

Waterkwaliteitszorg in Nepal

T.H.L. CLAASSEN, WATERSCHAP FRIESLAND

In het kader van het GSO-programma (Gemeentelijke Samenwerking met Ontwikkelingslanden) van de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, de VEWIN (waterleidingbedrijven) en de Unie van Waterschappen heeft Waterschap Friesland zich op een vorm van steun en samenwerking met Nepalese partners geïnteresseerd. Gezien de plaatselijk zeer slechte waterkwaliteit wordt die steun in Nepal zeer op prijs gesteld. Het land behoort tot de armste van de wereld en kan de middelen voor sanering zelf niet opbrengen. Het bruto nationaal product per hoofd bedraagt ca. US \$180 en vertoont nauwelijks een stijging.

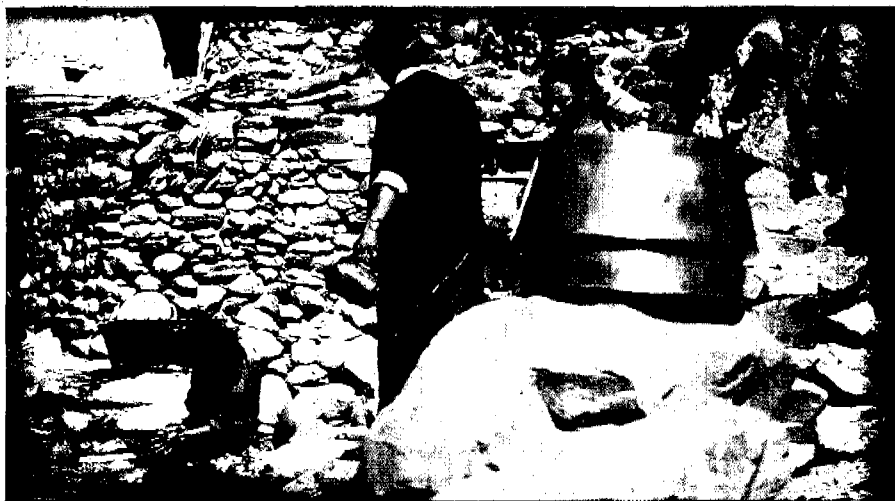
Dit artikel de titel 'Waterkwaliteitsbeheer in Nepal' meegeven is te veel gevraagd. Van enig beheer kan nauwelijks gesproken worden. Bezorgdheid is meer op zijn plaats. Er wordt een overzicht gegeven van de waterhuishoudkundige situatie, vooral gericht op de oppervlaktewaterkwaliteit. Daarmee beschrijft dit artikel de stand van zaken ter plaatse en is het een startpunt voor verdere oriëntatie, verdieping en hulpverlening.

Gebiedsbeschrijving

Het koninkrijk Nepal ligt ingeklemd tussen China (Tibet) aan de noordkant en India elders (zie afb. 1). Dit landlocked Himalayaland is bijna vier keer zo groot als Nederland. De west-oostafstand is ruim 800 km en

zuid-noordafstand ruim 150 km. Van zuid naar noord doet zich een enorm hoogteverschil voor. De laagvlakte (Terai) in het zuiden is een uitloper van de Ganges-laagvlakte en ligt globaal 100 tot 200 m boven zeeniveau. Deze zone is zo'n 20 km breed, beslaat 20% van

merendeels gelegen tussen 1000 en 3000 m en beslaat 45% van het land. In dit qua hoogte- en laagte afwisselend landschap met bergen en dalen, liggen de valleien van Kathmandu en Pokhara. Landbouw wordt bedreven op de vele terrashellingen. Bijna de helft van de 22 miljoen inwoners woont in deze up-and-down regio. Bij de meesten het bekendst zijn de bergen van de Himalaya (Mountains). Deze bergstrekk met een breedte van zo'n 50 km is twee keer zo hoog als de Alpen en beslaat 35% van het land. Acht van tien hoogste bergtoppen (waaronder de Mt. Everest met 8848 m)



Afb. 2 Wassen en water halen door vrouwen te Kagbeni

het land en kent een (sub)tropisch klimaat. Het is de graanschuur van het land: 70% van Nepal's landbouwgrond ligt hier en het gebied levert 60% van de graanproductie (meest rijst). Dan volgt het middengebied (Hills); het is

