

# Projektering van waterbehoefte in stedelike gebiede (Deel 2): 'n Ex post analise van die akkuraatheid van verskillende projeksiemetodes

MF Viljoen<sup>1</sup> en CJ Pretorius<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 339, Bloemfontein 9300, Suid-Afrika

<sup>2</sup> Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 339, Bloemfontein 9300, Suid-Afrika

## Summary

The first question that usually comes to mind with regard to the projection of water demand is which method should deliver the best results. This article endeavours to answer this question in the sense that it undertakes an ex post analysis of the various methods of projection employed by the Institute of Social and Economic Research in 1981. Firstly, the methods employed in 1981 are discussed. Secondly, the various projections made for 1985 and 1990 are compared with the real water consumption figures and, lastly, possible reasons for deviations between the calculated and real water consumption are considered. The article ends with a few significant conclusions derived from the analysis.

## Samevatting

Die eerste vraag wat gewoonlik geopper word wanneer die projektering van waterbehoefte ter sprake kom, is watter projeksiemetode die beste resultate behoort te lewer. Hierdie artikel beantwoord bogenoemde vraag in dié sin dat dit 'n ex post analise onderneem van die akkuraatheid van verskillende projeksiemetodes wat in 1981 deur die Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing aangewend is. Eerstens word dié metodes wat in 1981 toegepas is, bespreek. Tweedens word die verskillende projeksies wat vir 1985 en 1990 gemaak is met die werklike verbruik vergelyk, en laastens word moontlike redes vir afwyking tussen die beraamde en werklike verbruik van nader beskou. Die artikel word afgesluit met insiggewende gevolgtrekkings wat uit dié analise na vore kom.

## Inleiding

Hierdie artikel vorm deel van 'n vierdelige artikelreeks en word voorafgegaan deur **Deel 1** wat die metodologie vir die projektering van waterbehoefte in stedelike gebiede behandel en opgevolg deur **Deel 3** wat die meervoudige regressiemodel as makro-projeksiemodell vir stedelike gebiede van nader beskou.

In die huidige artikel (**Deel 2**) word projeksiemetodes wat in 1981 deur die Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing (ISEN) aan die Universiteit van die Oranje-Vrystaat vir die projektering van watervraag in Bloemfontein en omgewing gebruik is, bespreek. Daarna word die resultate van die onderskeie projeksies met die werklike waterverbruiksyfers vergelyk, waarna redes vir afwykings aangevoer word.

## Metodes wat in die ondersoek toegepas is

Ten einde die opdrag van die 1981-ondersoek te kon uitvoer, is van vier voorspellingsmetodes gebruik gemaak, naamlik tendensekstrapolasie, regressie-ontledings, analogiese modelle en struktuurontledings (Vir 'n omskrywing van die metodes kyk **Deel 1** van die artikelreeks).

Beide analogiese en fenomenologiese tendensekstrapolasie is toegepas op die subgebiede van die ondersoekgebied waarvoor voldoende tydreeksdata ten opsigte van waterverbruik beskikbaar

was - hoofsaaklik die metropolitaanse gebied van Bloemfontein en Dewetsdorp. Hierdie voorspellings is grotendeels slegs as kontrole vir die ander voorspellings aangewend.

Regressie-ontledings van die waterverbruiksdata van die Bloemfontein metropolitaanse gebied is gemaak in 'n poging om die seisoentendense oor tyd te verklaar.

Geografiese analogie is gebruik om toekomstige waterverbruik in die subgebiede waarvoor daar nie voldoende tydreeksdata beskikbaar was nie, te bepaal - hoofsaaklik die swart woongebiede Selosha en Onverwacht (Botshabelo). *Per capita* waterverbruik is in dié gevalle as basis vir toekomstige beramings gebruik. In die geval van die ander gebiede is geografiese analogie as 'n kontrole aangewend.

Eensyds vanweë die termyn van die projeksies (1981 tot 2010), en andersyds vanweë die gebrek aan tydreeksdata vir sommige subgebiede, is struktuurontledings as basis van die waterverbruikvoorspellings gebruik. Dit sluit demografiese ontledings, ruimtelike ordening van woon- en werkplekke van die verskillende bevolkingsgroepe en ontleding van die groeipotensiaal van verskillende groepe en sektore in. Hierdie metode is in samehang met die reeds genoemde voorspellingsmetodes toegepas.

Benewens die teoretiese beginsels en die doel van die 1981-ondersoek, is die metode van ondersoek ook deur praktiese oorwegings bepaal. In dié verband het die relatiewe kort tyd waarin die ondersoek voltooi moes word, die uitgangspunt dat hoofsaaklik net van sekondêre data gebruik gemaak sou word, en leemtes ten opsigte van sekondêre data betreffende sekere subgebiede 'n uitwerking gehad.

