

Projektering van waterbehoefte in stedelike gebiede (Deel 4): Struktuuranalise as makro-projeksiemodel

CJ Pretorius¹ en MF Viljoen^{2*}

¹ Sentrum vir Ontwikkelingsteun, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 339, Bloemfontein 9300, Suid-Afrika.

² Departement Landbou-ekonomie, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 339, Bloemfontein 9300, Suid-Afrika.

Samevatting

Die projektering van toekomstige watervraag in 'n ontwikkelende land soos Suid-Afrika is 'n komplekse en moeilike taak. In die meer gevestigde gebiede soos Bloemfontein munisipale gebied waar woonhuise, sake-ondernemings en nywerhede gevorderd ontwikkel is, kan toekomstige uitbreidings se watervraag redelik akkuraat voorspel word. In histories onderontwikkelde woongebiede waar ontwikkelingsaspekte soos tenkwaens vir watervoorstening, staankrane in strate vir blokgebruik, putlatrines en ongemeterde water insluit, behels die projektering van watervraag egter heelwat meer. In hierdie artikels word na die projektering van watervraag van 'n gebied wat uit so 'n verskeidenheid gebruikers bestaan, gekyk, naamlik Bloem Water (voorheen Bloemarea Wateraad). Die werkwyse wat gevolg is asook die gevolgtrekking waartoe gekom is, kan handig te pas kom vir diene wat soortgelyke projeksiens aan die hand van struktuurontledings beoog.

Summary

To estimate the future demand for water in a developing country such as South Africa, is a complex and difficult task. However, in more established areas such as the Bloemfontein municipal area, where residential, business and industrial facilities are in an advanced developed phase, the demand for water for future development can be predicted reasonably accurately. In historically underdeveloped townships, where development involves the use of tank trucks to supply water, communal taps, pit latrines and a non-metered water supply, such a forecast is far more complex. In this article we discuss the issue of forecasting the water requirements of an area for just such a diversity of consumers, by means of a structure analysis. The methods used and the conclusions arrived at, could come in handy for those contemplating a similar project.

Inleiding

Hierdie artikel vorm deel van 'n vierledige artikelreeks en word voorafgegaan deur **Deel 1** (Pretorius et al., 1995) wat die metodologiese oorsig vir die projektering van waterbehoefte in stedelike gebiede behandel, **Deel 2** (Viljoen en Pretorius, 1995) wat 'n *ex post* analise van die akkuraatheid van verskillende projeksiemetodes bied en **Deel 3** (Van Niekerk et al., 1995) wat die meervoudige regressiemodel as makro-projeksiemodel vir stedelike gebiede van nader beskou.

In 'n belangeg gebied soos die van Bloem Water waar 'n wye verskeidenheid waterverbruikers met 'n verskeidenheid gebruike voorkom, is struktuuranalise as projeksiemodel uiters geskik vir die wydteentlopende omstandighede. In die huidige artikel (**Deel 4**) word die metodologie van die struktuuranalise en die toepassing daarvan in Bloem Water se belangeg gebied bespreek en toegelig. Daarna word Bloemfontein munisipale gebied van nader beskou, gevolg deur Bainsvlei en Langenhovenpark, Bloemspruit-hoewegebied, Botshabelo, Dewetsdorp en die ander kleiner verbruikers. Die artikel word laastens met gevolgtrekkings afgesluit.

Die metodologie van struktuuranalise (Viljoen en Vivier, 1981)

Struktuurontleding dui op die ontleding aan die hand van verwagte sosio-ekonomiese, sosio-politieke en/of tegno-ekonomiese ontwikkeling van ter sake makro-aspekte wat 'n invloed op die toekomstige watergebruike van 'n bepaalde geografiese gebied mag hê. Dit sluit onder andere demografiese ontledings, ontledings van die industriële groeipotensiaal en die ruimtelike ordening van ekonomiese aktiwiteite in (Spies, 1981). Hierdie tipe ontledings inkorporeer gewoonlik ook ander voorspellingsmetodes soos wat onder meer blyk uit die vooruitskatting van die waterbehoefte van Roemenië, (Predescu en Dima, 1976). Volgens die navorsers vereis die bepaling van byvoorbeeld die toekomstige behoefte aan industriële water diepgaande ontledings van verskeie faktore. Eers word begin deur tydreksontledings te maak van die volume produksie geproduseer vir nywerhede wat groot gebruikers van water is. Vir elke sodanige nywerheid word die toekomstige groei in produksie dan vir spesifieke tydperke in die toekoms beraam, in die lig van verwagte veranderings in die samestelling van die totale nywerheidswee en met inagneming van nasionale groeikoerse en doelwitte. (Eksponensiële en begrensde groei-modelle word dikwels by die tipe beramings gebruik.) Vir elke nywerheidsgroep of subgroepe word die watergebruik per eenheid produk histories ontleed en vir die toekoms beraam met inagneming van faktore soos moontlike hersirkulering van water en verbeterde waterbesparingstechnologie. Deur die verwagte toekomstige produksievolume van elke nywerheidsgroep te vermenigvuldig

* To whom all correspondence should be addressed.

☎ (051) 401-2213; fax (051) 448-0692; e-mail giel@landbou.uovs.ac.za
Received 6 October 1995; accepted in revised form 7 August 1996.

met die verwagte waterbehoefte per eenheid produk, kan die totale watervraag dan bepaal word.

Faktore wat met struktuuranalise verreken moet word

'n Verskeidenheid faktore beïnvloed die vraag na water binne 'n bepaalde geografiese gebied. Hierdie faktore wat in die mens en sy lewensaktiwiteite setel, kan geklassifiseer word volgens die verskillende gebruike van water (huishoudelik, nywerheid, openbaar, ensovoorts) of volgens die aard van die beïnvloedende faktore. Vir doeleindes van die bespreking word dit geklassifiseer volgens die aard van die beïnvloedende faktore wat ingedeel kan word in openbare owerheidsoptrede soos onder meer vergestalt in beleidsmaatreëls asook demografiese, kulturele en etniese, sosio-ekonomiese, ekonomiese, tegno-ekonomiese en natuurlike faktore. Vervolgens word voornoemde kortliks toegelig.

Openbare owerheidsoptrede

Deur 'n verskeidenheid van direkte en indirekte beleidmaatreëls en optredes is die regering van die dag op nasionale, provinsiale en plaaslike vlak besig om die aard en omvang van die menslike aktiwiteite te beïnvloed en te rig ten einde in te pas by die oorhoofse nasionale, streek- en plaaslike ontwikkelingsdoelstellings (Kollar and Macauley 1980:9). Op nasionale vlak word byvoorbeeld gesorg dat oorhoofse ruimtelike ordening van 'n bepaalde gebied inpas by die breëre nasionale doelwitte. Ook word die ontwikkelingstempo van bepaalde sektore beïnvloed deur byvoorbeeld die daarstelling van sekere nasionale infrastruktuurdienste soos nasionale paaie, poskantore, polisiekantore en ander, stigting van Staatskorporasies soos Iscor en Sasol, beskikbaarstelling van fondse vir behuising, vervoerrabatte, subsidies en belastingvoordele om die aard en tempo van nywerheidsvestiging en uitbreiding te beïnvloed, asook 'n verskeidenheid ander wetsmaatreëls soos byvoorbeeld wette op besoedelingsbeheer (Parsons, 1976:181). Ook die provinsiale owerhede het besliste bydraes in voornoemde verband te lewer. Eksplosie beïnvloeding spruit onder meer voort uit die huidige tempo sowel as die toekomstige aard, omvang en ontwikkelingstempo van dienste wat onder die provinsiale regering ressorteer.

Plaaslike owerhede se invloed op watergebruike binne stedelike gebiede vind op verskeie maniere plaas. Benewens watergebruik in munisipale geboue, is die munisipale owerheid deur die voorsiening van dienste soos openbare parke, tuine, elektrisiteit en die brandweer self 'n betekenisvolle verbruiker van water. Voorts beïnvloed dit watergebruik deur die grootte van woonerwe wat toegestaan word en die tempo van erweontwikkeling; die wyse waarop water aan huisbewoners voorsien word, byvoorbeeld gemeterde teenoor nie-gemeterde lewering; die deursnee van pype en die waterdruk waarteen water aan die individuele gebruikers voorsien word; die fasiliteite beskikbaar vir suiwering en hergebruik van water en die mate waarin dit self gesuiwerde water hergebruik; die watertarifstruktuur; asook die aard en omvang van waterbepalingsmaatreëls wat periodiek ingestel word (Lauria, 1974:244; Sonnen en Evenson, 1979:447; Gebhardt, 1970:6; Phillips, 1972).