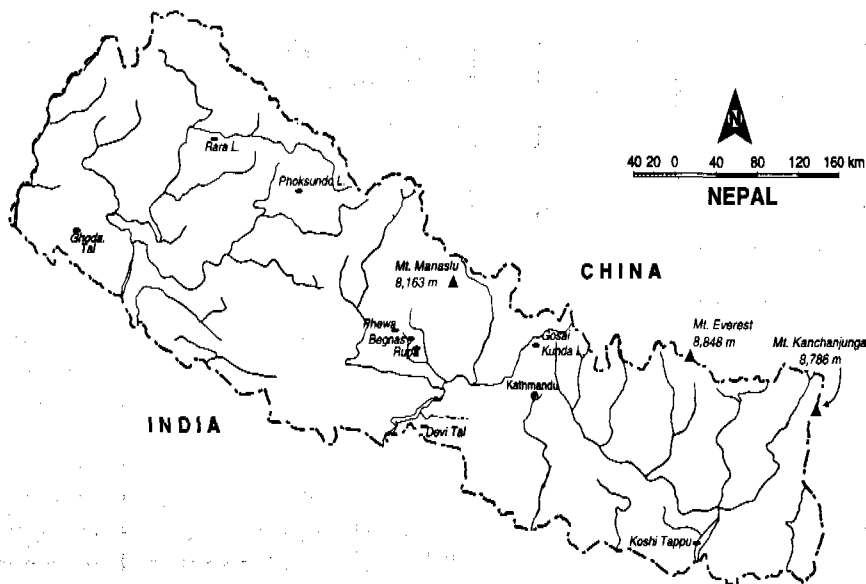
liggen in Nepal. Ongeveer 14% van het land is permanent bedekt met sneeuw.

Deze geografische schakering gaat parallel met grote klimaatverschillen. Van (sub)tropisch in de Terai via gematigd warm en gematigd koud naar een toendra/poolklimaat in de Himalaya. Bijna 80% van de jaarlijkse regenval - gemiddeld 1530 mm - vindt plaats in de moesson, van juni tot september. Nepal is een waterrijk gebied. Het telt meer dan 6000 rivieren, waarvan 1000 langer dan 10 km. De totale lengte van al deze stromen bedraagt maar liefst 45.000 km. Verder zijn er ca. 75 meren en 8 à 9.000 ponds. Het aantal stuwmere is nog beperkt, maar sterk in opkomst [Swar, 1980; Gyawali, 1991; Bhandari et al., 1994].

Limnologisch onderzoek en kwaliteit oppervlaktewater

Het waterkwaliteitsonderzoek in Nepal is nog zeer beperkt. Het gebrek aan fysieke faciliteiten, deskundigheid (tweederde van de Nepalesen is ongeschoold) en de slechte bereikbaarheid van grote delen van het land leiden tot weinig limnologische studies. Het aantal laboratoria is beperkt, evenals de hoeveelheid aanwezige apparatuur en analisten. Er is een laboratorium in Pokhara voor het

Afb. 1. Overzichtskaart van Nepal met de belangrijkste rivieren en plaatsen.



Pokhara Fishery Project [Swar, 1980]. Twee andere laboratoria voor visproductie staan in Trisuli en in Kulekhani. Voor drinkwateronderzoek bezit de Nepal Water Supply Corporation (NWSC) een laboratorium. Zij kunnen fysisch-chemische en bacteriologische bepalingen verrichten, maar doen dat alleen in de Kathmanduvallei. Nog enkele andere over-

heidsdiensten hebben een eigen laboratorium. Daarnaast zijn er enkele wetenschappelijke laboratoria, waarvan die van de Tribhuvan University en van de Royal Nepal Academy of Science and Technology de belangrijkste zijn. Als NGO met een eigen laboratorium moet de Environmental and Public Health Organization (ENPHO) genoemd worden (zie tabel 1).

Voor alle laboratoria geldt echter dat er veelal ad hoc en vrijwel geen routinematig onderzoek wordt verricht. Er zijn slechts enkele laboratoria gericht op metingen van oppervlaktewaterkwaliteit. Vrijwel geen enkel laboratorium is geoutilleerd voor zowel fysisch-chemisch, bacteriologisch en biologisch onderzoek [Karmacharya & Shrestha, 1991].



