Tot kwaliteitswater wordt slechts dat (geringe) deel van het koelwater gerekend, dat uit de openbare voorziening

wordt geleverd óf dat voor of na gebruik als koelwater ook nog voor niet-koeldoeleinden toepassing vindt.

Met deze „praktijk” term kwaliteitswater worden dus uit de soorten verbruikswater die afgezonderd, waarvoor de waterleidingbedrijven nu of in de toekomst „in de markt” zijn.

Met *waterbehoefte* wordt bedoeld: de totale vraag naar kwaliteitswater, indien dit water kosteloos en ongelimiteerd ter beschikking zou staan. *Waterverbruik* is de hoeveelheid water, die werkelijk afgenomen wordt door de bevolking, de industrie, de bedrijven en ten behoeve van de openbare dienst.

Deze termen zijn niet identiek en moeten niet willekeurig worden gebruikt.

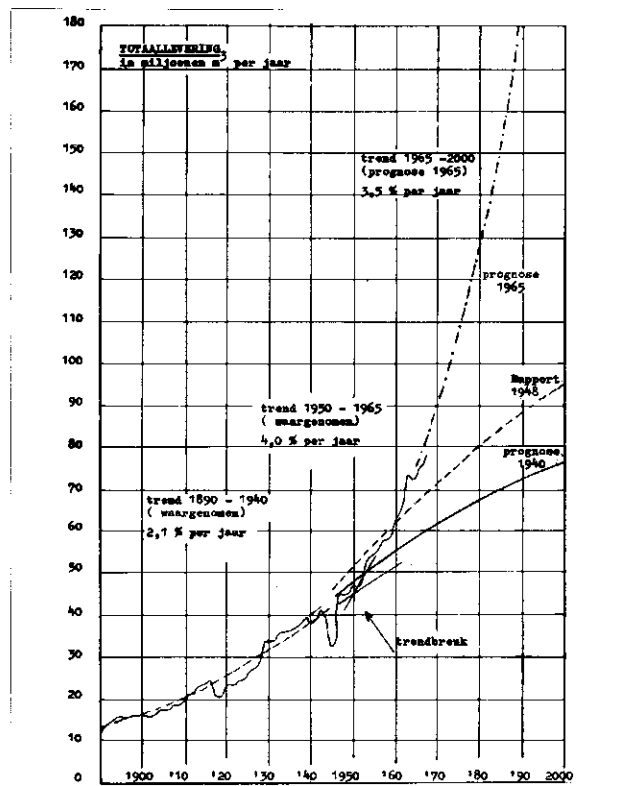
Zoals in elke behoefte zal in de behoefte aan water zover voorzien worden als de beschikbaarheid, bij redelijk gemaakte kosten, toestaat. De mate, waarin water beschikbaar gesteld wordt en tegen welke prijs is een beleidskeuze. In hoeverre door waterverbruik aan de waterbehoefte tegemoet gekomen wordt, is een consumentenkeuze. Wij weten, dat de behoefte vrijwel altijd groter was en is dan het verbruik, maar het is moeilijk te zeggen hoeveel groter. Het verbruik kan een trendbreuk vertonen, als de waterverbruikers besluiten *voortaan* hun waterbehoefte voor een groter deel te gaan dekken. Een beeld van een dergelijke trendbreuk geeft afb. 6.

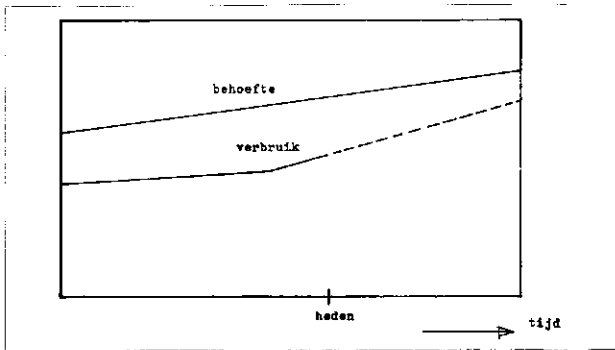
Uit het voorgaande volgt, dat het toekomstige waterverbruik op tweeërlei wijze wordt beïnvloed:

1. door de ontwikkeling van de waterbehoeften;
2. door de mate waarin aan de waterbehoefte tegemoet zal worden gekomen.

Een voorbeeld, dat dit mechanisme goed illustreert, is het parkeren van auto's in een city. Wanneer daaraan geen beperking wordt opgelegd, blijkt het verbruik aan par-

Afb. 6 - Gemeentewaterleidingen Amsterdam. De trendbreuk omstreeks 1950 (en de gevolgen voor de prognoses 1940 en 1948).





Afb. 7 - Onderscheid tussen waterbehoefte en waterverbruik.

keerruimte zeer groot te zijn. Iedereen komt met zijn auto naar de stad. Voorziet men evenwel de parkeer-ruimte van parkeermeters dan daalt het parkeerruimte-verbruik.

Men kan dit effect overtrekken door een te hoge prijs in rekening te brengen. Dit geldt voor parkeren en evenzeer voor het leveren van water.

In afb. 7 is het onderscheid tussen waterbehoefte en waterverbruik schematisch verduidelijkt. Aangegeven is hoe na een trendbreuk het waterverbruik in hogere mate aan de waterbehoefte tegemoet is gaan komen.