Demografiese faktore

Van die demografiese faktore is bevolkingstoename die belangrikste faktor wat toekomstige waterbehoefte bepaal deur die wesenlike uitwerking wat dit op feitlik alle watergebruiksgroepe het (Gebhardt, 1970). Ander demografiese faktore wat 'n

invloed op huishoudelike gebruike kan hê, is gesinsgrootte en ouderdomsamestelling (Darr et al., 1975; Hanson en Hudson, 1966; Wolff, 1961; Linaweaver et al., 1967).

Kulturele en etniese faktore

By kulturele en etniese faktore kan gemeld word dat daar byvoorbeeld in Israel verskille in huishoudelike watergebruike tussen mense uit verskillende kultuurafkomste bevind is (Darr et al., 1975). Ook binne die Republiek van Suid-Afrika (RSA) kom daar betekenisvolle verskille in die *per capita* watergebruike tussen die verskillende bevolkingsgroepe voor (Gebhardt, 1970; Van Duuren, 1978). Selfs binne die swart bevolkingsgroep word verskille tussen etnisiteite aangetref (Gebhardt, 1970). Hoewel dit aanvaar kan word dat kultuur en etnisiteit 'n besliste bydrae tot die verskille te lewer het, speel sosio-ekonomiese omstandighede waarskynlik die vernaamste rol.

Sosio-ekonomiese faktore

Sosio-ekonomiese faktore lewer nie alleen 'n bydrae tot die verklaring van verskille in huishoudelike watergebruike tussen groepe nie, maar ook binne sekere bevolkingsgroepe. Van die vernaamste faktore wat al geïdentifiseer is en tiperend is van 'n bepaalde lewenstandaard wat gehandhaaf word, is gehalte van woonbuurt, waardasie van eiendom, grootte van erf, getal vertrekke in woonhuis, gesinsgrootte, inkome van huishouding, aanwesigheid van spoelgeriewe en die aard en omvang van watergebruikstoerusting (Gebhardt, 1970; Ellis en Van Duuren, 1974; Van Duuren, 1978).

Ekonomiese faktore

Hoewel sekere ekonomiese faktore, soos die prys wat vir water gevra word, die inkome van die gesin en aansporingsmaatreëls deur die Owerheid om nywerhede te vestig, reeds by bespreking van die vorige faktore vermeld is, (Katzman, 1977) is daar 'n reeks ander ekonomiese faktore wat op 'n meer indirekte wyse 'n rol speel. Dit is naamlik daardie faktore wat die samestelling, aard, omvang en winsgewendheid van sake-ondernemings en nywerhede in 'n gebied bepaal. Hier word spesifiek verwys na die hoedanighede van vestigings- en markfaktore.

Tegno-ekonomiese faktore

Tegno-ekonomiese faktore verwys op hul beurt na daardie faktore ten opsigte van masjinerie, installasies en toerusting wat die ekonomie van watervoorsiening en watergebruik beïnvloed. Aan die voorsieningskant behels dit onder andere hoogteplasing van reservoirs, grootte van pompe en deursnee van pype (Gebhardt, 1970; Bobee et al., 1980). Aan die gebruikskant behels dit die plasing, aantal en effektiwiteit van krane en kleppe, die mate waartoe dit effektief in nywerheidsproduksieprosesse aangewend word, byvoorbeeld om te verkoel, te prosesseer en te reinig (Kollar and Macauley, 1980), die doeltreffendheid van spoelgeriewe in openbare en ander geboue en die doeltreffendheid van watergebruikstoerusting, byvoorbeeld outomatiese wasmasjiene en skottelgoedwassers in woonhuise.

Natuurlike faktore

Die natuurlike faktor wat die grootste effek aan die voorsieningskant op die hoeveelheid water wat gebruik sal word, uitoefen, is die fisiese hoeveelheid water wat vir gebruik beskikbaar

TABEL 1 BLOEMFONTEIN: BERAAMDE GEMIDDELTE DAAGLIKSE VERBRUIK VOLGENS SONES, JANUARIE 1992							
Sone (Beraamde GDV)*	1 Pentagonpark	2 Tempe-tenks	3 Heuwelsig-druk	4 Arboretum	5 Naval Hill	6 Signal Hill	7 Hamiltonpark
Aantal erwe @ /d Totaal: k/d	512 2 180 1 116.16	469 2 180 1 022.42	641 2 180 1 397.44	7 332 1 467 10 753.44	85 2 180 185.30	16 2 180 34.88	853 1 360 1 160.08
Meenthuiseenhede @ /d Totaal: k/d	130 800 104.00	10 800 8.00	250 800 200.00	5 740 788 4 524.00	10 800 8.00	1 050 800 840.00	1 847 800 1 477.60
Woonsteleenhede @ /d Totaal: k/d	0.00	0.00	0.00	13 360 500 6 680.00	480 500 240.00	5 920 500 2 960.00	0.00
Besigheidsvloeroppv. (100 m ²) @ /d Totaal: k/d	6 400 2.40	9 400 3.60	5 400 2.00	1 373 400 549.20	1 400 0.40	479 400 191.60	383 400 153.20
Nywerheidspersele @ /d Totaal: k/d	0.00	0.00	0.00	480 6 600 3 168.00	0.00	0.00	0.00
Ontwikkeling van parke (ha) @ /d Totaal: k/d	7 1 500 10.50	11 1 500 16.50	4 1 500 6.00	92 1 500 138.00	5 1 500 7.50	6 1 500 9.00	17 1 500 25.50
Subtotaal: k/d	1 233.06	1 050.52	1 605.38	25 812.64	441.20	4 035.48	2 816.38
Diverse (%) k/d	15 184.96	15 157.58	15 240.81	21.68 5 596.65	15 66.18	15 605.32	25 704.10
Waterverliese (%)** k/d	17 209.62	17 178.59	17 272.91	17 4 388.15	17 75.00	17 686.03	17 478.78
Totaal: k/d	1 627.64	1 386.69	2 119.10	35 797.43	582.38	5 326.83	3 999.26

* Beraamde gemiddelde daaglikse gebruik

** Inligting voorsien deur die Bloemfontein Munisipaliteit

TABEL 2
BLOEMFONTEIN: VERWAGTE ONTWIKKELING MET GEPAARDGAANDE VERHOOGING IN DIE VRAAG NA WATER PER VERBRUIKSONE TOT DIE JAAR 2020