Fysisch-chemische parameters

Temperatuur	pH	EGV
Zwevend stof	Totaal aanwezige deeltjes	Totaal opgeloste deeltjes
Totale hardheid	Chloride	Totaal gesuspendeerde deeltjes
Fluoride	Sulfaat	Zuurstofverbruik
Basisch karakter	Zuur karakter	Totaal restchloorgehalte
Calcium	Magnesium	BZV
Totaal fosfaat	Ortho-fosfaat	CZV
Ammonium	Nitriet	Nitraat
Mangaan	Chroom	IJzer
Lood		Cadmium

Microbiologische parameters

- Totale telling per plaat
- Totaal coli-bacteriën
- Faecale coli-bacteriën
- Faecale streptococci

Biologische parameters

- Determinatie bentische invertebraten¹
- Determinatie fytoplankton²
- Chlorofylbepaling
- Determinatie zoöplankton¹

Tabel 1^a Overzicht van parameters die door ENPHO onderzocht kunnen worden in oppervlaktewater.
¹) op een globaal niveau

Tabel 1^b De beschikbare apparatuur voor analyse van oppervlaktewater

Lijst van beschikbare laboratorium-apparatuur

- Spectrofotometer (niet in perfecte staat)
- Analytische balans
- Atoomabsorptie spectrofotometer (AAS)
- BZV incubator
- Oven
- Autoclaaf
- Waterbad
- Destillatie eenheid voor gedestilleerd water
- De-ionisatie apparaat
- Koelkast
- Destructie-apparaat voor CZV
- pH-meter
- EGV-meter
- Zuurstofmeter
- Incubator voor microbiologie
- Microscopen

Swar [1980] en Shrestha [1995a] geven een review van verricht werk [zie ook McEachern in Bhandari et al., 1994 en Bhandari, 1996]. Opmerkelijk is het aantal buitenlanders, dat bij dat onderzoek betrokken was. De meren in het hooggebergte van de Himalaya zijn daarbij blijkbaar het populairst, gezien de hoeveelheid en omvang van dit onderzoek. Ook de meren in midden-Nepal zijn redelijk onderzocht, in tegenstelling tot de vele rivieren. Het onderzoek in ponds richt zich hoofdzakelijk op de bacteriologische kwaliteit. Hierna volgt een bespreking van de belangrijkste watertypen.

Hooggebergte meren

Löffler [1969] onderzocht zoöplankton in drie meren (Tsola Tso, Gorakshep en Tua Tso), Ferro [1979] en Okino & Satoh [1986] onderzochten Lake Rara (Nepals grootste meer met een oppervlakte van bijna 10 km² en een diepte van gemiddeld 100 m). Aizaki et al. [1987] onderzochten Tilitso; Zutshi [1991] onderzocht negen kleinere meren in de noordwest-Himalaya; Gosso et al. [1993] onderzochten negen meren in de Khumbu valley (Sagarmatha National Park), waarvan Lake Pyramid de grootste is; McEachern & Shrestha [1995] en Shrestha [1995b] tenslotte onderzochten Gosainkunda, een voor de Hindoes bijzonder (heilig) meer. Eens in hun leven worden zij geacht dit meer als een pelgrimage te bezoeken tijdens het Janipurnima festival. Het meer zou zijn geschapen door de god Shiva.

De meren in het hooggebergte zijn, voor zover onderzocht (ultra)oligotroof. Met een chlorofylgehalte van < 1 µg/l en een doorzicht van 16 m is Lake Rara ultra-oligotroof. Hetzelfde geldt voor Tilitso, al is het doorzicht beperkt door zwevend materiaal van glaciële oorsprong. Gosainkunda is maar 25 m diep, doch ook ultra-oligotroof. Het doorzicht bedraagt 12-13 m en een toenemend chlorofylgehalte tot een diepte van 20 m duidt op foto-inhibitie in de bovenste waterkolom. De door Gosso et al. [1993] onderzochte meren in het Sagarmatha National Park zijn ook oligotroof, maar bevatten iets meer diversiteit aan fyto- en zoöplankton. Fosfaat wordt genoemd als limiterend nutriënt. Fosfaatgehalten nemen globaal met een factor 3 toe van de Mountains naar de Hills en nog eens met een factor 3 naar de Terai. Zutshi [1991] vindt diatomeeën als veruit de meest abundante groep in het fyto-

plankton van negen meren in de noordwest-Himalaya.