Die metode waarop gevolglik besluit is, kan soos volg saamgevat word:

\* To whom all correspondence should be addressed.

Received 2 December 1993; accepted in revised form 11 November 1994.

- Die ondersoekgebied is in subgebiede opgedeel en, waar toepaslik, is onderskeid tussen verskillende waterverbruiksgroepe binne die subgebiede gemaak.
- Die waterverbruiksdata vir elke subgebied en verbruiksgroep ten opsigte waarvan voldoende inligting beskikbaar was, is ontleed ten einde tendense of ander verwantskappe tussen veranderlikes te bepaal.
- 'n Struktuurontleding is ten opsigte van elke subgebied of toepaslike verbruiksgroep gedoen, en verkreeë tendense en verwantskappe, asook analogieë, is saam met die struktuurontledings aangewend om die toekomstige waterbehoefes van elke subgebied en verbruikersgroep te voorspel.

Vervolgens word die verskillende projeksies wat gemaak is van nader beskou en met die werklike verbruiksyfers vergelyk.

## Die verskillende projeksies gemeet teenoor werklike verbruik

### Bloemfontein munisipale gebied

Die toekomstige waterbehoefes van die Bloemfontein munisipale gebied is aan die hand van die volgende verbruikersgroepe voorspel:

- **Groep A:** Sakeondernemings, hotelle, gelisensieerde losieshuise, klubs, woonstelle wat in groot maat voorsien word, staatsdepartemente, enkelkamerwonings, JBM Hertzog Lughawe en sekere militêre kampe. Die verwagting was dat waterverbruik deur dié groep vanaf 1981 tot ongeveer 1991-1996 betreklik sterk sou toeneem, waarna dit stelselmatig sou afplat. Dit sterkste opswaai is veral ten opsigte van uitbreiding van sakeondernemings (as gevolg van stimulering van nywerheids groei en 'n toename in swart koopkrag) en militêre kampe verwag.
- **Groep B:** Blanke residensiële verbruik by afsonderlik gemeterde wooneenhede. In die geval van hierdie verbruikersgroep was daar 'n hele aantal faktore wat aanleiding gegee het tot die verwagting dat die toenamekoers van toekomstige waterverbruik sou daal. Dit sluit in 'n afname in die aanwaskoers van blankes, verhoudelik kleiner erfpoppervlaktes in nuwe woonbuurtes, 'n relatief groter verhouding duplex- en simplekswoonstelle, 'n afname in die gemiddelde blanke gesinsgrootte en die ontwikkeling van Langenhovenpark ('n nuwe woonbuurt buite die munisipale grense van Bloemfontein). Die enigste faktor wat na verwagting tot 'n toename in waterverbruik kon lei, was die verhoging in *per capita* verbruik wat met 'n styging in lewenstandaard en toenemende gebruik van huishoudelike toestelle wat meer water verbruik, gepaardgaan.
- **Groep C:** Blanke skole en skoolkoshuise, die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, die Bloemfonteinse Onderwyskollege, sterrewag, blanke kerke en hospitale, en ander verbruikers wat nie elders geklassifiseer kan word nie. Wat dié groep betref, is aanvaar dat die hoë gemiddelde jaarlikse groei koers wat tussen 1975 en 1980 gegeld het, nog tot 1985 sou voortduur, waarna dit tot 1995 sou afplat en nog verder tot die jaar 2000.
- **Groep D:** Die nywerheidssektor en die Suid-Afrikaanse Vervoerdienste. Wat hierdie groep betref, is verwag dat die afnemende tendens van die sewentigerjare nog die volgende

5 tot 10 jaar sou voortduur, waarna dit aanvanklik teen 'n effens hoër en daarna teen 'n laer koers sou toeneem.

- **Groep E:** Buitestedelike verbruikers. Daar is verwag dat waterverbruik deur dié groep, wat gedurende die sewentigerjare afgeneem het, gedurende die tagtigerjare sou stabiliseer, aangesien die verbruikers wat ten tyde van die studie teenwoordig was, ook nog in die toekoms daar sou wees.

Die waterbehoefes van elk van bogenoemde groepe is tydens die 1981-ondersoek afsonderlik voorspel. Vir doeleindes van vergelyking sou dit ideaal wees indien die werklike verbruik van elke groep met die ooreenstemmende voorspelling vergelyk kon word. Dit is egter nie moontlik nie, aangesien werklike verbruiksyfers vir elke groep nie oor die jare aangeteken is nie. Dit is slegs moontlik om die werklike verbruik van die hele Bloemfontein munisipale gebied met die projeksie vir dié gebied te vergelyk.