Verbruiksone	Gebiede/ gedeeltes van gebiede	Verwagte ontwikkeling en gepaardgaande verwagte toename in die vraag na water	Totale verwagte toename (l/d)	Totale verwagte toename per verbruiksone (l/d)
1. Pentagonpark	Pentagonpark Heliconhoogte	357 woonhuise @ 2 180 l/d 692 meenthuiseenhede @ 800 l/d 101 wooneenhede @ 800 l/d 1 kleuterskool (100 kinders) @ 140 l/d.kind 1 kerk @ 2 180 l/d 1 buurtentrum @ 400 l/d.100m ² (0 6 ha)	778 260 553 600 80 800 14 000 2 180 24 000	1 452 840
2. Tempe-tenks	Gedeelte van Dan Pienaar	Geen ontwikkeling maar wel 'n 1 persent toename weens verdigting per jaar = teoretiese 20% x 1 386 690 l/d	277 338	277 338
3. Heuwelsig-druk	Heuwelsig	16 woonhuise @ 2 180 l/d	34 880	69 280
4. Arboretum	Hillsborough Bayswater Waverley Dan Pienaar Arboretum Brandwag Westdene Park-Wes Willows Oranjesig Heidedal Ou Ooiseinde Nuwe Ooiseinde Opkoms	43 simpleksmeenthuise @ 800 l/d 100 meenthuise @ 788 l/d (in Willows) 'n Verdubbeling in die vraag na water deur Aandrusbehuisingskema 500 meenthuiseenhede @ 788 l/d (in Westdene) Universiteit van die Oranje-Vrystaat = 5% verhoging x 1 576 712 l/d Verskuiwing van Bloemfontein Onderwyskollege 100 subekonomiese woonsteleenhede x 500 l/d (in Brandwag) 'n Aftreoord van 112 eenslaapkamereenhede x 250 l/d (Dan Pienaar) 40 meenthuiseenhede x 788 l/d (Genl Klopperstraat) 20 meenthuiseenhede x 788 l/d (te Pretterplein) 25 meenthuiseenhede x 788 l/d (Waverleyweg) 76 dorpshuises x 788 l/d (in Bayswater) 12 Metodistekerk aftreuhuisies x 788 l/d 794 woonhuise x 1 360 l/d (in Heidedal) 250 meenthuiseenhede x 700 l/d (in Heidedal) 240 ha wat in die toekoms ontwikkel sal word x 24 000 l/ha.d (Bloemside)	34 400 78 800 1 200 000 394 000 78 836 83 333 50 000 28 000 31 520 15 760 19 700 59 888 9 456 1 079 840 175 000 5 760 000 116 476	9 064 133
5. Naval Hill	Waverley Arboretum	Geen uitbreidings word verwag nie maar wel 'n 1 persent toename weens verdigting = teoretiese 20% x 582 380 l/d	116 476	116 476
6. Signal Hill	Signal Hill Stad-Wes Westdene Arboretum Hilton	Geen uitbreidings word verwag nie maar wel 'n 1 persent toename weens verdigting = teoretiese 20% x 5 326 830 l/d	1 065 366	1 065 366
7. Hamiltonpark	Stad Hilton Noordhoek	1 persent toename per jaar weens verdigting word hier verwag = teoretiese 20% x 3 999 250 l/d	799 850	799 850
8. Dan Pienaar	Dan Pienaar-Suid	1 persent toename per jaar weens verdigting word hier verwag = teoretiese 20% x 681 070 l/d	136 214	136 214
9. Brandkop	Arboretum Universitas-rif Universitas Gardeniapark Wilgehof Pellissier Fichardtpark Hospitaalpark Genl de Wet Fauna Lourierpark	15 woonhuise @ 2180 l/d (Universitas-rif) 60 woonhuise @ 2180 l/d (Pellissier) 150 meenthuise @ 800 l/d (Pellissier) 260 meenthuise @ 800 l/d (Fichardtpark) 130 meenthuise @ 800 l/d (Hospitaalpark) 50 meenthuise @ 800 l/d (Uitsig) 590 woonhuise @ 1000 l/d (Lourierpark) 60 ouetehuiswooneenhede @ 800 l/d (Universitas) 40 ouetehuisenkelkamers @ 400 l/d (Universitas)	32 700 130 800 120 000 208 000 104 000 40 000 590 000 48 000 16 000	1 289 500
10. Longridge	Ehrlichpark Hamilton Mangaung Batho Bochabelo Phahameng Kagisanong	157 sub-ekonomiese huise @ 800 l/d Verwagte ontwikkeling in die swart woongebiede word in tabel 3 4 en 5 behandel die beraamde toename in watervraag is	125 600 11 497 261	11 626 861
11. De Wet-druk	Fleurdal Uitsig	162 meenthuise @ 800 l/d (Fleurdal)	129 600	129 600
12. Pellissier-druk	Pellissier Ceciliapark	56 woonhuise @ 2180 l/d (Pellissier) Beoogde nuwe ontwikkeling vir middelinkomebehuising te Ceciliapark @ 15 000 - 3 6 persone per huishouding x 1 500 l/d	122 080 6 250 005	122 080 6 250 005

Totale verwagte toename in die vraag na water vir Bloemfontein, Heidedal en Mangaung vanaf 1992 tot die jaar 2020 = 32 399 543 l/d of 11.82 Ml/j

Verwagte geprojekteerde vraag na water in die jaar 2020 = 46,84 Ml/j

[28.90 Ml (1992) + 11.82 Ml (verwagte toename)] plus 6.12 Ml (15% van totale verwagte vraag vir maatskaplike verdere ontwikkeling van dienste, handel en industrieë).

gestel word. Die aanwesigheid van private boorgate binne stedelike woongebiede kan in dié verband die hoeveelheid water wat van owerheidswee beskikbaar gestel word, beïnvloed (Van Duuren, 1978). Ten opsigte van gebruik is dit hoofsaaklik klimaatsfaktore soos temperatuur en reënval wat 'n betekenisvolle invloed het, veral op die hoeveelheid water wat vir buitenshuise gebruike, byvoorbeeld vir tuine, benodig word (Van Duuren, 1978; Linaweaver, 1967).

Vervolgens word watervraagprojeksies, vir die onderskeie gebiede aan die hand van struktuurontledings, soos aangedui in die verskillende tabelle, bepaal.

Bloemfontein munisipale gebied

Die gebied wat via die Bloemfontein Munisipaliteit van water bedien word, is in 12 verbruiksone verdeel. Hierdie verdeling geld gewoonlik slegs tydens spitsverbruik in die somer met 'n totale noord/suid verdeling (verbruik van Maselspoort-/Welbedacht-skema) van ongeveer 52/48 persent. In die winter verander die verdeling na ongeveer 10/90 persent. Die werklike verdelings kan afgelei word van die Maselspoort-/Welbedacht-skemaverbruiksyfers - wat as bedryfsreel gemanipuleer word afhangende van die situasie. Watervbruikspatrone vir die verskillende sones (vergelyk Tabel 1) is vanaf die Munisipaliteit van Bloemfontein verkry. Die beraamde gemiddelde daaglikse verbruik, volgens inligting verskaf deur die Stadsingenieursafdeling van die Munisipaliteit van Bloemfontein (Pretorius et al., 1994) word per groep in Tabel 1 uiteengesit. Die tabel is op grond van die volgende berekening opgestel:

- Die watervraag van 2 180 l/d vir luukser woonbuurtes, 1 467 l/d vir minder luukse buurtes en 1 360 l/d vir kleiner erwe sal basies konstant bly.
- Meenthuise benodig gemiddeld 800 l/d .
- Woonsteleenhede gebruik ongeveer 500 l/d .
- Besighede benodig ongeveer 400l/m^2 besighedsoppervlakte.
- Nywerhede gebruik gemiddeld 6 600 l/d .
- Parke se instandhouding vra ongeveer 1 500 l/ha.d .
- Voorsiening vir diverse gebruik van 15 persent is vir elke sone bygetel.
- Waterverliese in die stelsel is op 17 persent beraam.

Verwagte ontwikkeling met gepaardgaande verhoging in die vraag na water per verbruiksone tot die jaar 2000 word in Tabel 2 behandel. Hierdie projeksies is gedoen aan die hand van onderhoude gevoer met verskillende persone (Pretorius et al., 1994). Volgens Tabel 2 behoort Bloemfontein munisipale gebied se watervraag $67.55 \times 10^6 \text{ k\text{l/j}}$ in 2020 te beloop.

Tabelle 3, 4 en 5 bevat gegewens oor Mangaung, die swart woongebied langs Bloemfontein. In Tabel 3 verskyn die watervraag vir 1990 en 1995, aan die hand van die volgende verbruikspatrone:

- Water in huise
- Water in erwe, maar met spoelriolering
- Water in erwe sonder spoelriolering
- Gemeenskaplike staankraan
- Tenkwaens vir plakkers
- Onontwikkelde gebiede (buffersone)
- Onontwikkelde gebiede (hostelle)
- Ongemeterde verlies

Diens	1990					1995				
	Aantal erwe	Bewoners per erf		Daaglikse per capita verbruik (l/cap-d)	Totale daaglikse verbruik ($\text{M\text{l/d}}$)	Aantal erwe	Bewoners per erf		Daaglikse per capita verbruik (l/cap-d)	Totale daaglikse verbruik ($\text{M\text{l/d}}$)
		Gemiddeld	Totaal				Gemiddeld	Totaal		
Water in huis	1 528	7	10 696	110	1.18	3 888	7	27 216	110	2.30
Water in erf (staankraan en spoelriolering)	8 239	8	65 912	94	6.20	11 341	8	90 728	94	8.53
Water in erf (staankraan sonder spoelriolering)	3 102	8	24 816	60	1.49					
Gemeenskaplike staankraan	3 502	9	31 518	20	0.63	7 001	9	63 011	20	1.26
Tenkwaens vir plakkers			20 058	10	0.20					
Onontwikkelde gebied (buffersone)						1 293	9	11 637	110	1.28
Onontwikkelde gebied (hostelle)						300		2 586	110	0.28
Ongemeterde verlies teen 23%					2.92**					4.05**
Totaal	16 371		153 000		12.6***			195 178		17.70****

* Inligting in die tabel is gebaseer op beramings en verwerkings uit Ninham Shand (1992: 19-20)

** Met die berekening van die waterverlies moet daarteen gewaak word om dit nie as verheffingsfaktor te gebruik nie. Byvoorbeeld, 'n waterverlies van 20% impliseer 'n waarskynlike watervraag van 100 na aanleiding van 'n beraamde watervraag van 80, met ander woorde om die watervraag van 80 te vermeerder na 100, moet die geraamde watervraag met die faktor 20 - 80 vermeerder word.