Overige meren

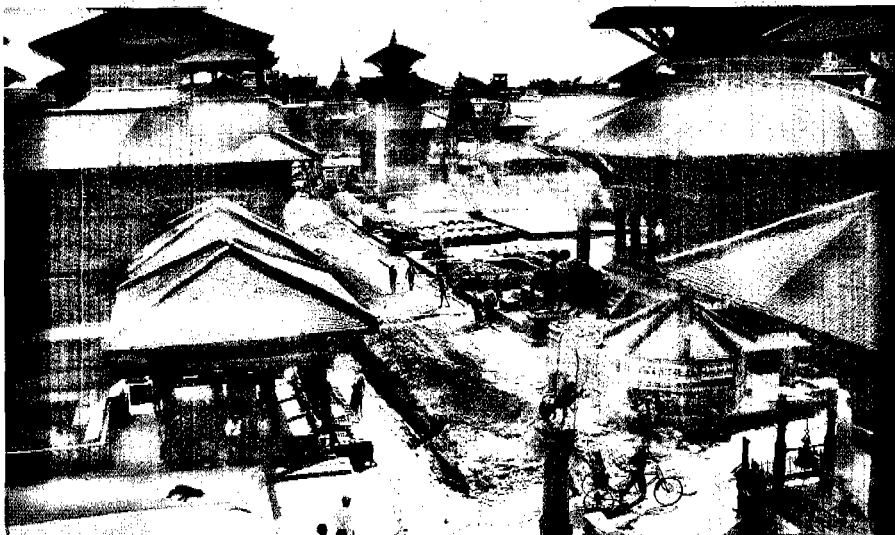
Als tweede groep kunnen de studies van de meren in het middelgebergte genoemd worden. Vooral drie meren rondom Pokhara en twee meren in de Kathmandu-vallei zijn het meest onderzocht. Hickel [1973] onderzocht vier meren rondom Pokhara (Phewa Tal, Begnas Tal, Rupa Tal en Khaste Tal); Swar & Fernando [1979] en Nakanishi et al. [1984] de

22 µg/l en 37 µg/l wordt Phewa Tal als mesotroof en Begnas Tal en Rupa Tal als matig-eutroof aangemerkt. Het verloop van het doorzicht van Phewa Tal gedurende vijf opeenvolgende studies (van 1973 tot 1992 verlopend van 1,7-4,7 m, 1,25-4,1 m, 2,0-2,6 m, 2,5 m naar 2,1 m) geeft aan dat enige eutrofiëring optreedt. Op basis van doorzicht en chlorofylgehalten (voor beide ondiepe meren resp. 6 en 8 µg/l en 2,6 en 1,4 m) zijn Taudaha en Nagdaha mesotroof. De waterplantengroei neemt echter sterk toe en er dreigt verlanding en

Ponds

Nepal kent een groot aantal (8 à 9.000) vijvers, deels met een natuurlijk aanzien (ponds) en deels verhard (tanks). Zij zijn van groot belang voor de plaatselijke bevolking. Deze ponds worden gebruikt om te baden, als waswater, drinkwater, offerplaats (als surrogaat voor 'de rivier'), als brandbluswater, als visvijver en als sociale ontmoetingsplaats. Een aantal ponds raakt verwaarloosd, is sterk vervuild, is vrijwel zonder water of is volgegroeid met vegetatie. Yadav & Mishra [1982] onderzochten ponds in de Kathmandu-vallei op het voorkomen van bloedzuigers; Yadav et al. [1983] deden onderzoek in vier visponds, eveneens in de Kathmandu-vallei; Mahato & Yadav [1984] inventariseerden de macrofauna in twee ponds in het Mahottary-district; Shrestha & Manadhar [1987] onderzochten een aantal ponds in de Kathmandu-vallei op het voorkomen van aquatische schimmels. Jones et al. [1989] ten slotte verrichtten onderzoek in een groot aantal wateren, waaronder ponds in midden- en zuid-Nepal.

Jones et al. [1989] hebben het meest uitgebreide onderzoek in dit watertype uitgevoerd, vooral gericht op de macro-ionensamenstelling. Die is vrijwel steeds van het calcium-bicarbonaattype. Geen van de meren in het middelgebergte en geen van de ponds kan als oligotroof worden aangemerkt. De meeste ponds zijn meso- of eutroof. Momenteel zijn vele ponds sterk geëutrofiëerd: bedekt door kroos of kroosvarc en overgroeid met andere waterplanten of sterk groengekleurd door overmatige algengroei. Biologisch onderzoek in de ponds is zo beperkt dat vrijwel iedere inventarisatie leidt tot 'new records'. Yadav & Mishra [1982] vinden vier algemene bloedzuigers, die ook in ons land voorkomen: "The species are new records for Nepal". Yadav et al. [1983] vinden in vier ponds 27 macrofaunataxa, meest Chironomiden, Oligochaeten en Gastropoda. Mahato & Yadav [1984] vinden in twee andere ponds dezelfde drie dominante groepen macrofaunataxa. Een zachte modderige bodem is hiervoor bepalend, en de eventu-



Afb. 3 Aanleg van riolering te Patan.