Gemeet teen die werklike verbruik vir 1985 en 1990 het die verskillende modelle soos volg onder- (-) of oorvoorspel (+):

|                                            | 1985<br>(%) | 1990<br>(%) |
|--------------------------------------------|-------------|-------------|
| Ekstrapolasie met konstante helling        | +2.21       | -5.39       |
| Ekstrapolasie met konstante groei koers    | +5.1        | +3.7        |
| Voorspellings volgens struktuuranalises    | +22.0       | +22.0       |
| Voorspellings volgens regressie-ontledings | - 5.2       | -11.8       |

Veranderlikes wat in bovermelde modelle verreken is, sluit in bevolkings- en klimaatverandering, sowel as die aard en omvang van ekonomiese aktiwiteite. Uit bostaande blyk dat ekstrapolasie met 'n konstante groei koers die model is wat die naaste aan die werklike voorspel het. Dit word grafies voorgestel in Fig. 1.

Die grootste afwykings in die projeksies het by voorspellings aan die hand van struktuuranalises voorgekom (Fig. 1). Moontlike redes vir die genoemde afwykings word in paragraaf 4 bespreek.

### Botshabelo (Onverwacht)

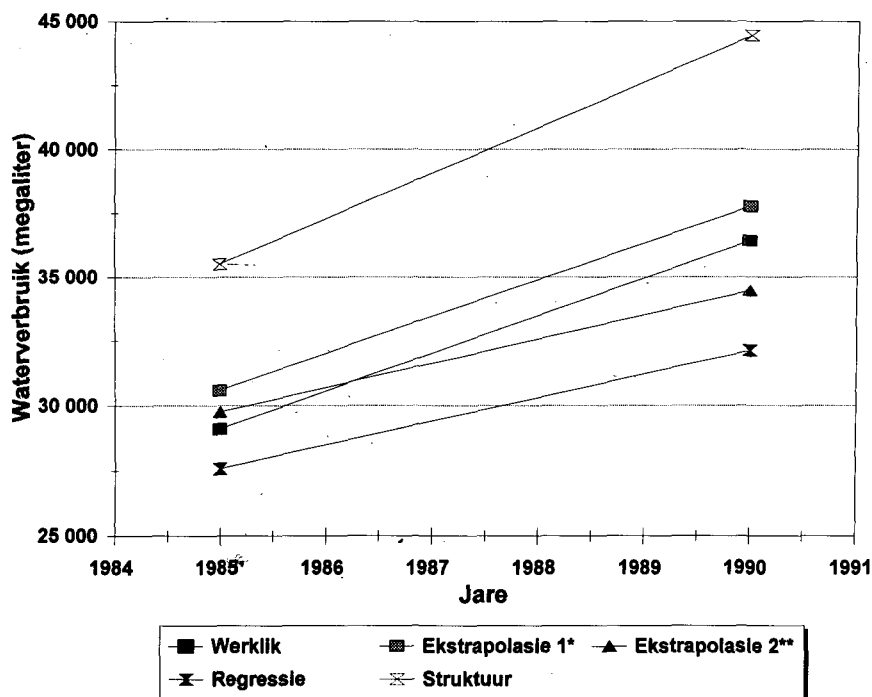
By die beraming van die toekomstige waterbehoefes van Botshabelo is die bevolkingsprojeksies soos in Tabel 1 as uitgangspunt geneem en die *per capita* verbruiksyfer van die swart woonbuurt Mangaung, aangrensend aan Bloemfontein, daarop van toepassing gemaak.

| TABEL 1<br>BOTSHABELO: GEPROJEKTEERDE EN<br>WERKLIKE BEVOLKING, 1985-2010 |                             |                       |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Jaar                                                                      | Geprojekteerde<br>bevolking | Werklike<br>bevolking |
| 1980                                                                      | 60 000                      | 49 405                |
| 1985                                                                      | 131 070                     | 148 383               |
| 1990                                                                      | 174 532                     | 213 680               |
| 1995                                                                      | 226 023                     | -                     |
| 2000                                                                      | 272 305                     | -                     |
| 2005                                                                      | 337 250                     | -                     |
| 2010                                                                      | 409 188                     | -                     |

Die verwagting was dat die sosio-ekonomiese omstandighede van die bevolking in Botshabelo, wat met waterverbruik gekorreleer is, met 'n vyfjaarsloering met dié in Mangaung sou tred hou.