*** Die getal kom ooreen met die werklike verbruik vir 1990, naamlik $4\ 605.00 \text{ M\text{l/j}}$ - 365 d.

**** Die getal kom ooreen met die geprojekteerde syfer vir 1995, naamlik $6460 \text{ M\text{l/j}}$ - 365 d, soos bereken deur Ninham Shand (1992:11).

TABEL 4
MANGAUNG: BERAAMDE WATERVERBRUIK VAN DIE ONDERSKEIE AANSLUITINGS, 1990-2020

A Jaar	B Bevolking	C Waterverbruik (M/d)	D Waterverlies (M/d)	E Erwe met water in erf		F Erwe met water in erf		G Erwe met water in erf (staankraan)		H Erwe met water in erf (staankraan)		I Gemeenskaplike Getal	J Gemeenskaplike staankraan		K Tenkwaens	L Hostelle Getal persone	M Onontwikkelde gebied (Buffersone) Getal persone
				Getal	persone	Getal	persone	Getal	persone	Getal	persone		Getal	persone			
1. 1990	153 000	12.62	2.92	1 528	10 696	8 239	65 912	3 502	31 518	20 058	-	3 502	31 518	-	-	-	-
2. 1995	195 178	17.70	4.04	3 888	27 216	11 341	90 728	7 001 ^{3*}	63 009	-	-	7 001 ^{3*}	63 009	-	2 586	11 637	-
3. 2000	219 890	20.83	4.72	5 271 [*]	36 897	13 159 ^{2*}	105 272	7 887 ^{4*}	70 983	-	-	7 887 ^{4*}	70 983	-	2 913 ^{5*}	3 825	-
4. 2005	234 482	22.20	4.97	6 088	42 616	14 233	109 000	8 410	75 690	-	-	8 410	75 690	-	3 106	4 070	-
5. 2010	243 099	22.92	5.06	6 570	45 990	14 867	113 864	8 719	78 471	-	-	8 719	78 471	-	3 220	1 554	-
6. 2015	248 187	23.80	5.20	6 855	47 985	15 241	121 928	8 312	74 987	-	-	8 312	74 987	-	3 287	-	-
7. 2020	251 191	24.10	5.20	7 023	49 161	15 461	123 688	8 335	75 015	-	-	8 335	75 015	-	3 327	-	-

* E3 = (E2 - E1) / (B2 - B1) x (B3 - B2) + E2

2* G3 = (G2 - G1) / (E2 - E1) x (E3 - E2) + G2

3* Getal oorgebring van Tabel 3

4* I3 = B3 / B4 x I2

5* L3 = B3 / B4 x L2

Die volgende gemiddelde *per capita* waterverbruik is aanvaar:

F = 110 l/d

H = 94 l/d

J = 20 l/d

K = 10 l/d

L+M = 110 l/d

Tabel 4 skenk aandag aan werklike en beraamde waterverbruik van die onderskeie aansluitings tot die jaar 2000, terwyl Tabel 5 'n samestelling van die verskillende waterverbruikers soos residensieel, skole, kleuterskole, kerke, sportgronde en besighede tot die jaar 2020 aanbied. In Tabel 6 verskyn die geprojekteerde waterverbruik vir Bloemfontein munisipale gebied, met die insluiting van Mangaung en Heidedal tot die jaar 2020.

Bainsvlei en Langenhovenpark

Beraamde toenames in die watervraag van Bainsvlei en Langenhovenpark word in Tabel 7 aangedui. Volgens die tabel behoort verbruik van ongeveer 1.19 X10 kM³/j. in 1985 tot ongeveer 2.25 in 2020 toe te neem. Benewens die toename in bevolking, wat na die jaar 2000 behoort te stabiliseer, word 'n verhoging in huishoudelike verbruik deur woonhuisbewoners vanaf gemiddeld 1 698 l/d in 1985 tot ongeveer 2 064 l/d in 2020 voorsien. Wat meenthuise betref, kan verwag word dat hul gemiddelde verbruik van 499 l/d in 1985 tot ongeveer 607 l/d in 2020 sal toeneem.

Vir hoewes is beraam dat die gemiddelde verbruik van 1 299 l/d in 1985 tot ongeveer 1 526 l/d in 2020 kan styg. Hierdie styging sal grootliks toegeskryf kan word aan 'n verwagte toename in die swart en Kleurlingbevolkingsgroepe. Die gemiddelde verbruik van 969 l/d deur blanke huishoudings op hoewes behoort tot en met 2020 konstant te bly. Die onderliggende aanname in die geval is dat 'n verhoogde vraag deur blanke huishoudings met boorgatwater aangevul sal word.

Wat swart mense en Kleurlinge (loseerders en/of arbeiders) betref, is aanvaar dat hul verbruik van ongeveer 64 l/cap.d vir swart mense en 85 l vir Kleurlinge (wat vir beide groepe die gemiddelde verbruik in die RSA is) tot en met die jaar 2020 grootliks konstant sal bly.

Afgesien van residensieel en hoeweverbruik, benodig handel en dienste ook water. Die meeste handelaars, soos kwekerye, maak egter van boorgatwater gebruik en tans verteenwoordig hierdie addisionele verbruikers slegs 2 persent van die totaal. Die Munisipaliteit van Bainsvlei reken dat die tendens sal voortduur en dat toenames in die watervraag direk aan bevolkingsgetalle gekoppel sal bly (kyk Tabel 7).

Bloemspruit

Die toekomstige waterverbruik deur die Bloemspruihoewegebied word in Tabel 8, wat saamgestel is op grond van data wat van Bloem Water verkry is, aangetoon. Die onderliggende aanname met projeksies vir die gebied is dat alle bevolkingsgroepe in die gebied gaan toeneem maar dat die verbruik *per capita* min of meer dieselfde gaan bly. Hiervolgens behoort die totale watervraag toe te neem van 873 283 kM³/j in 1985 tot 1 808 528 kM³/j teen die jaar 2020. Die totale geprojekteerde vraag na water in die gebied is gebaseer op bevolkingsyfers en data aangaande ander verbruikers. Handel en dienste is by die projeksies ingesluit. 'n Indeling van die verskillende waterverbruikersgroepe, afgesien van huishoudelike en hoeweverbruik, was nie moontlik nie, aangesien die Munisipaliteit van Bloemspruit nie die nodige inligting

Jaar	Residensiële erwe met wateraansluiting (getal)	Skoolterreine (getal)	Kleuterskoolterreine (getal)	Kerke (getal)	Sportgronde (ha)	Besighede (m ²)	Hostelle (inwoners)	Bevolking
1990	9 767**	10***	4***	46***	40.9***	10 200***	2 088***	153 000
1995	15 229	13	5	59	52.2	13 012	2 586	195 178
2000	18 430	19	6	66	58.8	14 659	2 913	219 890
2005	20 321	20	6	70	62.7	15 632	3 106	234 482
2010	21 437	21	7	73	65.0	16 206	3 220	243 099
2015	22 096	22	7	75	66.4	16 545	3 287	248 187
2020	22 484	22	7	76	67.2	16 745	3 327	251 191

* Weens die feit dat die ontwikkeling van skole, kleuterskole, kerke, sportgronde en besighede afhanklik is van die toename in bevolking, is dié instansies se waterverbruik ingesluit by die geprojekteerde verbruik soos in Tabel 4. Die voorgestelde toename in die getal waterverbruikers staan in direkte verhouding tot die grootte van die bevolking.