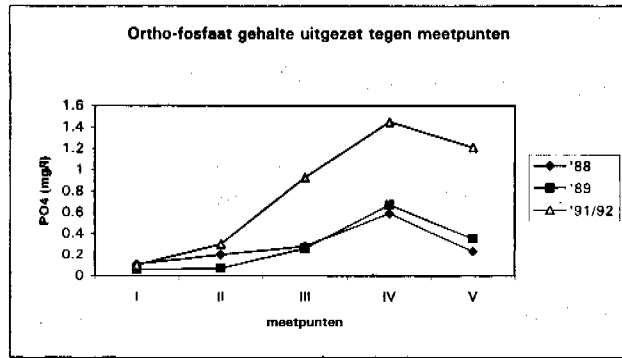
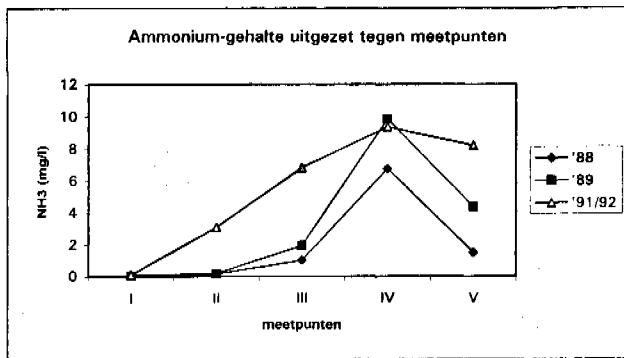
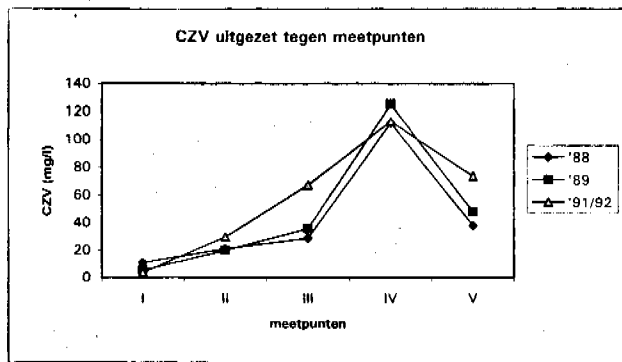
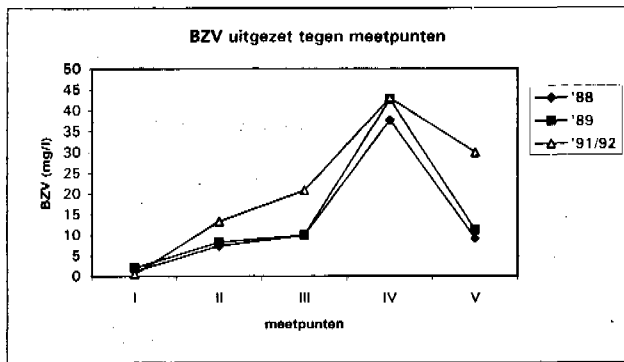
eerste drie hiervoor genoemd; Swar [1981] alleen Phewa Tal. Lohman et al. [1988] onderzochten de drie bekende Pokhara-meren, alsmede Taudaha en Nagdaha in de Kathmandu-vallei. De legende geeft aan dat deze beide meren zijn overgebleven van een eens zeer groot meer in de vallei. Door een goddelijke slag van Manjushree met een zwaard bij Chobar is de vallei leeggestroomd en restte een vruchtbare vlakte met beide kleine meren. Deze meren worden regelmatig met pelgrimages vereerd. Deze en vele andere meren werden onderzocht door Jones et al. [1989]. Oli, ten slotte, beschrijft richtlijnen voor behoud en beheer van Phewa Tal [1995] en Begnas Tal en Rupa Tal [1997].

Hickel [1973] typeert de fytoplanktongemeenschap van de Pokhara-meren als een diatomeeën-, desmidiaceeën- en dinoflagellaten-gemeenschap. Nakanishi et al. [1984] vinden ook blauwalgen (*Microcystis aeruginosa*, *Anabena affinis* en *Aphanocapsa* sp.) als abundante taxa. Lohman et al. [1988] vinden in Begnas Tal en Rupa Tal ook weer *Microcystis aeruginosa* en overigens veel diatomeeën. Met een gemiddelde diepte van resp. 7,6 m, 4,6 m en 2,3 m, een maximumdoorzicht van resp. 4,1 m, 3,5 m en 2,5 m en chlorofylgehalten van resp. 8 µg/l,

sedimentatie van beide plassen. Waterplantenonderzoek is vrijwel niet uitgevoerd. Opmerkelijk is de macro-ionensamenstelling van deze meren in midden-Nepal. Calcium-bicarbonaat typeert deze meren, terwijl het chloridegehalte opvallend laag is (gemiddeld voor deze vijf meren 2,6 mg/l). Voor negen hooggebergtemeren vermeldt Zutshi [1991] een gemiddeld chloridegehalte van 12,6 en Gosso et al. [1993] van 0,4 mg/l. De meren in de Hills en Terai zijn van nature stikstofgelimiteerd, vanwege de lage N-gehalten in de bodem. Meren met de laagste stikstofgehalten zijn overwegend grondwatergevoed.