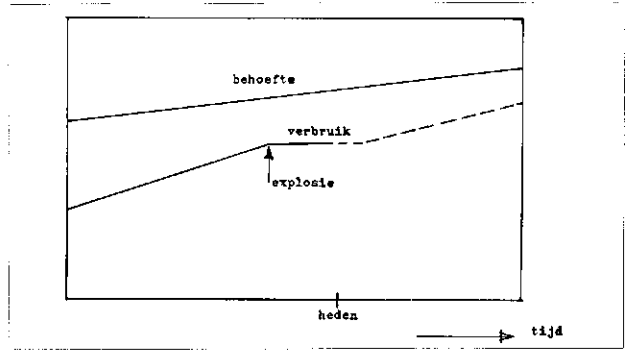
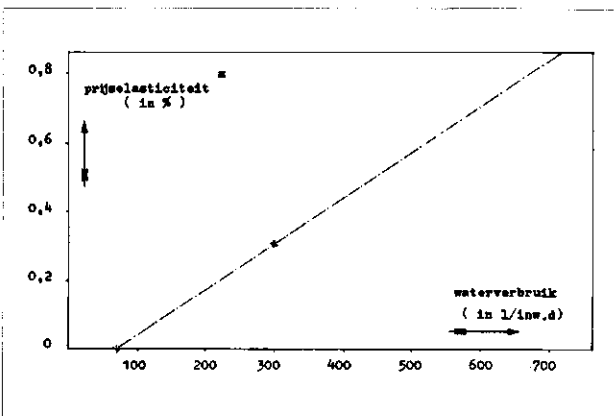
In afb. 8 is een geval afgebeeld, waarbij het verbruik enige tijd achterbleef bij de stijgende behoefte. Dit geldt bijvoorbeeld voor een waterleidingbedrijf met vier pompstations, dat enige tijd één pompstation moet missen. Met moeite kan het bedrijf de totale levering constant houden. Het verbruik zal dat jaar nagenoeg constant blijven. Wie daaruit conclusies trekt voor de toekomst, is op glad ijs. De behoefte zal gewoon doorgroeien, en de spanning tussen waterbehoefte en waterverbruik zal toenemen.

Met behulp van de begrippen *waterbehoefte* en *waterverbruik* laat zich nu een systematiek voor raming van de toekomstige ontwikkeling opbouwen, die de *determinanten methode* wordt genoemd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van instrumenten der kwantitatieve economie, de econometrie.

De vraag is daarbij in hoeverre water, in de zin zoals wij dat hier beschouwen, een economisch goed is dat gehoorzaamt aan de wetten van de economie.

De economie is de leer van de behoeften en de schaarse middelen om in die behoeften te voorzien. Water is een schaars artikel.

Afb. 9 - Prijselasticiteit van het huishoudelijk waterverbruik.



Afb. 8 - Onderscheid tussen waterbehoefte en waterverbruik.

Naast deze algemene eigenschap, die het met vele andere goederen deelt, heeft water nog een bijzondere eigenschap. Hoe de waterbehoefte zich ook ontwikkelt, in een deel zal altijd moeten worden voorzien. Dit deel is als drinkwater, als water ter bereiding van spijzen en voor hygiënische doeleinden, onvervangbaar. Het is niet onderworpen aan een normale consumentenkeuze; het zal verbruikt worden tegen welke prijs het ook beschikbaar wordt gesteld. Voor dit *basis-gedeelte* van het waterverbruik gelden de normale economische wetten niet. Water in die functie is niet een economisch goed.

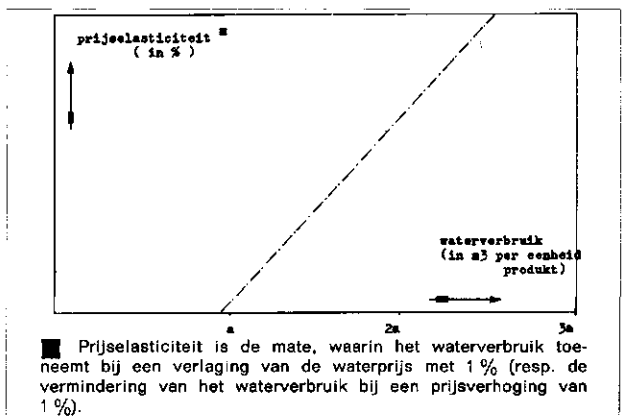
Dit basis-gedeelte van het waterverbruik is geen statische grootte.

Wat 50 jaar geleden nog als „extra” werd beschouwd, wordt thans als noodzakelijk ondervonden. Met de toenemende eisen, die de mens aan zijn verzorging stelt en die door de ontwikkelende hygiënische inzichten worden ondersteund, zal ook het basis-gedeelte van het waterverbruik in absolute zin stijgen. In relatieve zin zal het echter in het totale verbruik een minder belangrijke plaats gaan innemen. Om de gedachten te bepalen: het zal momenteel in de orde van 70 l/inw. dag liggen.

De prijsinvloeden over het verbruik van 70 tot 100 l/inw.d zullen zeer klein zijn; de geringe invloed van tariefsverhogingen wijst duidelijk in die richting. Het verbruik van water tussen 100 en 200 l/inw.d. zal meer prijsgevoelig zijn, en het verbruik tussen 200 en 300 l/inw.d. nog meer. Het verbruik voor huishoudelijke doeleinden bij rond 500 l/inw.d. zal wellicht belangrijk door de hoogte van de waterprijs zijn beïnvloed [4].