**Figuur 1**  
Bloemfontein munisipale gebied:  
Geprojekteerde watervraag volgens  
regressie-ontledings, ekstrapolasie  
met 'n konstante helling en groeikoers  
en 'n struktuurontleding  
(1981-beramings) teenoor  
werklike watervraag  
vir 1985 en 1990

\* Ekstrapolasie met konstante  
groeikoers  
\*\* Ekstrapolasie met konstante  
helling



Weens die grootskaalse infrastruktuurskepping wat in Botshabelo moes plaasvind, is egter op dieselfde *per capita* waterverbruik as vir Mangaung gewerk. 'n Vergelyking tussen die verwagte toekomstige waterbehoefte en die werklike verbruik verskyn in Tabel 2. Redes vir bogenoemde afwyking word in paragraaf 4 bespreek.

| TABEL 2<br>BOTSHABELO: BERAAMDE GEMIDDELDE JAARLIKSE<br>WATERBEHOEFTE TEENOR DIE WERKLIKE VERBRUIK<br>(MILJOEN k), 1985 EN 1990 |                           |                      |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Jaar                                                                                                                            | Beraamde<br>waterbehoefte | Werklike<br>verbruik | % oor(+) of<br>onder(-) beraam |
| 1985                                                                                                                            | 2.39                      | 0.976                | +145                           |
| 1990                                                                                                                            | 4.78                      | 3.054                | +57                            |

#### Selosesha en Thaba Nchu

Gedurende 1981 was die *per capita* waterverbruik in Seloseshu en Thaba Nchu reeds vergelykbaar met dié van die Kleurlingdorp, Heidedal, by Bloemfontein. Verwagte bevolkingstoename en verbetering van die sosio-ekonomiese omstandighede van die inwoners (byvoorbeeld as gevolg van die installering van 'n rioolnetwerk vir huisbewoners) is in ag geneem en, bykomend hiertoe, is aanvaar dat die toekomstige waterbehoefte van die dorp grootliks beïnvloed sou word deur die aard en omvang van nuwe nywerheidsontwikkeling waarvoor die basiese infrastruktuur reeds bestaan het. Ten einde hiervoor voorsiening te maak, is die beraamde *per capita* waterverbruik van die swart inwoners tot 1990 vinniger verhoog as wat andersins die geval sou wees, waarna vir 'n meer geleidelike toename tot 2010 voorsiening gemaak is.

Die *per capita* waterverbruik per dag vir die inwoners van Thaba Nchu gedurende 1980-91 is beraam op nagenoeg 200 l.

Hierdie relatief lae verbruik vir blankes, in vergelyking met byvoorbeeld Dewetsdorp, moet hoofsaaklik toegeskryf word aan die feit dat 'n betekenisvolle gedeelte van die water wat in Thaba Nchu gebruik word, uit private of munisipale boorgate, waarvan die waterlewering nie bekend is nie, voorsien word. Ten einde vir 'n toekomstige toename in waterverbruik uit ander bronne as boorgate voorsiening te maak, is die beraamde *per capita* verbruik deur blankes stelselmatig na 400 l per dag verhoog, om onder andere ook vir swart werkers en swart besoekers aan die dorp voorsiening te maak. Die verwagte waterbehoefte van Seloseshu en Thaba Nchu teenoor werklike verbruik word in Tabel 3 aangetoon.

Moontlike oorsake vir bogenoemde afwyking word in paragraaf 4 bespreek.

| TABEL 3<br>SELOSESHA EN THABA NCHU: BERAAMDE<br>GEMIDDELDE JAARLIKSE WATERBEHOEFTE<br>TEENOR WERKLIKE VERBRUIK (MILJOEN k),<br>1985 EN 1990 |                           |                      |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Jaar                                                                                                                                        | Beraamde<br>waterbehoefte | Werklike<br>verbruik | % oor(+) of<br>onder(-) beraam |
| 1985                                                                                                                                        | 0.889                     | 1.060                | -16                            |
| 1990                                                                                                                                        | 1.358                     | 1.620                | -16                            |

#### Dewetsdorp munisipale gebied

In die geval van beide Dewetsdorp en Marojaneng (die swart woonbuurt by Dewetsdorp) het die *per capita* waterverbruik gedurende die sewentigerjare stelselmatig toegeneem, met 'n versnelling gedurende die tweede helfte van die dekade. Wat Dewetsdorp betref, is verwag dat die *per capita* verbruik nog tot ongeveer 1990 in 'n mate sou toeneem, waarna dit na verwagting sou stabiliseer. Hierdie verwagte stabilisering sou bewerkstellig