Watermanagement in Nepal

Nepal, landlocked between China and India, has enormous water resources. Main water types are rivers, lakes and ponds. An overview is given of the main water types and their quality. In the mountain area surface water is still clear and oligotrophic. However, some parts of the country suffer from water shortage as well as from water pollution. Especially the Kathmandu Valley loses water, resulting in water shortage, while the main river (Bagmati) is severely polluted. Water-related diseases are abundant. Some aspects of drinking water and water-related diseases are pinpointed. Because of the poverty of this country, support from abroad is necessary to tackle these problems. Some possibilities for restoration projects are mentioned, which could be supported by the Netherlands Inter-municipal Development Co-operation Programme.



Legenda meetpunten:
 I Sundarijal, 7 km vanaf de oorsprong;
 II Pashupatinath, 20 km vanaf de oorsprong;
 III Thapathali, 25 km vanaf de oorsprong;
 VI Sundarighat, 28 km vanaf de oorsprong;
 V Khokana, 35 km vanaf de oorsprong.

Afb. 4 Enige waterkwaliteitsdata van het water van de Bagmati River in Kathmandu. Punt 1 ligt bovenstrooms van de stad, punt 5 benedenstrooms [naar Shrestha & Sharma, 1996a].

ele aanwezigheid van waterplanten bepaalt in sterke mate de abundantie van de macrofauna. Shrestha & Manandhar [1987] tenslotte onderzochten vijf ponds in de Kathmandu-vallei en vonden zes soorten aquatische schimmels, "as new records for Nepal".

Rivieren

Veruit het omvangrijkste watertype wordt gevormd door rivieren en bergstromen. De afwatering van het Nepalese deel van het Himalaya-massief vindt grotendeels via drie grote stromen (Karnali River in het westen, Narayani River in het midden en Saptakoshi River in het oosten) plaats. Deze rivieren ontspringen in het hooggebergte. Enkele kleinere rivieren (waaronder de Bagmati, Rapti, Kamla en Kankai) beginnen in het middengebergte en wateren ook in zuidelijke richting af. Uiteindelijk komen zij tezamen in de Ganges. Onderzoek aan de rivieren is opmerkelijk beperkt van omvang. Rundle et al. [1993] onderzochten bijna 60 bergstromen in de (noordelijke) regio's van Annapurna, Langtang en Everest. Zij vonden 47 macrofauna-taxa, vooral behorende tot de groepen Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera en Plecoptera. Smith et al. [1996] deden hun onderzoek in het zuiden

van Nepal in de stroomgebieden van de Karnali en Narayani Rivers. Zij geven een beschrijving van 'the aquatic wildlife' gezien vanuit biodiversiteit en soortbescherming. Genoemd worden onder andere de rivierdolfijn, twee krokodilsoorten, otters, schildpadden, en diverse soorten (water)vogels. Meest onderzocht is echter de Bagmati River in en rond Kathmandu. Karmacharya & Shrestha [1991],

Shrestha et al. [1992] en Shrestha & Sharma [1996a] beschrijven de waterkwaliteit van deze sterk vervuilde rivier.

Vanaf 1988 zijn er waterkwaliteitsgegevens van de Bagmati River. "The pleasant mountain stream changes into a sewerage channel while flowing through Kathmandu within only a few kilometers" [Shrestha, 1995a]. Vanaf 1988 is

Tabel 2 Overzicht van de eerste zuiveringsresultaten van het helofytenfilter bij Dhulikhel Hospital

Parameters	Eenheid	Influent	Effluent	Rendement %
CHEMISCHE KWALITEIT				
Totaal gesuspendeerde deeltjes	mg/l	63,8	1,8	97
Ammonium	mg/l	19,6	0,04	99
Totaal-fosfaat	mg/l	2,6	0,67	74
BZV	mg/l	96,0	3,0	97
CZV	mg/l	124,0	18,2	85
BACTERIOLOGISCHE KWALITEIT				
Totaal Coli-bacteriën	col/ml	1028000	55	99
E. Coli	col/ml	800333	12	99
Faecale Streptococci	col/ml	130350	4	99
Cysten van E. Coli en E. histolytica	-	waargenomen	afwezig	100
Trophozoite van E. histolytica	-	waargenomen	afwezig	100

alleen maar een verslechtering waargenomen (afb. 4). De snelgroeiende bevolking van een miljoen inwoners en de toenemende bedrijvigheid lozen alle afvalwater (en veel vast afval) geheel ongezuiverd. Naast huishoudelijk en traditioneel industrieel afvalwater vormt ook vervuiling met micro's (kleurstoffen, landbouwbestrijdingsmiddelen, ed.) een toenemend probleem.