** Verkry uit Tabel 4 (kolom E en G)

*** Verkry uit Nihnam Shand (1992:16)

kon voorsien nie. Samesprekings met die Munisipaliteit het aan die lig gebring dat bykans elke hoewe oor 'n boorgat beskik, maar dat die hoeveelheid water wat daaglik daaruit gepomp word moeilik bepaalbaar is. Wat egter met redelike sekerheid aanvaar kan word, is dat die verskil tussen die gemiddelde waterverbruik

Jaar	Bevolking (mkUj)	Waterverbruik
1995	317 711	54.43
2000	347 510	59.54
2005	366 629	62.81
2010	379 296	64.98
2015	388 020	66.48
2020	394 292	67.55

* sluit Mangaung en Heidedal in

deur blanke huishoudings in die RSA van 1 250 Ucap-d (Department of Community Development, 1983) en die gemiddelde verbruik in Bloemspruit van ongeveer 934 U uit boorgate voorsien word. Die rede vir die gevolgtrekking is dat eienaars van hoewes met boorgate gewoonlik die water vir ander doeleindes as huishoudelike verbruik aanwend. Die verskynsel is ook op hoewes in die Bainsvlei-gebied opgemerk.

Botshabelo

Die beraamde toekomstige vraag na water in Botshabelo word in Tabel 9 aangedui. Volgens die tabel sal die verbruik toeneem van ongeveer 6.85×10^6 kUj. in 1995 tot ongeveer 13.45 in 2020. Vertrekpunte wat die basis van beredenering vir die samestelling van die tabel gevorm het, is die volgende:

- Die gemiddelde huishoudingsgrootte van ongeveer 5.26 persone sal waarskynlik konstant bly.
- Die gemiddelde *per capita* verbruik sal van 35 U/d in 1988 tot ongeveer 136 U/d n 2020 toeneem.
- Die getal huise met water in die huis sal van 1 693 in 1988 tot 51 590 in 2020 toeneem en die gemiddelde verbruik per huishouding sal konstant bly teen 600 U/d.
- Die getal persone wat van staankrane gebruik maak, sal afneem van 179 104 in 1988 tot nul in 2020, en die gemiddelde *per capita* waterverbruik vanaf staankrane sal van 4.13 U/d in 1988 toeneem tot 20 U/d in 1995, waarna dit konstant sal bly tot 2015.
- Vir 1988 tot 1991 is fabrieke se waterverbruik as 10 persent van die totaal bereken, waarna dit elke vyf jaar met 1 persent sal afneem. Die aanname hier is dat vervaardigingsaktiwiteit in die toekoms matig mag toeneem tot ongeveer die jaar 2005, waarna dit geleidelik sal begin afneem.
- Die aanvanklike watervraag in 1988 is, op grond van 'n verdeling deur Botshabelo Dorpsraad, op 5 persent van die totaal vir skole, 0.5 persent vir die hospitaal en 1 persent vir besighede beraam, waarna dit vir 1990 tot 2020 in verhouding met bevolkingstoename bereken is.
- Waterverlies of -vermorsing is vir 1988 en 1990 op 40 persent van die totaal beraam, waarna dit vir elke vyf jaar met 5 persent verminder word, met 'n gevolglike 10 persent verlies teen 2020. (Verlies en/of vermorsing behoort af te neem soos wat die retikulasiesistiem in die gebied verbeter word.)

**TABEL 7
LANGENHOVENPARK EN BAINSVLEI: BERAAMDE RESIDENSIËLE EN HOEWATERVERBRUIK, 1985 TOT 2020**

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Langenhovenpark: Woonhuise - getal	765	1 035	1 220	1 222	1 222	1 223	1 224	1 224
- getal persone	1 920	4 138	4 416	4 424	4 416	4 416	4 417	4 417
- waterverbruik (kMj)	474 124	736 774	756 119	757 359	795 227*	834 988	876 737	920 574
- gemiddelde verbruik/woonhuis.d (l)	1 698**	1 950	1 698**	1 698**	1 782	1 872	1 966	2 064
- getal	435	808	1 116	1 156	1 156	1 156	1 156	1 156
- getal persone	922	1 713	2 367	2 451	2 451	2 451	2 451	2 451
- waterverbruik (kMj)	79 229	151 276	203 263	210 548	221 075*	232 129	243 735	255 922
- gemiddelde verbruik/meenthuis.d (l)	499**	513	499**	499**	524	550	578	607
- totale bevolking	2 842	5 851	6 783	6 875	6 867	6 867	6 868	6 868
- getal	1 301	1 834	1 841	1 845	1 848	1 852	1 855	1 859
- getal blanke persone	4 709	6 639	6 408	6 421	6 434	6 434	6 434	6 434
- waterverbruik (kMj)	616 619	1 012 201	865 937	899 975	933 606	967 645	1 001 307	1 035 314
- gemiddelde verbruik/hoewe.d (l)	1 299	1 512	1 289	1 336	1 384	1 431	1 479	1 526
- swart mense : getal	5 782	7 050	8 085	9 374	10 662	11 951	13 239	14 528
: per capita verbruik/d (l)	64	64	64	64	64	64	64	64
: totale verbruik/d (l)	370 048	451 200	517 440	599 936	682 368	764 864	847 296	929 792
- Kleurlinge : getal	690	772	836	917	997	1 078	1 159	1 239
: per capita verbruik/d (l)	85	85	85	85	85	85	85	85
: totale verbruik/d (l)	58 650	65 620	71 060	77 945	84 745	91 630	98 515	105 315
- Langenhovenpark en Bainsvlei	4 709	6 639	6 408	6 421	6 434	6 434	6 434	6 434
- waterverbruik (kMj)	23 400	38 000	36 600	37 400	39 000	40 600	42 400	44 200
- gemiddelde verbruik/hoewe.d (l)	1.19	1.94***	1.87	1.91	1.99	2.07	2.16	2.25
Totale waterverbruik (Mj)								

* Die aanname is dat ten spyte van die feit dat die getal meenthuse en woonhuise konstant bly (aangesien dié gebied nagenoeg ten volle ontwikkel is die vraag na water oor 'n termyn van 5 jaar) met ongeveer 5 persent sal toeneem weens normale verdigting.

** Berekende gemiddelde verbruik vanaf werklike syfer verskaf deur Bainsvlei Plaaslike Raad 1986-1991

*** Werklike verbruik - verskaf deur Bainsvlei Plaaslike Raad

**** Benewens residensiële en hoewaterverbruik, gebruik handel en dienste, in die gebied ook water. Die meeste handelaars, soos kwekerye, maak egter van boorgatwater gebruik en gevolglik beloop hierdie tipe waterverbruik tans slegs 2 persent van die totaal. Die Plaaslike Raad van Bainsvlei voel dat die tendens sal voortgaan en dat die toename in die vraag direk afhanklik sal bly van bevolkingstendense.

Die aanvaarde huishoudingsgrootte is:

	Langenhovenpark Woonhuise	Meenthuse	Bainsvlei Woonhuise
1985	2.51	2.12	3.62
1990	4.00	2.12	3.62
1995	3.62	2.12	3.48
2000	3.62	2.12	3.48
2005	3.61	2.12	3.48
2010	3.61	2.12	3.47
2015	3.61	2.12	3.47
2020	3.61	2.12	3.46

TABEL 8 BLOEMSPRUIT*: WERKLIKE EN BERAAMDE VRAAG NA WATER VOLGENS 'N STRUKTUURONTLEDING, 1985 TOT 2020									
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	
Totale vraag na water kℓ/j	873 283**	1 048 109	1 048 109	1 166 807	1 285 526	1 403 526	1 522 573	1 808 528	
Blankes									
- getal	6 387	7 714	7 714	8 452	9 190	9 927	10 665	11 403	
- gemiddelde huishoudingsgrootte	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.63	
- getal huishoudings	1 764	2 131	2 131	2 335	2 539	2 742	2 946	3 150	
- gemid. verbruik/huishouding/dag (ℓ)	993	934	934	934	934	934	934	934	
- totale vraag (kℓ/j)	639 502	726 479	726 479	796 025	865 570	934 775	1 004 321	1 241 100	
Kleurlinge									
- getal	877	989	1 074	1 074	1 294	1 404	1 513	1 623	
- gemid. per capita verbruik (ℓ/d)	85***	85	85	85	85	85	85	85	
- totale vraag (kℓ/j)	27 209	30 684	33 321	36 734	40 146	43 559	46 941	50 354	
Swart mense									
- getal	8 843	10 770	12 342	14 300	16 259	18 217	20 176	22 135	
- gemid. per capita verbruik (ℓ/d)	64	64	64	64	64	64	64	64	
- totale vraag (kℓ/j)	206 572	251 587	288 309	288 309	379 048	425 549	471 311	517 074	
* 'n Meer omvattende indeling van verbruiksgroepe was nie moontlik nie, aangesien Bloemspruit Munisipaliteit geen data aan ISEN beskikbaar kon stel nie.									
** Werklike verbruiksyfers deur Bloem Water.									
*** Gemiddelde verbruik in die RSA deur die bevolkingsgroepe (Departement of Community Development, 1983).									
**** Beraamde gemiddelde verbruik per blanke huishouding (gebaseer op werklike verbruiksyfers) verskaf deur Bloemarea Waterraad:									
1983 :	766 ℓ								
1984 :	928 ℓ								
1985 :	993 ℓ								
1986 :	892 ℓ								
1987 :	848 ℓ								
1988 :	1 167 ℓ								
1989 :	809 ℓ								
1990 :	1 111 ℓ								
1991 :	894 ℓ								
Gemid.:	934 ℓ/d								