**TABEL 4**  
**DEWETSDORP MUNISIPALE GEBIED: BERAAMDE GEMIDDELDE JAARLIKSE WATERBEHOEFTE VOLGENS**  
**EKSTRAPOLASIES MET KONSTANTE HELLING EN GROEIKOERS, ASOOK STRUKTUURANALISES TEENOR**  
**WERKLIKE VERBRUIK (MILJOEN k), 1985 EN 1990**

| Jaar | Beraamde waterbehoefte |                             |                      |                             |                             |     | Werklike verbruik |
|------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----|-------------------|
|      | Ekstrapolasie          |                             |                      |                             | Struktuuranalise            |     |                   |
|      | Konstante helling      | % oor(+) of onder(-) beraam | Konstante groeikoers | % oor(+) of onder(-) beraam | % oor(+) of onder(-) beraam |     |                   |
| 1985 | 0.135                  | -4                          | 0.136                | -3                          | 0.165                       | +18 | 0.140             |
| 1990 | 0.154                  | +45                         | 0.166                | +57                         | 0.188                       | +77 | 0.106             |

**TABEL 5**  
**BERAAMDE GEMIDDELDE JAARLIKSE WATERBEHOEFTE VIR BLOEMSPRUIT, BAINSVLEI EN**  
**LANGENHOVENPARK TEENOR DIE WERKLIKE VERBRUIK (MILJOEN k), 1985 EN 1990**

| Jaar | Bloemspuit |         |                             | Bainsvlei |         |                             | Langenhovenpark |         |                             |
|------|------------|---------|-----------------------------|-----------|---------|-----------------------------|-----------------|---------|-----------------------------|
|      | Beraam     | Werklik | % oor(+) of onder(-) beraam | Beraam    | Werklik | % oor(+) of onder(-) beraam | Beraam          | Werklik | % oor(+) of onder(-) beraam |
| 1985 | 1.58       | 0.87    | +82                         | 0.73      | 0.62    | +18                         | 0.12            | 0.55    | -78                         |
| 1990 | 1.89       | 1.08    | +75                         | 0.98      | 1.01    | -3                          | 0.24            | 0.89    | -73                         |

word deur, byvoorbeeld, die uitwissing van agterstande ten opsigte van tuinmaak wat in die verlede as gevolg van waterbeperkings ontstaan het, asook deur die feit dat sosio-ekonomiese omstandighede, soos die verwagte veroudering van die blanke bevolking en verkleining van gesinsgroottes, waarskynlik 'n vermindering in waterverbruik tot gevolg sou hê.

Voortdurende verbetering van die lewensomstandighede van die swart gemeenskap in Maroaneng sou na verwagting deurlopend tot 'n toename in die *per capita* waterverbruik in ooreenstemming met die verwagte patroon in die swart woonbuurt van Bloemfontein lei.

Tabel 4 verskaf besonderhede aangaande die verwagte toekomstige waterbehoefte vir Dewetsdorp munisipale gebied, soos op verskillende maniere beraam, teenoor die werklike verbruik. Volgens die struktuuranalises sou die blankes se aandeel met verloop van tyd in vergelyking met dié van die swart dorp (wat steeds sou toeneem) daal, en is, in totaal, die hoogste waterbehoefte in die jaar 2005 verwag. Die verwagte gemiddelde jaarlikse watervoorsiening vanuit die Welbedacht-dam is bepaal deur te aanvaar dat die gemiddelde jaarlikse voorsiening uit boorgate, naamlik  $0.0636 \times 10^6$  k (die gemiddelde sedert 1965), in die toekoms sou voortduur.

Uit Tabel 4 is dit duidelik dat ekstrapolasie met 'n konstante groeikoers die waterverbruik vir 1985 die naaste aan korrek voorspel het. Vir 1990 (wat 'n laer verbruiksyfer as 1985 het) het al die metodes veroorberaam, terwyl ekstrapolasie met 'n konstante helling die naaste aan korrek was. Redes vir die afwykings word later bespreek.

### Bloemspuit, Bainsvlei en Langenhovenpark

Die geprojekteerde waterbehoefte teenoor werklike verbruik vir Bloemspuit, Bainsvlei en Langenhovenpark word in Tabel 5 uiteengesit. In die geval van Bainsvlei is geredeneer dat waterverbruik uit die Welbedacht-dam, soos aangedui deur die getal watermeters, stelselmatig sou toeneem tot 'n volle besetting van die toe beskikbare 1 417 hoewes plus 'n addisionele 80 in 1995, waarna 'n verdere 120 na verwagting tot 2010 in gebruik geneem sou word. Die addisionele meters sou waarskynlik hoofsaaklik benodig word as gevolg van onderverdeling van bestaande kleinhoewes en 'n versnelde toename in die ingebruikneming van bestaande meters tot 1995 (teenoor daarna). Dit sou weer die gevolg wees van vollediger gebruikmaking van reeds beskikbare waterfasiliteite vanuit die Welbedacht-dam deur huidige bewoners, asook deur 'n snelgroeïende totale bevolking gedurende die periode. Verbetering in sosio-ekonomiese omstandighede van alle hoewebewoners, sowel as volle besetting van die bestaande hoewes teen 1995, veral deur die swart bevolking, sou die gemiddelde daaglikse waterverbruik per meter na verwagting tot 2 250 l per dag in 1995 laat toeneem, waarna dit waarskynlik sou stabiliseer.