Wetlands

Deels overlappend met de hiervoor genoemde vier watertypen is recent veel aandacht gegeven aan de wetlands. Vanuit de IUCN-Nepal zijn vooral de wetlands in de Terai geïnventariseerd. Dat zijn de meer productieve wetlands; de interactie mens-natuur is er groot en die regio is relatief goed bereikbaar. Naar aanleiding van een workshop in 1993 verscheen de symposiumbundel over veiligstelling van wetlands [Bhandari et al., 1994]. Een systematische inventarisatie van 163 wetlands in de Terai verscheen van de hand van Bhandari [1996]. Daarin is het item 'Limnology' (data and information on water quality of the site) voor slechts 17 wetlands voorzien van 'Yes'.

Zuivering van afvalwater

Nepal bezit slechts enkele afvalwaterzuiveringsinstallaties. Kort na 1974 werd in Baktapur met steun van het Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit een afvalwaterzuiveringsinstallatie aangelegd. Deze uit vier compartimenten bestaande oxidatiepond ontlast echter maar ruim de helft van Bhaktapur. Zo'n 40% van het afvalwater gaat nog ongezuiverd de rivier in. De installatie werkt echter in geen enkel opzicht. De beluchtingspompen zijn stuk en de bekkens zitten vol slib. De overige 60% wordt dus ook niet gezuiverd. Met geld van de Wereld Bank zijn in Kathmandu rond 1979 twee installaties gebouwd door NWSC. Beide installaties (Dhobighat en Khodku) hebben echter nooit volledig en maar zeer kort enigszins gewerkt voor een deel van het afvalwater van de stad. Beide installaties zijn ook van het type oxidatiepond



Afb. 5 Een van de vele lozingspijpen in de Bhisnumati (Kathmandu)

met - voor Khodku - chlorering als laatste stap. Al snel na de ingebruikname raakten de bassins vol met slib. Dat is nooit geruimd. Al in 1991 werden stappen ondernomen tot herstel van deze zuiveringen, echter tot nu toe zonder resultaat.

In de zomer van 1997 is in Dhulikhel, een dorpje ca. 32 km ten oosten van Kathmandu, een voor Nepal eerste helofytenfilter aangelegd met een horizontaal en een verticaal doorstroomd bed. Het afvalwater van het ziekenhuis wordt daar gezuiverd. De gehele (afval)waterstroom vindt onder vrij verval plaats, zodat geen energie nodig is. Al na drie maanden is het riet (*Phragmites karka*) goed aangeslagen en de zuiveringsresultaten zijn goed (zie tabel 2).

Drinkwatervoorziening

In de Himalaya wordt oppervlaktewater gebruikt als drinkwater. Omdat in het midden en zuiden van Nepal, zeker buiten de moesson, er een tekort aan oppervlaktewater is, wordt veel grondwater opgepompt. NWSC is verantwoordelijk voor de drinkwatervoorziening in de Kathmandu-vallei. Elders in Nepal is dat het Department of Water Supply and Sewera-

ge, behorend tot het Ministry of Housing and Physical Planning. Daar is echter geen leidingnet, en is men afhankelijk van bronnen, oude stenen spouts en ponds. NWSC boort dieper grondwater aan in de Kathmandu-vallei. Het water is bacteriologisch betrouwbaar, maar bevat vaak te veel ijzer, silicium en ammonium. Daarvoor is zuivering nodig om het drinkbaar te maken. Het leidingnetwerk is zo lek als een mandje: er is een waterverlies van 40%. Groot probleem is dat de opbrengst snel achteruitgaat en men steeds nieuwe bronnen moet aanboren. De onttrekking van water is blijkbaar veel groter dan de aanvulling ervan [Khadka, 1991]. Het niveau van het diepe grondwater in de Kathmandu-vallei is hierdoor het afgelopen decennium met zo'n 6 tot 15 m en in extreme situaties met 20 m gedaald. In 1992 bedroeg het aantal particuliere en industriële diepe putten in de stad 334, waarvan er 146 dieper zijn dan 245 m [Shah, 1995].