Zo tekent zich een vraagschaal af naar kwaliteitswater voor huishoudelijk verbruik, die aan de voet volkomen inelastisch is (zuiver bepaald door hygiënische noodzaak)

Afb. 10 - Prijselasticiteit van het waterverbruik door een (bepaalde) industriële verbruiker.



■ Prijselasticiteit is de mate, waarin het waterverbruik toeneemt bij een verlaging van de waterprijs met 1% (resp. de vermindering van het waterverbruik bij een prijsverhoging van 1%).

en in toenemende mate prijselasticiteit vertoont. In afb. 9 is deze gedachtenconstructie in tekening gebracht.

Voor het industriële waterverbruik laat zich een soortgelijke vraagschaal afleiden, per industriële afnemer (afb. 10).

Bij groeiend waterverbruik neemt derhalve de prijselasticiteit toe. Het water voegt zich in zijn produktie en afzet meer en meer in het geheel van economische relaties, waar onderlinge afweging van nuttigheden en kosten plaatsvindt. De waterleidingbedrijven worden dan een bedrijfstak, die zijn serie produkten (de verschillende soorten kwaliteitswater) aanbiedt naast en in concurrentie met andere produkten [5].

De Nederlandse waterleidingbedrijven verkeren thans in een overgangsfase van een in hoofdzaak sociaal georiënteerde groep gezondheidszorginstituten naar een sociaal-economische bedrijfstak.

Indien als uitgangspunt wordt aangehouden, dat in de toekomst ruimer in de gedifferentieerde waterbehoeften voorzien zal worden dan nu gebeurt en daarnaast de groei van de waterbehoefte wordt afgeleid uit de algemene economische ontwikkeling in de toekomst, dan is een verantwoorde en logische benadering gekozen voor het opstellen van een raming van het waterverbruik.

Ik kom nu toe aan het concretiseren van deze benadering. Daartoe betreden we het terrein van de econometrie. Onze landgenoot Tinbergen heeft op dit gebied baanbrekend werk verricht, dat internationale erkenning heeft gevonden en in 1969 met de Nobel-prijs voor economie geëerd werd.

De macro-economische verkenningen van het Centraal Planbureau en de meerjarenplanning van veel grote bedrijven bedienen zich van econometrische middelen.

Bij deze aanpak wordt de grootheid, waarvan de raming gewenst wordt (in ons geval de toekomstige waterbehoefte) gevat in een model, dikwijls een stelsel vergelijkingen. Daarin worden de verschillende determinanten opgenomen.

Als voorbeeld moge dienen de zgn. consumptievergelijking uit het model 1961 van het Centraal Planbureau: $C = 0,64 L_B + 0,17 Z_B + 0,46 \Delta p_c - 0,16 \Delta C + 0,05 cr - 0,63$

waarin:

- C = waarde van de consumptie
- L_B = beschikbaar inkomen uit loondienst
- Z_B = beschikbaar inkomen uit overige bronnen
- Δp_c = verandering in het consumptieprijspeil
- ΔC = verandering in waarde der consumptie in de voorgaande periode
- cr = omvang der liquiditeiten

Voor de eenvoud zijn vertragsingsinvloeden uit de formule weggelaten.

De modelvergelijking bevat geen termen voor de absolute grootte der economische variabelen, maar alleen verschillen tussen opeenvolgende jaren, als percentages. Waar dus het differensen-symbool Δ staat, is sprake van een tweede afgeleide.

De formule geeft interessante kwantitatieve informatie, die gebruikt wordt bij de vaststelling van het macro-economische beleid van de regering en bij de belastingpolitiek. Bijvoorbeeld: indien het beschikbaar inkomen uit loondienst L_B met 1 % groeit, werkt 0,64 % door in een toename van de waarde der consumptie. Bij 1 % groei van het beschikbaar inkomen uit overige bronnen zal slechts 0,17 % in de consumptiestijging optreden.

Ik hoop, dat dit voorbeeld een idee geeft in welke richting een determinanten-model voor de raming der toekomstige waterbehoeften kan worden ontwikkeld. In de volgende hoofdstukken waag ik een poging een dergelijk model in theoretische zin op te bouwen en te kwantificeren.

6. Het gebruikte determinanten-model

a. determinanten

Determinanten, in econometrische zin, zijn *veranderingen* in de factoren die het waterverbruik bepalen.

Deze komen voor in een determinanten-model, dat is een vergelijking, waarin de samenhang tussen een aantal economische grootheden kwantitatief is vastgelegd.

In appendix A wordt het determinanten-model beschreven. Op deze plaats volsta ik met een korte aanduiding, die voor het volgen van het betoog voldoende is.

$$Y = a + \sum_{i=1}^{i=n} b_i x_i$$

Y = het waterverbruik

a = een constante

b_i = een parameter (wegingsfactor)

x_i = een waterverbruik bepalende factor

Voor een gegeven tijdstip in het verleden (basisjaar) is het verbruik bekend. Door een analyse komt men tot een keuze van de voornaamste waterverbruik bepalende factoren x_i en hun gewicht b_i . Men kan dan het waterverbruik naar deze factoren splitsen en opschrijven en a als restfactor invoeren.