TABEL 9 BOTSHABELO: BERAAMDE WATERVERBRUIK, 1988 TOT 2020									
	1988	1990	1991	1995	2000	2002	2010	2015	2020
Totale bevolking	207 000	213 680	217 734	243 855	285 159	265 134	268 704	270 632	271 362
Gemiddelde huishoudingsgrootte	5	5.45	5.64	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26
Bevolking sonder migrasie-arbeiders	188 009	194 660	198 000	218 347	229 706	235 049	237 563	237 563	239 301
Totale waterverbruik (kℓ)	2 611 529*	3 054 006*	3 812 817*	6 845 664	8 701 520	10 154 504	11 339 368	11 339 368	13 453 159
Gemiddelde <i>per capita</i> verbruik (ℓ/d)	35**	39	48	77	92	105	116	125	136
Totale getal huise	39 354	39 207	38 605	46 360	49 080	50 406	51 084	51 451	51 590
Huise met water in huise	1 693	2 318	2 943	11 050	19 157	27 264	35 371	35 371	51 590
- gemiddelde verbruik (ℓ/d)	600	600	600	600	600	600	600	600	600
- getal persone	8 905	12 633	16 599	58 123	100 766	143 409	186 051	186 051	271 363
- totale verbruik (kℓ/j)	370 767	507 642	644 517	2 419 950	4 195 383	5 970 816	7 746 249	7 746 249	11 298 210
Staankrane (kℓ/j)	739 131	805 566	1 425 322	1 169 636	941 262	668 972	376 038	376 038	
- getal persone	179 104	182 027	181 401	160 224	128 940	91 640	51 512	51 512	
- gemiddelde <i>per capita</i> verbruik (ℓ/d)	4.13	4.40	5.96	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
Fabrieke*** (kℓ/j)	261 153	305 400	381 282	616 110	696 122	710 815	680 362	680 362	538 126
Besighede**** (kℓ/j)	26 116	26 958	274 469	30 763	32 567	33 447	33 897	33 897	34 233
Skole (kℓ/j)	130 576	146 144	148 917	116 782	176 565	181 335	183 777	183 777	185 595
Hospitaal (kℓ/j)	13 058	13 735	13 996	15 675	16 594	17 042	17 271	17 271	17 442
Staatsdepartemente**** (kℓ/j)	26 116	26 959	27 470	30 766	32 571	33 451	33 901	34 144	34 237
Verliese en/of vermorsing*****	1 044 612	1 221 602	1 486 999	2 395 982	2 610 456	2 538 626	2 267 874	1 849 843	1 345 316

* Die syfers is verkry van Bloem Water
** Totale verbruik - totale bevolking
*** Vir 1988, 1990 en 1991 is fabrieke se waterverbruik as 10 persent van die totaal bereken, waarna dit met een persent vir elke vyf jaar afneem.
So is die verbruik vir die jaar 2020 byvoorbeeld as 4 persent van 13 453 159 kℓ/j bereken.
**** Die aanvanklike water vraag deur besighede en staatsdepartemente is teen 1 persent van die totale vraag vir 1988 bereken, die van skole teen 5 persent en die van die hospitaal teen 0.5 persent. Na 1988 is dit in verhouding met bevolkingsgroei bereken. Die water vraag deur besighede vir 1995 is byvoorbeeld so bepaal: 27 469 (water vraag deur besighede vir 1991) / 217 734 (bevolking 1995) x 243 855 (bevolking 1991)
***** Waterverliese en/of -vermorsing is vir 1988 en 1990 op 40 persent beraam, waarna dit vir elke 5 jaar laat daal is, met 'n gevolglike 10 persent verlies in 2020.

Die aanvaarde gemiddelde waterverbruik van swart huishoudings in die RSA is 600 ℓ/d.

Die gemiddelde per capita verbruik per staankraan van 20 ℓ kom ooreen met die syfer vir Mangaung.

TABEL 10 DEWETSDORP: BERAAMDE VRAAG NA WATER, 1991 TOT 2020							
	1991*	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Totale vraag (kℓ/j)	248 541	312 578	508 656	671 285	841 972	1 016 927	1 192 950
- vanaf Welbedacht-dam	103 028	137 320	313 790	460 156	613 775	771 234	929 655
- vanuit boorgate	122 654	144 000**	144 000	144 000	144 000	144 000	144 000
- verlies en/of vermorsing	22 859	31 258	50 866	67 129	84 197	101 693	119 295
- totale vraag (kℓ/j)	88 325	93 002	96 324	99 645	102 711	106 033	109 099
Blankes	732	769	795	822	849	875	902
- gemiddelde huishouding-grootte	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
- getal huishoudings	347	364	377	390	402	415	427
- gemiddelde verbruik per huishouding (ℓ/d)	697.37	700	700	700	700	700	700
Swart mense	78 527	172 251	303 309	451 806	610 665	775 181	942 182
- totale vraag	8 800	11 798	14 839	17 192	19 012	20 421	21 511
- getal	24.45	40***	56	72	88	104	120
- gemiddelde per capita verbruik (ℓ/d)	36 641	48 308****	60 098	69 247	76 347	81 863	86 157
Besighede	45 048	47 325*****	48 925	50 587	52 249	53 850	55 512
Munisipale gebruik							
Totale bevolking	9 532	12 567	15 634	18 104	19 861	21 296	22 413

* Die syfers is verskaf deur Dewetsdorp Munisipaliteit.

** Daar is aanvaar dat die boorgate wat die dorp tans gebruik, maksimaal benut sal word en dat hul standhoudend is.

*** Daar is aanvaar dat die per capita vraag na water van swart mense van 24,45 tot 120 ℓ/d, of 720 ℓ/d per huishouding in 2020 sal toeneem.

**** Toekomstige vraag na water deur besighede is volgens die totale bevolkingsgroei bereken.

***** Toekomstige munisipale gebruik is volgens die toename in blanke getalle bereken.

Dewetsdorp

Die beraamde toekomstige vraag na water deur Dewetsdorp munisipale gebied word in Tabel 10 aangetoon. Volgens die tabel sal die jaarlikse vraag toeneem van 248 541 kℓ in 1991 tot ongeveer 1 192 950 kℓ in 2020. Daar moet egter op gelet word dat die gebied in 1991 ongeveer 122 654 kℓ uit boorgate, en 103 028 kℓ uit die Welbedacht-dam verbruik het. Vir 1995 is die geprojekteerde vraag 312 578 kℓ/j waarvan 144 000 kℓ/j uit boorgate afkomstig sal wees en die res uit die Welbedacht-dam. Volgens woordvoerders van Dewetsdorp Munisipaliteit sal boorgate in die toekoms maksimaal benut word, aangesien boorgatwater tans ongeveer een derde soveel kos as water uit die Welbedacht-dam. Verder blyk dit dat die maksimum vermoë van die boorgate tans ongeveer 144 000 kℓ/j is. Die syfer is as vertrekpunt vir toekomstige projeksies gebruik, aangesien dit blyk dat daar geen moontlikheid van 'n betekenisvolle toename in die voorsiening van boorgatwater bestaan nie. (Die veronderstelling is ook dat die bestaande boorgate in die toekoms kan volhou met die geprojekteerde lewering van ongeveer 144 000 kℓ/j). Verder kan uit Tabel 10 afgelei word dat die blanke bevolking tot die jaar 2020 na verwagting 'n geleidelike toename sal toon en dat die beraamde huishouding-grootte van 2.11 persone oor die projeksietermyn konstant behoort te bly. Die gemiddelde verbruik van ongeveer 700 ℓ per huishouding per dag behoort ook min of meer konstant te bly.