Bloemspuit sou na verwagting vanaf Desember 1981 water uit die Welbedacht-dam verkry. By die beraming van die waterbehoefte is, soos in die geval van Bainsvlei, die getal kleinhoewes as uitgangspunt geneem, en die waterverbruik per hewe is analoog aan Bainsvlei stelselmatig tot 1995 verhoog, waarna dit waarskynlik sou stabiliseer. Daar is van die veronderstelling uitgegaan dat 25%

van die huidige getal hoewes tot en met 1995 onderverdeel sou word en 'n verdere 25% teen 2010.

Die toekomstige waterbehoefte van Langenhovenpark is beraam deur die aard en tempo van woonerfontwikkeling aldaar as uitgangspunt te neem en die funksionele samestelling van Langenhovenpark in verband te bring met die aard van die funksionele samestelling van die Bloemfontein munisipale gebied. Vanweë groter woonerwe in Langenhovenpark is 'n hoër waterverbruiksyfer per erf verwag, naamlik 2 000 l per dag. Dié verwagte verbruiksyfer is egter met 25% verhoog om vir die ontwikkeling van gepaardgaande infrastruktuur en dienste voorsiening te maak.

Moontlike redes vir genoemde afwykings word later in hierdie artikel bespreek.

### Die totale ondersoekgebied

Benewens Bloemfontein munisipale gebied, Botshabelo, Dewetsdorp munisipale gebied, Selosha, Thaba Nchu, Bloemspruit, Bainsvlei en Langenhovenpark, is daar ook ander kleiner waterverbruikers wat binne die spesifieke ondersoekgebied geleë is. Laasgenoemde sluit hoofsaaklik die volgende in: Bloemindustria, Jimmy Rooskool, UOVS-proefplase, ander verbruikers uit die Rusfontein dam, ander verbruikers uit die Welbedacht-Bloemfontein-pyplyn, Grootvlei-gevangenis, De Brug militêre basis, en Senok en Country Bird. Dié verbruikers is gesamentlik vir ongeveer 3.6% van die totale watervraag in die ondersoekgebied verantwoordelik. Deur die projeksies vir die gebied met die werklike verbruik te vergelyk, kan bogenoemde kleiner verbruikers ook verreken word (kyk Tabel 6). Die beraamde gemiddelde jaarlikse waterbehoefte vir die totale ondersoekgebied is aan die hand van 'n struktuuranalise bepaal.

| <b>TABEL 6</b><br><b>BERAAMDE GEMIDDELDE JAARLIKSE WATERBEHOEFTE</b><br><b>VIR DIE TOTALE ONDERSOEKGEBIED VOLGENS</b><br><b>STRUKTUURANALISES TEENOR DIE WERKLIKE</b><br><b>VERBRUIK (MILJOEN kℓ), 1985 EN 1990</b> |                        |                   |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Jaar                                                                                                                                                                                                                | Beraamde waterbehoefte | Werklike verbruik | % oor(+) of onder(-) beraam |
| 1985                                                                                                                                                                                                                | 42.77                  | 36.43             | +17                         |
| 1990                                                                                                                                                                                                                | 55.68                  | 48.10             | +16                         |

### Moontlike redes vir afwykings tussen beraamde en werklike verbruik

Moontlike redes vir afwykings tussen beraamde en werklike verbruik word nou ten opsigte van elke subgebied binne die totale ondersoekgebied van nader beskou.

### Bloemfontein munisipale gebied

Wat hierdie gebied betref, blyk uit Tabel 7 dat die projektering van watervraag deur middel van ekstrapolasie (hetsy met 'n konstante