Een prognose betekent een groei ΔY van Y in een tijd Δt .

$$\Delta Y = \sum_{i=1}^{i=n} b_i (\Delta x_i)$$

waarin:

ΔY = de groei van het waterverbruik

Δx_i = determinant (groei van waterverbruik bepalende factor)

Hierna worden de determinanten met D aangegeven. Als de determinanten bekend zijn, is het mogelijk ΔY te calculeren.

De zin van het invoeren van determinanten is vooral aanwezig wanneer de determinanten in de toekomst een verloop zullen vertonen dat afwijkt van hun huidige trend. Daartoe moeten de determinanten afzonderlijk worden geanalyseerd. Voor de verschillende determinanten zijn afzonderlijk ontwikkelingen te verwachten zodat de onderlinge verhoudingen zullen verschuiven.

Het zijn deze factoren die de determinantenmethode doen verschillen van een trendextrapolatie.

b. Indeling van de waterverbruikers in categorieën

De volgende indeling van de waterverbruikers in categorieën is gekozen:

- A. in de sector wonen:
 - de gezinshuishoudingen
- B. in de sector verzorging:
 - de verzorgingseenheden¹⁾
- C. in de sector diensten:
 - de zakelijke aansluitingen²⁾

¹⁾ nadere gegevens: c onder B

²⁾ nadere gegevens: c onder C

- D. in de sector industrie:
de industriële afnemers
- E. in de sector tuinbouw veeleelt:
de bijzondere agrarische verbruikers

De indeling sluit aan bij die van de Werkgroep Waterverbruik (Biemond), welke het volgende onderscheid maakt: Huishoudelijk verbruik, Commercieel en Openbaar verbruik, Industrieel verbruik en Bijzonder agrarisch verbruik. Zolang alleen over de verbruikszijde van de watervoorziening wordt gesproken, blijven lekverliezen en eigen verbruik van het bedrijf, buiten beschouwing.

Voor elk der genoemde categorieën wordt nu een serie vergelijkingen opgezet. Indien de vergelijkingen onderling consistent zijn, kan het totale toekomstige waterverbruik worden gevonden door sommatie van de verkregen uitkomsten.

In vergelijking wordt dit:

$$\Delta Y = \alpha D(A) + \beta D(B) + \gamma D(C) + \sigma D(D) + \varepsilon D(E)$$

waarin: A = sector wonen, etc.

c. De vergelijkingen voor raming van de toekomstige ontwikkeling der waterbehoeften

A. sector wonen

uitgangspunten:

- deel van het beschikbaar inkomen per hoofd, bestemd voor woongenot;
- groei aantal huishoudingen.

D (waterbehoefte huishoudelijk) =

- + $a_1 \cdot D$ (aantal vooroorlogse woningen);
- + $a_2 \cdot D$ (aantal naoorlogse woningen);
- + $b_1 \cdot D$ (waterbehoefte per vooroorlogse woning);
- + $b_2 \cdot D$ (waterbehoefte per naoorlogse woning).

p.m.

D (waterbehoefte per vooroorlogse woning) =

- + $c_1 \cdot D$ (gemiddelde woningbezetting);
- + $c_2 \cdot D$ (sanitaire voorzieningen);
- + $c_3 \cdot D$ (bestand van waterverbruikstoestellen);
- + $c_4 \cdot D$ (aantallen aansluitingen op centrale warmwatervoorziening);
- + $c_5 \cdot D$ (aantal auto's per 1000 inwoners);
- + $c_6 \cdot D$ (aantal tuinen per 1000 woningen);
- + $c_7 \cdot D$ (waterbeschaving (correctiefactor)).

D (waterbehoefte per naoorlogse woning) =

- + $d_1 \cdot D$ (gemiddelde woningbezetting);
- + $d_2 \cdot D$ (sanitaire voorzieningen);
- + $d_3 \cdot D$ (bestand van waterverbruikstoestellen);
- + $d_4 \cdot D$ (aantal aansluitingen op centrale warmwatervoorziening);
- + $d_5 \cdot D$ (aantal auto's per 1000 inwoners);
- + $d_6 \cdot D$ (aantal tuinen per 1000 woningen);
- + $d_7 \cdot D$ (waterbeschaving (correctiefactor)).

B. sector verzorging

uitgangspunten:

- deel van het besteedbaar inkomen per hoofd door particulieren c.q. de overheid bestemd voor verzorging in de ruimste zin;
- groei van de bevolking.

D (waterbehoefte (verzorging)) =

- + $e_1 \cdot D$ (aantal verzorgingseenheden groep I winkels, warenhuizen, café's, restaurants, hotels, kappers);
- + $e_2 \cdot D$ (aantal verzorgingseenheden groep II onderwijsinstellingen, verplegingsinrichtingen, rusthuizen, openbare en culturele gebouwen);
- + $e_3 \cdot D$ (aantal verzorgingseenheden groep III zwembaden, wasserijen, wasserettes, fontein, plantsoenen, sportvelden);
- + $f_1 \cdot D$ (gemiddelde waterbehoefte per verzorgingseenheid groep I);
- + $f_2 \cdot D$ (gemiddelde waterbehoefte per verzorgingseenheid groep II);
- + $f_3 \cdot D$ (gemiddelde waterbehoefte per verzorgingseenheid groep III);
- + $g \cdot D$ (algemeen verzorgingspeil (correctiefactor)).