Die grootste styging in die vraag na water sal waarskynlik onder swart mense voorkom, eerstens aangesien dit blyk dat die bevolkings-groep na verwagting van 8 800 persone in 1991 tot ongeveer 21 511 in 2020 sal toeneem. Tweedens word aangeneem dat 'n verhoging in lewenstandaard, wat speelriolering en wateraansluiting in elke huis impliseer, sal meebring dat die gemiddelde per capita verbruik van 24.45 ℓ/d in 1991 geleidelik tot ongeveer 120 in 2020 sal toeneem.

Die geprojekteerde vraag na water deur dienste en besighede is in Tabel 10 as 'n konstante verhouding van bevolkingsgroei bereken.

Ander verbruikers

Ander verbruikers of verbruiksgroepe se geprojekteerde vraag na water word in Tabel 11 aangedui. Projeksies vir die verbruikers is aan die hand van afleidings en beredenerings wat uit onderhoude met betrokkenes verkry is, gemaak. Die uiteensetting en die onderliggende aannames van die verbruikers verskyn in laasgenoemde tabel.

TABEL 11
**BLOEMDUSTRIA, JIMMY ROOSKOOI, UOVS-PROEFPLASE, ANDER GEBRUIKERS UIT DIE RUSFONTEINDAM, ANDER GEBRUIKERS UIT DIE WELBEDACHT-
BLOEMFONTEIN-PYPLEIDING, GROOTVLEI-GEVANGENIS, DE BRUG MILITÊRE BASIS EN SENOK EN COUNTRY BIRD: BERAAMDE VRAAG NA WATER, 1995 TOT 2020 (Ml/j)**

	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Bloemdustria*	12 659	12 659	12 659	12 659	12 659	12 659
Jimmy Rooskool**	41 989	44 131	46 382	48 748	51 235	53 849
UOVS-proefplase***	15 987	18 533	21 485	24 907	28 874	33 473
Ander gebruikers uit die Rusfontein-dam****	321 000	363 000	411 000	465 000	526 141	595 321
Ander gebruikers uit die Welbedacht-Bloemfontein-pyplyn*****	351 576	398 499	452 111	511 994	580 337	657 802
Grootvlei-gevangenis*****	288 448	301 664	315 485	329 940	345 057	360 867
De Brug militêre basis*****	367 229	384 817	403 246	422 559	442 796	464 002
Senok en Country Bird*****	205 424	231 501	260 889	294 006	331 328	373 388
Totaal (Ml/j)	1 604 312	1 751 804	1 923 257	2 109 813	2 318 427	2 551 361

* Die aannames ten opsigte van Bloemdustria is dat geen verdere ontwikkeling sal plaasvind nie en dat die vraag na water hoogstens konstant sal bly.
** Samesprekings met Jimmy Rooskool dui 'n verhoging van 1 persent per jaar tot die jaar 2020 aan.
*** Samesprekings met die Landbou fakulteit van die UOVS dui op 'n 3 persent verhoging per jaar tot die jaar 2020.
**** Die syfers is verkry uit Ninham Shand (1992:11).
***** Die syfers is verkry uit Ninham Shand (1992:11). (Die totale sluit nie verbruik deur Senok en Country Bird in nie)
***** Historiese groeitendense (1981 tot 1990) is gebruik om toekomstige vraag te voorspel.
***** Historiese groeitendense (1981 tot 1991) is gebruik om toekomstige vraag te voorspel.
***** Samesprekings met Senok en Country Bird dui op 'n verdubbelling in die vraag na water vanaf 1991 tot 2000.

Thaba Nchu en Selosessa

Thaba Nchu en Selosessa is deel van Bophuthatswana en ontvang tans water vanaf die Setlogelo-dam. Volgens beramings deur die Bophuthatswana Water Supply Authority (BWSA) behoort die dam tot ongeveer die jaar 2000 in die gebied se watervraag, wat dan ongeveer 2.22 X10 kL/j sal beloop, te kan voorsien (kyk Tabel 12). Enige verdere verhoging in verbruik sal die dam se vermoë oorskry en sal heel waarskynlik deur Bloem Water aangevul moet word, eerstens, deur moontlike addisionele watervoor-siening en tweedens, deur die Setlogelo-dam by die bestaande watervoorsieningsnetwerk van Bloem Water in te lyf.

'n Projeksie van die toekomstige proporsionele watervraag deur die verskillende verbruiksgroepe verskyn in Tabel 12. Vir die doeleindes van die projeksie is aangeneem dat 'n verhoging in lewen-standaard en verbeterde waterretikulasiesisteme daartoe sal lei dat die gemiddelde *per capita* verbruik van ongeveer 75.95 l/d in 1991 tot ongeveer 120 in die jaar 2020 sal toeneem. Verder is aanvaar dat die proporsionele waterbenutting deur die verskillende verbruiksgroepe in die toekoms min of meer dieselfde sal bly.

Die totale beraamde watervraag van die gebied met insluiting van Thaba Nchu en Selosessa

Tabel 13 toon die totale geprojekteerde vraag na water deur verbruikers in die belanggebied van Bloem Water met insluiting van Thaba Nchu en Selosessa. Volgens die projeksie behoort die toekomstige verbruik toe te neem van ongeveer 72.24 X10⁶ kL in 1995 tot 97.64 X10⁶ kL ('n verlies van 6 persent per jaar uit die stelsel is in die geprojekteerde totale vraag na water in Tabel 13 ingereken) in 2020. Die toename kan hoofsaaklik toegeskryf word aan verwagte struktuurveranderinge soos 'n geprojekteerde bevolkingstoename van 131 429 persone, 'n verwagte verhoging in lewen-standaard, met 'n gevolglike toename in gemiddelde *per capita* verbruik van 299 l/d in 1995 tot 337 l/d in 2020, en 'n verbetering van die totale waterverspreidingsnetwerk.

Gevolgtrekkings

Projektering van die watervraag in 'n relatief groot bedieningsgebied soos die van Bloem Water volgens 'n struktuurontleding vir 'n periode van 28 jaar is geen eenvoudige saak nie. Van die belangrikste faktore wat die taak bemoeilik het, is:

- 'n gebrek aan korrek aangetekende data betreffende die waterverbruik van verskillende groepe;
- onsekerheid by meeste van die persone en instellings aangaande hul verwagte watervraag oor die volgende 28 jaar;
- versteuring van die historiese bevolkings-groeiendense, onder meer as gevolg van die

TABEL 12 THABANCHU EN SELOSESHA: BEAAMDE VRAAG NA WATER, 1991 TOT 2020							
	1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Totale vraag na water (kℓ/j)	1 929 500*	1 966 981	2 221 930***	2 476 879	2 731 828	2 986 777	3 241 726
Totale bevolking **	69 600	70 952	72 462	73 260	73 679	73 898	74 012
- per capita verbruik (ℓ/d)	75.95	75.95	84.00	92.63	101.58	110.73	120.00
Verdeling van water volgens watergebruiksgroepe****							
Thaba Nchu Munisipaliteit	771 800	876 792	888 772	990 752	1 092 732	1 194 712	1 296 692
Seloshesha (residensiële gebied)	638 731*	651 139	735 536	819 933	904 330	988 727	1 073 124
Industriële gebruik	319 366*	325 570	367 769	409 968	452 167	494 366	536 565
Thaba Nchu Sun	101 132*	103 097	116 460	129 823	143 186	156 549	169 912
Ander gebruikers	98 471*	100 383	113 393	126 403	139 413	152 423	165 434

* Syfers is verkry van BWSA.

** Bevolkingsyfers is verkry uit Hoofstuk 3 van "Die ontwikkeling van 'n model vir die projeksie van waterbehoefes in die belanggebied van Bloem Water tot die jaar 2020" deur CJ Pretorius, RB van der Merwe, IE van Niekerk en MF Viljoen, 1992.