| <b>TABEL 7</b><br><b>BLOEMFONTEIN MUNISIPALE GEBIED: WERKLIKE WATERVERBRUIK</b><br><b>(MILJOEN ℓ) EN BEVOLKINGSGETALLE TEENOR DIE BERAAMDE</b><br><b>WATERVERBRUIK EN BEVOLKINGSPROJEKSIES, 1985 EN 1990</b> |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Waterverbruik                                                                                                                                                                                                | 1985    | 1990    |
| Werklike verbruik                                                                                                                                                                                            | 29 116  | 36 416  |
| Ekstrapolasie met konstante groeikoers                                                                                                                                                                       | 30 601  | 37 765  |
| Ekstrapolasie met konstante helling                                                                                                                                                                          | 29 759  | 34 454  |
| Meervoudige regressiemodel                                                                                                                                                                                   | 27 597  | 32 136  |
| Struktuur-analise                                                                                                                                                                                            | 35 518  | 44 437  |
| <b>Bevolking</b>                                                                                                                                                                                             |         |         |
| Werklik: Totaal                                                                                                                                                                                              | 209 965 | 268 600 |
| Blank                                                                                                                                                                                                        | 93 211  | 96 500  |
| Kleurling                                                                                                                                                                                                    | 16 424  | 19 100  |
| Swart                                                                                                                                                                                                        | 100 330 | 153 000 |
| Projeksie: Totaal                                                                                                                                                                                            | 198 096 | 221 587 |
| Blank                                                                                                                                                                                                        | 80 360  | 85 045  |
| Kleurling                                                                                                                                                                                                    | 19 538  | 24 352  |
| Swart                                                                                                                                                                                                        | 98 198  | 112 190 |

groeikoers of helling) die naaste aan die werklikheid gekom het. Insiggewend is die feit dat die meervoudige regressiemodel telkens onder- en die struktuuranalise oorvoorspel het. Wat die struktuuranalise betref, het die ontwikkeling wat voorsien is nie altyd plaasgevind nie. Die grootste enkele rede vir die afwykings is egter dat die bevolkingsprojeksies nie in die kol was nie. Die totale bevolkingsprojeksie vir 1985 en 1990 was onderskeidelik ongeveer 5.7% en 17.5% te laag. Weens die feit dat bevolking as sodanig 'n dominante rol in die bepaling van waterbehoefte in die spesifieke ondersoekgebied speel, is dit bykans onmoontlik om meer akkurate waterprojeksies te maak indien die bevolkingsprojeksies nie nader aan korrek is nie.

Verdere berekenings toon dat nader aan die werklike syfer gekom kan word deur die gemiddelde van die vier verskillende projeksies te bereken. Die gemiddelde projeksie vir 1985 was 30.87 teenoor 'n werklike verbruik van  $29.12 \times 10^6$  kℓ. Vir 1990 was die gemiddelde syfer van 37.98 teenoor 'n werklike syfer van  $36.42 \times 10^6$  kℓ ook redelik na aan akkuraat. Dié bevinding moet as voorlopig beskou word omdat geen kousale of wiskundige argument aangevoer kan word waarom die gemiddelde projeksie altyd meer akkuraat sal wees nie.

### Botshabelo

Volgens die watervraagprojeksies vir Botshabelo sou dié woongebied in 1985 reeds  $2.39 \times 10^6$  kℓ water benodig het teenoor die werklike verbruik van  $0.976 \times 10^6$ . Die projeksie vir 1990 van  $4.78 \times 10^6$  kℓ was ook hoër as die werklike verbruik van  $3.054 \times 10^6$ . Dit blyk dat die aanname dat Botshabelo se *per capita* verbruik in 1985 dieselfde vlakke as dié van Mangaung sou bereik, nie gerealiseer het nie. Laasgenoemde aanname was dan ook hoofsaaklik vir bogenoemde relatief onakkurate projeksie verantwoordelik. Indien suiwer na die bevolkingsyfers gekyk word, sou 'n mens verwag dat die waterprojeksie vir 1985 eerder te laag as te hoog sou wees, aangesien die geprojekteerde bevolking

(131 070 persone) heelwat laer as die werklike getal (148 383) was.

Wat die 1990-waterprojeksie betref, blyk dit dat die afwyking wat in dié geval voorkom, grootliks veroorsaak is deur 'n bevolkingsprojeksie wat heelwat van die werklike syfer verskil het. (Die geprojekeerde bevolking vir 1990 was 174 532 persone teenoor 'n werklike getal van 213 680.)

### Selosesha en Thaba Nchu

Alhoewel ruimskoots voorsiening gemaak is vir nywerheidsontwikkeling in Selosesha asook verhoogde *per capita* verbruik, het die beraamde syfers, soos in Tabel 3 aangedui, heelwat tekortgeskiet. Ontwikkeling in Selosesha en Thaba Nchu het verwagtinge heeltemal oortref, en die ontstaan van Thaba Nchu Sun en Naledi Sun is ontwikkelings wat nie in 1981 voorsien en in ag geneem is nie. Die onderberaming van die waterbehoefte vir die gebied is gevolglik begryplik.