C. sector diensten (vervoer en verkeer, handel, communicatie)

uitgangspunten:

- groei vervoer en verkeer;
- groei handel;
- groei totale dienstensector.

D (waterbehoefte (zakelijk)) =

- + $h \cdot D$ (aantal zakelijke aansluitingen vervoersinrichtingen, handelsinrichtingen, kantoren, laboratoria en communicatiebedrijven);
- + $i \cdot D$ (gemiddelde waterbehoefte per zakelijke aansluiting);
- + $k \cdot D$ (waterverbruiksintensiteit in de dienstensector (correctiefactor)).

D. sector industrie (productie)

uitgangspunten:

- groei bruto binnenlands produkt in volumina;
- ontwikkeling van de technologie van het waterverbruik in de industrie.

D (waterbehoefte (industriëel)) =

- + $l_1 \cdot D$ (produktievolume chemische industrie);
- + $l_2 \cdot D$ (produktievolume olieraffinage);
- + $l_3 \cdot D$ (produktievolume metallurgische industrie);
- + $l_4 \cdot D$ (produktievolume papier- en strokarton industrie);
- + $l_5 \cdot D$ (produktievolume voedings- en genotmiddelen industrie);
- + $l_6 \cdot D$ (produktievolume overige industrie);
- + $m \cdot D$ (waterverbruiksintensiteit van de industriële productie (correctiefactor)).

E. sector bijzonder agrarisch verbruik (tuinbouw, veeleelt)

D (waterbehoefte (bijzonder agrarisch)) =

- + $n_1 \cdot D$ (aantal ha tuinderij);
- + $n_2 \cdot D$ (aantal stuks vee, aangewezen op veedrenkinrichtingen);
- + $o_1 \cdot D$ (berekening per ha tuinderij);
- + $o_2 \cdot D$ (waterverbruiksintensiteit in de tuinbouw en veeleelt (correctiefactor)).

d. *De vergelijkingen voor raming van de toekomstige ontwikkeling der waterverbruiken*

A. sector verzorging

D (waterverbruik (huishoudelijk)) = $p \cdot D$ (waterbehoefte (huishoudelijk)) — $q \cdot D$ (waterprijs voor verbruik in woningen in rekening gebracht).

B. sector verzorging

D (waterverbruik (verzorging)) = $r \cdot D$ (waterbehoefte (verzorging)) — $s \cdot D$ (waterprijs voor verbruik in verzorgingseenheden in rekening gebracht).

C. sector diensten

D (waterverbruik) = $t \cdot D$ (waterbehoefte (zakelijk)) — $u \cdot D$ (waterprijs voor verbruik t.b.v. zakelijke doeleinden in rekening gebracht).

D. sector industrie (excl. koelwater)

D (industriële waterverbruik) = $v \cdot D$ (waterbehoefte (industriële)) — $w \cdot D$ (recirculatie);

D (recirculatie) = $x \cdot D$ (waterprijs voor industrieel verbruik in rekening gebracht c.q. kostprijs water uit eigen winning) + $y \cdot D$ (technologie van het waterverbruik in de industrie);

D (industriële waterverbruik uit de openbare voorziening) = $A \cdot D$ (totaal industrieel waterverbruik) — $B \cdot D$ (hoeveelheden water uit eigen winning);

D (hoeveelheden water uit eigen winning) = — $C \cdot D$ (waterprijs, kostprijs water uit eigen winning); — D

D (waterprijs, voor industrieel verbruik in rekening gebracht); + $E \cdot D$ (hoeveelheden water, in aanmerking komend voor eigen winning (binnen beperkingen door lozingsvoorwaarden en grondwaterbeheersvoorschriften)).

E. sector bijzonder agrarisch verbruik

D (waterverbruik (bijzonder agrarisch)) = + $F \cdot D$ (waterbehoefte (bijzonder agrarisch)) — $G \cdot D$ (waterprijs voor bijzonder agrarisch verbruik in rekening gebracht).

e. *De vergelijking voor de groei van het totale waterverbruik*

De groei van het totale waterverbruik voor de categorieën A, B, C, D en E gezamenlijk volgt nu door gewogen sommatie van de groei der waterverbruiken in de afzonderlijke sectoren:

D (totale water verbruik) =
 + $\alpha \cdot D$ (huishoudelijk);
 + $\beta \cdot D$ (verzorging);
 + $\gamma \cdot D$ (zakelijk);
 + $\sigma \cdot D$ (industriële);
 + $\epsilon \cdot D$ (bijzonder agrarisch).

7. **De kwantificering van het determinanten-model**

Voor het kwantificeren van het determinanten-model, dat wil zeggen voor het in cijfers bepalen van determinanten en parameters, zijn vele analyses nodig. Per determinant dient een prognose van de toekomstige ontwikkeling te worden samengesteld.

Een belangrijk hulpmiddel daarbij zijn de publikaties van gespecialiseerde instellingen, zoals het Centraal Bureau voor Statistiek, het Centraal Planbureau, het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en hun buitenlandse zusterinstellingen.

Het is verstandig, waar mogelijk, de cijfers van deze gespecialiseerde instellingen aan te houden en geen eigen bewerking van de basisgegevens uit te voeren.