*** Die aanname is gemaak dat per capita waterverbruik vanaf 75.95 ℓ/d in 1995 tot 120 ℓ/d in 2020 sal toeneem.

**** Die verdeling is bereken deur BWSA.

afskaffing van instromingsbeheer; en

- 'n onsekere afwagende houding aan die kant van beleidmakers ten opsigte van wat die toekomstige grondwetlike bedeling vir die land as geheel en die ondersoekgebied in besonder gaan inhou.

Ten spyte van bogenoemde is gepoog om op grond van ingesamelde data asook aan die hand van sekere aannames, die toekomstige vraag na water in die ondersoekgebied te projekteer en die volgende is van die belangrikste bevindings:

- Die verhoging in die vraag na water oor die volgende 28 jaar sal hoofsaaklik toegeskryf kan word aan 'n toename in bevolkingsgetalle en 'n verhoging in lewenskwaliteit eerder as aan 'n hoër as verwagte toename in ekonomiese aktiwiteite.
- Uit Tabel 13 blyk dat Bloemfontein en Heidedal in die toekoms die meeste addisionele water (ongeveer 10.78×10^6 kℓ) sal benodig. Hierna volg Botshabelo wat 'n bykomende ongeveer 6.6×10^6 kℓ sal benodig en Mangaung met 'n toename in watervraag vanaf ongeveer 6.46×10^6 kℓ in 1995 tot 8.80×10^6 kℓ in 2020.
- Wat die res van die gebruikers betref, is beraam dat Thaba Nchu en Seloshesha in 2020 ongeveer 1.27×10^6 kℓ meer as in 1995 nodig sal hê. Die oorblywende gebruiksgroepe, soos in Tabel 13 uiteengesit, se vraag na water behoort in die volgende 28 jaar met nie meer as een miljoen kiloliter per groep te styg nie. Projekties oor so 'n lang termyn is egter uiters riskant en behoort navorsing oor die toekomstige waterverbruik van Bloem Water se bedieningsgebied teen die jaar 2000 herhaal te word.

Laastens is dit belangrik om daarop te let dat struktuuranalises 'n geskikte metode is om te gebruik (soos afgelei kan word uit Deel 2 (Viljoen and Pretorius, 1995) van die artikelreeks) maar dit moet met omsigtigheid toegepas word. Dit behoort nie alleen gebruik te word nie, maar saam met ander projeksietegnieke soos ekstrapolاسies, regressiemodelle, ekonomiese, wiskundige en analogiese modelle.

Erkenning

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

Bronnelys

- BOBEE B, BOUCHER P and DEMARD H (1980) A method for estimating peak water demand of multifamily residences. *Water Resour. Bull.* 16 (4) 729-737.
- DARR P, FELDMAN SL and KAMEN CS (1975) Socio-economic factors affecting domestic water demand in Israel. *Water Resour. Res.* 11(6) 805-809.
- DEPARTMENT OF COMMUNITY DEVELOPMENT (1983) Guidelines for the Provision of Engineering Services in Residential Townships: Pretoria. Department of Community Development.
- ELLIS SJP en VAN DUUREN FA (1974) Waterverbruik in Pretoria. *The Civil Engineer in South Africa* [s.p.].
- GARLIPP KDCCO (1979) Water restrictions. IMIESA [s.p.].
- GEBHARDT DS (1970) The Influence of Income on Future Domestic Water Consumption. Water Year 1970: Convention on Water for the Future. Pretoria.
- HANSON R and HUDSON HE (jr.) (1966) Trends in residential water use. *J. AWWA.* 48 (1).[s.p.].
- KATZMAN MT (1977) Income and price elasticities of demand for water in developing countries. *Water Resour. Bull.* 13(1).[s.p.].

TABEL 13
BLOEMAREA WATERRAAD-BELANGEGBIED: TOTALE BERAAMDE VRAAG NA WATER VOLGENS 'N
STRUKTUURONTLEDING, 1995 TOT 2020 (ML/j)

	1995	2000	2005	2010	2015	2020
1. Bloemfontein en Heidedal	31.28	33.69	35.45	36.7	37.4	38.04
2. Mangaung	6.46	7.60	8.10	8.36	8.69	8.80
3. Bainsvlei en Langenhovenpark	1.87	1.91	1.99	2.07	2.16	2.25
4. Bloemspruit	1.05	1.17	1.29	1.40	1.52	1.81
5. Botshabelo	6.85	8.70	10.15	11.34	12.33	13.45
6. Dewetsdorp	0.14	0.31	0.46	0.61	0.77	0.93
7. Ander verbruikers (kyk Tabel 4.11)	1.60	1.75	1.92	2.11	2.32	2.55
8. Thaba Nchu en Seloseshas*	1.97	2.22	2.48	2.73	2.99	3.24
Subtotaal	51.22	57.35	61.84	65.32	68.08	71.07
Verliese uit stelsel**	3.23	3.66	3.94	4.17	4.35	4.54
Totaal	54.45	61.01	65.78	69.49	72.53	75.61
Totale bevolking***	662 819	712 835	744 655	766 277	782 013	794 248
Gemiddelde <i>per capita</i> verbruik (l/d)	225	234	242	248	254	261

* Thaba Nchu en Seloseshas kry tans water uit die Setlogelo-dam, maar beramings dui daarop dat die dam slegs tot die jaar 2000 aan die genoemde gebiede water sal kan voorsien, waarna die betrokke watervraag groter as die lewering van die dam behoort te wees.

** Verliese uit stelsel is op 6 persent van die totaal bereken.

*** Bevolkingsyfers is verkry uit Hoofstuk 3 van "Die ontwikkeling van 'n model vir die projeksie van waterbehoefes in die belangegebied van Bloem Water tot die jaar 2020" deur Pretorius et al., 1992.

KOLLAR KL AND MACAULEY P (1980) Water Requirements for Industrial Development. Water Works Ass. New York.

LAURIA DT (1974) Water demand forecasting - Some concepts and techniques. The State of Americas Drinking Water National Symposium, September 1974.

LINAWEAVER FPJ, GEYER JC and WOLF JB (1967) Summary report of the residential water use research project. *J. AWWA* 59(3).[s.p.].

NINHAM SHAND (1992) Verslag oor Watervoorsiening in die Gebied van Bloem Water. Bloemfontein: Ninham Shand.

PARSONS PJ (1976) Projection of water demand in England and Wales United Nations Economic Commission for Europe ECE/Water/015 176-186.

PHILLIPS JH (1972) Domestic metering - An interim review. *J. Inst. Water Eng.* 26 (6): [s.p.].

PREDESCU CM and DIMA I (1976) Methods used in Romania for the long-term forecasting of water demands. United Nations Economic Commission for Europe, ECE/Water/015 151-159.

PRETORIUS CJ, VILJOEN MF, VAN DER MERWE RB en VAN NIEKERK IE (1995)

PRETORIUS CJ, VAN DER MERWERB, VAN NIEKERK IE en VILJOEN MF (1995) Die ontwikkeling van 'n model vir die projeksie van waterbehoefes in die belangegebied van Bloemarea Waterraad tot die

jaar 2020. Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing. WNK Verslag No. KV52/94.

SONNEN MB and EVENSON DE (1979) Demand projections considering conservation. *Water Resour. Bull.* 15(2) 447-460.

SPIES PH (1981) Projekvoorlegging aan die Direkoraat van Waterwese. Eenheid vir Toekomsnavorsing, Buro vir Ekonomiese Ondersoek, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch.

VAN DUUREN FA (1978) Daarstelling van Norme vir Waterverbruik in die Verskillende Geografiese Gebiede. Departement Chemiese Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria, Pretoria.

VAN NIEKERK IE, VILJOEN MF, PRETORIUS CJ en VAN DER MERWE RB (1995) Projektering van watervraag in stedelike gebiede (Deel 3): Die meervoudige regressiemodel as makro-projeksiemodel. *Water SA* 21(1) 27-36.

VILJOEN MF en PRETORIUS CJ (1995) Projektering van waterbehoefes in stedelike gebiede (Deel 2): 'n *Ex post* analise van die akkuraatheid van verskillende projeksiemodes. *Water SA* 21(1) 21-26.

VILJOEN MF en VIVIER DJ (1981) Projekties van waterbehoefes van Bloemfontein en Omgewing tot die Jaar 2010. Die Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Instituut vir Sosiale en Ekonomiese Navorsing.

WOLFF JB (1961) Peak Demands in Residential Areas. *J. AWWA* 64(10) [s.p.].