### Dewetsdorp munisipale gebied

Wat die beraamde watervraag vir 1985 betref, was die voorspellings baie na aan die kol. Die voorspellings vir 1990 sou waarskynlik ook redelik na aan werklike verbruik gewees het as dit nie was dat die aanwending van meer ongemeterde boorgatwater tot gevolg gehad het dat die verbruik in 1990 laer as in 1985 was nie. In die beraming van watervraag is aanvaar dat watervoorsiening vanuit boorgate  $0.0636 \times 10^6 \text{ k}\ell$  per jaar sou beloop. Bykomende boorgate het egter daartoe gelei dat watervoorsiening vanuit sulke bronne in 1990 ongeveer  $0.123 \times 10^6 \text{ k}\ell$  beloop het. Dié addisionele boorgatwater laat die voorspelling vir 1990 redelik onakkuraat voorkom. Dit was egter nie voorsien dat ekstra water op hierdie wyse beskikbaar sou kom nie.

### Bloemspruit, Bainsvlei en Langenhovenpark

Wat Bloemspruit betref, is vir beide 1985 en 1990 oorberaam. Die hoofredes was dat hoewes nie teen dieselfde tempo onderverdeel is as wat aanvanklik verwag is nie en dat die aanwending van ongemeterde boorgatwater altyd 'n onberekembare faktor bly.

Uit 'n vergelyking tussen die beraamde en werklike waterverbruik van Bainsvlei blyk dat die aannames wat ten tye van die projeksies gemaak is, gerealiseer het en, indien 'n mens in ag neem dat daar ook in hierdie geval heelwat gebruik van ongemeterde boorgatwater gemaak word, is die ramings wat vir 1985 en veral 1990 gemaak is baie na aan die kol.

Die aannames wat betreffende Langenhovenpark gemaak is, was na aan korrek. Ontwikkeling het egter teen 'n vinniger tempo geskied as wat voorsien is. Dit is dan ook die hoofrede waarom die beraamde verbruik heelwat laer as die werklike was.

### Die totale ondersoekgebied

Uit Tabel 6 is dit duidelik dat, wat die totale ondersoekgebied betref, die beraamde waterbehoefte volgens struktuuranalises

heelwat hoër as die werklike verbruik was. Die hoofredes vir dié afwyking is dat ontwikkeling wat vir die totale gebied voorsien is, nie gerealiseer het nie en dat bevolkingstendense, veral na die afskaffing van instromingsbeheer in 1986, heeltemal verander het.

### Gevolgtrekking

Uit voorafgaande is dit duidelik dat die projektering van toekomstige watervraag geen eenvoudige taak is nie. Dit is belangrik dat eerder oor- as ondervoorspel sal word, en aan hierdie vereiste het die genoemde navorsing meestal voldoen. Die belangrikste aspekte wat aanleiding gegee het tot afwykings is struktuurveranderinge en bevolkingsgroei wat nie volgens verwagting verloop het nie.

Wat laasgenoemde betref, het die onvoorsiene afskaffing van instromingsbeheer in 1986 'n groot bydrae gelewer, veral ten opsigte van die Bloemfontein munisipale gebied.

Afleidings wat uit die ondersoek gemaak kan word, is die volgende:

- Vir gebiede waarvoor verskeie projeksiemetodes gebruik kon word, het die gemiddelde beraming (van die verskillende metodes) die akkuraatste voorspelling opgelewer. Geen kousale of wiskundige argument kan hiervoor aangevoer word nie en dit kan dus nie aanvaar word dat dit altyd geldig sal wees nie.
- Namate die projeksietermyn korter was, het die metodes meestal meer korrek voorspel.
- Aangesien die verskillende projeksiemetodes as gevolg van datatekorte, nie in al die gebiede toegepas is nie, is dit nie moontlik om uitsluitel oor die beste metode te gee nie. In die geval van die Bloemfontein munisipale gebied (waar verskeie metodes wel toegepas is) het tendensekstrapolasie die beste gevaar en regressie-ontledings die tweede beste. Indien die bevolkingsvoorspellings meer akkuraat was, sou die regressiemodel waarskynlik net so goed of beter gevaar het. Laasgenoemde hipotese is verder benut in 'n opvolgondersoek na die toepasbaarheid van die meervoudige regressiemodel as makroprojeksiemodel, en Deel 3 van die artikelreeks doen hieroor verslag.

### Erkenning

Finansiële ondersteuning van die Waternavorsingskommissie vir die onderneem van die navorsing word met dank erken.

### Bronnelys

VILJOEN, MF en VIVIER, DT (1981) *Projeksie van Waterbehoefes van Bloemfontein en Omgewing tot die Jaar 2010*. Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.