Voor de determinanten, die op de watervoorziening betrekking hebben kan gebruik worden gemaakt van de cijfers uit de rapporten van de Centrale Commissie voor Drinkwatervoorziening (1965) en de Werkgroep Waterverbruik Basisplannen (1970).

Ook aan de „Statistische Overzichten” van de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland kan menige cijferwaarde ontleend worden; hetzelfde geldt voor soortgelijke publikaties van buitenlandse zusterverenigingen, zoals de Verein Deutscher Gas- und Wasserfachmännern, de Verein Deutscher Gas- und Wasserwerke, de British Water Works Association en de American Water Works Association.

De beschikbare gegevens zijn in het determinanten-model ingevoerd. Op een aantal punten, waar speciaal (statistisch) onderzoek de nog ontbrekende waarden moet leveren, zijn voorlopig geschatte cijfers opgenomen. Dit geldt met name voor de parameters, die de onderlinge afweging van de determinanten verzorgen.

In eerste instantie is het determinanten-model geijkt op de nationale verhoudingen. Weliswaar is een raming van de toekomstige waterverbruiken voor geheel Nederland geen relevante informatie voor de afzonderlijke waterleidingbedrijven, maar zeer vele van de gebruikte cijfers voor determinanten en parameters zijn momenteel alleen voor geheel Nederland beschikbaar.

Hier volgt een *voorbeeld*, waaruit de berekeningswijze van de determinanten en parameters blijkt. Berekend worden: de determinanten D (aantal vooroorlogse woningen) en D (aantal naoorlogse woningen), alsmede de parameters a_1 en a_2 .

per 1 januari 1968

aantal vooroorlogse woningen : 1.900.000
 aantal naoorlogse woningen : 1.600.000

totale woningvoorraad 3.500.000
 bouwprogramma 1969³⁾ : 125.000
 af: afbraak⁴⁾ 10.000

netto-nieuwbouw 1969 : 115.000
 gemiddelde uitbreiding netto-nieuwbouw⁵⁾

(periode 1970-1980):
 netto-nieuwbouw 1970-1980:
 afbraakprogramma krotwoningen
 1969: 12.000
 plus: extra afbraak⁴⁾: 10.000

totale afbraak 1969: 22.000
 afbraakprogramma 1970-1980:

4 % per jaar
 (bouwbeleid)
 115.000-170.000 pj.
 22.000- 40.000 pj.
 (saneringsbeleid)

³⁾ Gereedgekomen in de 12-maandsperiode dec. '68-nov. '69 124.809 woningen (CBS); in aanbouw genomen 122.609 en uitgegeven vergunningen, excl. nieuw uitgegeven intrekkingen 128.612.

⁴⁾ Verkeersdoorbraken en ander bestemmingen bouwgrond.

⁵⁾ Ingecalculeerd relatieve stijging der bouwkosten: 1 % per jaar.

Uit de bovenvermelde voorraadmutaties vooroorlogse en naoorlogse woningen volgen (grafische oplossing):

D (aantal vooroorlogse woningen) = - 1,5 % per jaar

D (aantal naoorlogse woningen) = + 6 % per jaar (periode 1970-1980)

leeftijdverdeling van de woningen per 1 januari 1968

bouwperiode	% van de voorraad
vóór 1906	20
1906 t/m 1930	21
1931 t/m 1945	13
1946 t/m 1967	46
	100

In 1968 gold dus: $a_1 = 0,54$ en $a_2 = 0,46$.

Uit deze beginverhouding en de bovenvermelde voorraadmutaties vooroorlogse en naoorlogse woningen volgen (grafische oplossingen):

$a_1 = 0,44$ (gemiddeld voor periode 1970-1980);

$a_2 = 0,56$ (gemiddeld voor periode 1970-1980).

8. Proeve van een waterverbruiksraming met het determinanten-model

Zuiver als vingeroefening — meer niet — is met het op deze wijze voorlopig en globaal gekwantificeerde model (geijkt op nationale verhoudingen) een raming uitgevoerd. Hierbij is een trendmatige stijging van de waterprijs voor alle categorieën van verbruikers aangehouden van 1,5 % per jaar voor 1970-1980 en 1 % per jaar voor 1980-2000. Bij een voortgaande waardevermindering van de gulden in het huidige tempo betekent dit een absolute stijging van de waterprijs van ca. 5 % per jaar. De berekening leverde als uitkomsten:

D (huishoudelijk waterverbruik) =	3,3 % per jaar (1970-1980)
	2,5 % per jaar (1980-2000)
D (waterverbruik verzorging) =	4,1 % per jaar (1970-1980)
	3,8 % per jaar (1980-2000)
D (zakelijk waterverbruik) =	4,5 % per jaar (1970-1980)
	4,9 % per jaar (1980-2000)
D (industriële waterverbruik) =	4,8 % per jaar (1970-1980)
	3,7 % per jaar (1980-2000)
D (bijzonder agrarisch verbruik) =	3,0 % per jaar (1970-1980)
	1,2 % per jaar (1980-2000)

Bij de berekening van het groeitempo van het totale waterverbruik, resp. het groeitempo van het waterverbruik uit de openbare voorziening, uit de groeitempi per sector, bleken de volgende parameters (wegingsfactoren) te gelden:

1970-1980	1980-2000
$\alpha = 0,57$	0,42
$\beta = 0,06$	0,08
$\gamma = 0,05$	0,05
$\sigma = 0,30$	0,44
$\epsilon = 0,02$	0,01

Resultaten:

D (totale waterverbruik) =	
	3,9 % per jaar (1970-1980)
	3,2 % per jaar (1980-2000)

D (waterverbruik uit de openbare voorziening) =

4,6 % per jaar (1970-1980)

4,1 % per jaar (1980-2000)

Deze groeitempi zijn afgeleid voor het zgn. netto-waterverbruik, d.w.z. het waterverbruik exclusief de lekverliezen, spuiverliezen en eigen verbruiken. Het is gebruikelijk ramingen voor het toekomstig waterverbruik te betrekken op het bruto-waterverbruik, zijnde het totale beroep op de waterbronnen. Het berekende groeiverloop voor het netto-waterverbruik zou ook gelden voor het bruto-waterverbruik, indien het aandeel lekverliezen, spuiverliezen en eigen verbruik onveranderd zou blijven. Ik hoop, dat dit aandeel in de toekomst verminderd kan worden, maar ik houd hier rekening met een onveranderd aandeel. Dan kunnen ramingen voor het toekomstige waterverbruik berekend worden op basis van de bruto-waterverbruik — cijfers van 1967, vermeld in de brief aan de Tweede Kamer van Staatssecretaris Kruisinga over de basisplannen (november 1969):

Ramingen (exclusief koelwater)

bruto waterverbruik totaal		1980
	= 1375 (1,039) ¹³ =	
	= 1375 1,656 =	2280 mln m ³
bruto waterverbruik totaal		2000
	= 2280 (1,032) ²⁰ =	
	= 2280 1,881 =	4300 mln m ³
bruto waterverbruik uit de openbare voorziening		
1980 =	756 (1,046) ¹³ =	1360 mln m ³
bruto waterverbruik uit de openbare voorziening		
2000 =	1360 (1,041) ²⁰ =	3050 mln m ³

Overzicht van de uitkomsten:

hoeveelheden kwaliteitswater ⁶⁾	1967	1980	2000
bruto waterverbruik totaal	1375	2280	4300
	(100 %)	(166 %)	(310 %)
bruto waterverbruik uit de openbare voorziening, incl. half filtraat	756	1360	3050
	(100 %)	(180 %)	(400 %)
openbare voorziening in % van het bruto waterverbruik totaal	55 %	60 %	70 %

9. Kritische nabeschuiving

Voor tal van zaken is het nodig toekomstprognoses te maken. Water maakt daarop geen uitzondering.

De zin van een dergelijke blik in de toekomst is het coördineren van de maatregelen die vandaag moeten worden genomen om de toekomst veilig te stellen. Het geheel van die maatregelen wordt verwerkt in planning. Planning is het reserveren van mogelijkheden en het aansturen op het benutten van die mogelijkheden. Planning, volgens professor Pen [6], is macro-economische stuurkunst.

Een toekomstvisie en een raming van het waterverbruik in de toekomst, is niet los te maken van de toekomstige planning en het beleid dat daarin tot uitdrukking komt. Het toekomstige tariefbeleid zal op het waterverbruik van invloed zijn. Het belastingen van verbruikt water door heffingen bij lozing eveneens. De woningbouw-politiek

⁶⁾ Geen koelwater, zie blz. 10.

zal uitmaken hoeveel nieuwe woningen zullen worden gebouwd en van welk niveau de sanitaire voorzieningen zullen zijn. Het industriebeleid is van beslissende invloed op het waterverbruik en op de plaatsen waar dit plaatsvindt.

Een raming is daardoor niet een schatting van wat er in de toekomst gaat gebeuren, in de zin van staren in een kristallen bol, maar houdt mede in een gericht beleid. Een deel van dit beleid hebben de waterleidingbedrijven in eigen hand, bijvoorbeeld door de toe te passen tarieven. Voor een gericht nationaal beleid is het daarom urgent dat een landelijk coherent tariefstelsel tot stand komt. Daarnaast hebben zij invloed op de kwaliteit van het af te leveren water, waardoor ook het verbruik zal worden beïnvloed. De kwaliteit kan naar enkele soorten water zijn gedifferentieerd. Ook een juiste voorlichting is een beleidsinstrument van de waterleidingbedrijven (de image van het water!).

Een deel van het beleid ligt buiten onze directe macht, zoals de woningbouw- en industrialisatiebeleid. Hier moeten wij uitgaan van de denkbeelden die in die sfeer heersen en het beleid dat daaruit voortvloeit.

Men komt voor de vraag:

welk deel van het nationaal inkomen is beschikbaar voor de watervoorziening, in welke mate kan water beschikbaar gesteld worden en tegen welke prijs? Het antwoord op deze vraag zal gegeven moeten worden door de waterverbruikers en, namens hen, door de beleidsinstanties.

Een raming blijft daardoor, hoe wetenschappelijk ook van opzet, als toekomstvoorspelling een sprong in het duister. Als beleidsinstrument is het uiterst waardevol omdat het mede de doeleinden vaststelt waarnaar men streeft.

In dit opzicht heeft het determinanten-model in principe een voorsprong op andere methoden. Het onderscheidt op een gewogen wijze de factoren die tot de raming bijdragen. Door deze factoren te variëren kan men de relatieve invloed daarvan vaststellen. Door statistisch onderzoek kan men de berekening verfijnen en regelmatig, bijvoorbeeld om het jaar, zoals het Centraal Economisch Plan corrigeren en aanpassen.

In Amsterdam wordt thans gewerkt aan een determinanten-model voor het eigen voorzieningsgebied. Het lijkt mij gewenst ook voor „het voorzieningsgebied” Nederland een determinanten-model te gaan hanteren, in de zin zoals ik hiervoor heb uiteengezet.

10. Conclusie

Ik wijs er met nadruk op, dat de gevonden uitkomsten niet meer zijn dan de allereerste resultaten, verkregen met een nog onvoldoende uitgewerkt model.

In deze voordracht ging het ook niet om de uitkomsten, maar om de systematiek der ramingen.

Aan een systematische raming van het toekomstige waterverbruik bestaat grote behoefte. Aanbevolen wordt gebruik te maken van de determinanten-methode, waarbij de factoren die het waterverbruik bepalen in een stelsel vergelijkingen zijn gevat: het determinanten-model. Deze vergelijkingen kunnen worden geïjkt op het heden en doorgetrokken naar de toekomst door de determinerende factoren met behulp van de statistiek te analyseren en te schatten.

Deze schattingen gaan uit van het in de toekomst te voeren beleid. Zij houden rekening met de geplande toekomstige ontwikkeling.

Een prognose krachtens een determinanten-model wordt daarmee vooral een beleidsinstrument, meer dan een schouwen in de nevelen van de toekomst.

Als zodanig moet de raming regelmatig aan de heersende inzichten worden aangepast.

Het ligt op de weg van de bedrijven, die gezamenlijk de waterindustrie vormen, deze taak op zich te nemen.

Appendix A

Toelichting op het gebruikte determinanten-model.

Het waterverbruik op een gegeven tijdstip t Y_t is een functie van een aantal waterverbruik bepalende factoren x_i

$$Y_t = a + \sum_{i=1}^{i=n} b_i \cdot x_i$$

a = een constante

b_i = parameter (wegingsfactor)

In de tijd Δt groeit Y_t met ΔY_t , waarbij

$$\Delta Y_t = \sum_{i=1}^{i=n} b_i (\Delta x_i)$$

Δx_i = determinant

Door te werken met determinanten in een dergelijke groei formule ontstaan eenvoudige lineaire vergelijkingen.

Een waterverbruik bepalende factor x_i zal, naar wij aannemen, volgens een exponentiële functie groeien.

$$x_i = (1 + r)^t x_0$$

en:

$$\Delta x_i = r^t x_0$$

waarin

r = accres per jaar

t = tijd in jaren

voorbeeld:

accres

tijd

groeiwaarde

= 3,25 % (per jaar)

= 15 jaar

= 61,6 %

De algemene determinanten vergelijking luidt:

$$\Delta Y_t = \alpha D(A) + \beta D(B) + \gamma D(C) + \sigma D(D) + \varepsilon D(E)$$

waarin α t/m ε parameters (wegingsfactoren zijn en $D(A)$ t/m $D(E)$ determinanten, resp. voor

A wonen

B verzorging

C diensten

D industrie

E tuinbouw en veeteelt

Ieder van de 5 determinanten is opgebouwd uit onderdeterminanten. Bijvoorbeeld voor de sector wonen geldt: waarin

$$D(A) = a_1 D(p) + a_2 D(q) + b_1 D(r) + b_2 D(s)$$

$D(p)$ = determinant vooroorlogse woningen

$D(q)$ = determinant naoorlogse woningen

$D(r)$ = determinant waterbehoefte per vooroorlogse woning

$D(s)$ = determinant waterbehoefte per naoorlogse woning

De determinanten $D(r)$ en $D(s)$ zijn dan weer samengesteld uit nog meer andere determinanten bijvoorbeeld:

$$D(r) = C_1D(1) + C_2D(2) + C_3D(3) + C_4D(4) + C_5D(5) + C_6D(6) + C_7D(7)$$

waarin

$D(1)$ = determinant gemiddelde woningbezetting

$D(2)$ = determinant sanitaire voorzieningen

$D(3)$ = determinant bestand waterverbruikstoestellen

$D(4)$ = determinant aansluitingen centrale warm-watervoorziening

$D(5)$ = determinant aantal auto's per 1000 inwoners

$D(6)$ = determinant aantal tuinen per 1000 inwoners

$D(7)$ = determinant waterbeschaving (correctiefactor)

Tenslotte volgt de determinant voor het *verbruik* uit:

$$D(\text{verbruik}) = p^D (\text{behoefte}) - q^D (\text{prijs})$$

Literatuur

1. Report on a long-range forecasting study Rand Corporation, Santa Monica, California, USA.
2. Huetting, R. ESB 21 januari en 1 april 1970.
3. De systematiek is ontleend aan: „*The demand of electricity in the United States*”. A study in econometrics. C. Kaysen en F. M. Fischer, Cambridge (MIT en Harvard) 1962.
4. Warford, J. J. Hoofdstuk „Water Supply” in „Public Enterprise” edited by R. Turvey. Penguin Modern Economics X 59.
5. Biemond, C. „*De toekomstige ontwikkeling van de waterleidingbedrijven*”. Water 49 (1965) p. 321 t/m 324.
6. Pen, J. Moderne Economie, p. 191. Aula-Boeken, Utrecht-Antwerpen.