De drinkwatervoorziening is nog ver beneden peil. Eind 1992 had minder dan de helft (ca. 40%) van de bevolking toegang tot redelijk betrouwbaar drinkwater. Terwijl buiten de steden deze voorziening procentueel toeneemt, neemt die in stedelijke gebieden af (zie tabel 3). De snelle bevolkingsconcentratie en -groei en industrialisatie zijn daarvan de oorzaak.

Vele kleinere particuliere bronnen, de laatste jaren sterk in aantal toenemend, boren zowel het eerste watervoerende pakket, als het diepere grondwater aan. De laatste jaren stijgt de grondwateronttrekking enorm. Naast de hoeveelheid beschikbaar water speelt hier vooral de vervuiling. Door een onvolledig en gebrekkig rioleringsstelsel, vele septic tanks, vervuilde rivieren en wijd verspreid afval is het ondiepe grondwater sterk vervuurd, niet alleen bacteriologisch [Shrestha & Sharma, 1996b]. Sharma [1990] wijst op de invloed van het toe-

Tabel 3 Bevolking voorzien van drinkwater, 1970-1990 (bovenste rij bevolkingsaantal x 1000; onderste rij percentage van de bevolking.)

	1970	1980	1990	
stedelijk gebied	461	741	1196	n x 1000
	100	80	75	%
ruraal gebied	186	862	5756	n x 1000
	2	6	35	%
totaal	647	1576	6949	n x 1000
	6	11	38	%

nemend gebruik van kunstmeststoffen, bestrijdingsmiddelen, op ongezuiverde industriële lozingen en op de invloed van plaatselijk sterke luchtverontreiniging. Via uit- en afspoeling komt hieraan veel tot infiltratie.

Het overigens gebruikte oppervlaktewater is vaak al direct bij de bron bacteriologisch vervuild, of raakt dat gaandeweg bij vervoer naar en gebruik in huis. Gurung [1994] rapporteert over een drinkwateronderzoek rondom Pokhara. Vermeld worden de World Health Organization richtlijnen voor drinkwater, onder andere voor de bacteriologische beoordeling. In plaats van die normen, worden eigen ruimere normen gehanteerd. "As pointed out earlier, the WHO guidelines for bacteriological quality of water are considered too stringent to be applied for small rural supplies as this would lead to the condemnation of vast majority of the existing water supplies in low-income communities."

Watergebonden ziekten

Er is een grote verscheidenheid aan watergebonden ziekten. Naar het overdrachtmechanisme worden vier groepen onderscheiden: water-borne (bijvoorbeeld cholera veroorzaakt door bacteriën), water-washed (bijvoorbeeld hepatitis veroorzaakt door virussen), water-based (bijvoorbeeld schistosomiasis veroorzaakt door wormen) en water-related insect vectors (bijvoorbeeld malaria veroorzaakt door muskieten in combinatie met slakken en virussen als vectoren). Vele watergebonden ziekten komen in Nepal voor. Burghart [1988] verrichtte een sociaal-medisch onderzoek in de Terai en vond dat bij 60% van de gezinnen tenminste steeds een gezinslid last had van diarree. Er werden echter meer opmerkingen en klachten geuit over constipatie, immers diarree was dan wel ongemakkelijk, maar 'normal' and 'part of life'. Cholera doet zich jaarlijks in meer of

minder grote vorm voor, ook in Kathmandu. Sanitaire voorzieningen zijn minimaal, ...but the majority defecate in the streets, lanes and public open spaces or visit nearby fields. Zelfs in Kathmandu gaat al het rioolwater naar de rivieren, die gebruikt worden voor baden en wassen. The resulting health risks are very high indeed [WSSC, 1984].

Plannen, wet- en regelgeving

De Nepalesen raken doordrongen van de plaatselijke sterke aantasting en achteruitgang van het milieu. Een aantal omvangrijke plannen getuigt daarvan. Het schort echter aan uitvoering en handhaving van de vele goede voornemens. In 1993 verscheen het Nepal Environmental Policy and Action Plan [National Planning Commission, 1993]. Maar liefst 407 actiepunten worden opgesomd, gegroepeerd in (1) sustainable management of natural resources, (2) population, health and poverty, (3) safeguarding national heritage, (4) mitigating adverse environmental impacts, en (5) legislation, institutions, education.

Buiten de Kathmandu-vallei zijn er geen steden met gesloten rioleringsystemen. Ook regenwaterafvoervoorzieningen worden nodeloos gemist. In de moessontijd geeft dit grote overlast. Watervervuiling leidt tot steeds grotere sociale en economische schade. De Bagmati River wordt ter hoogte van Kathmandu als biologisch dood beschouwd, terwijl het toch een belangrijke bron voor de drinkwatervoorziening is. Bovendien geeft de parallelle ligging van riolering en waterleidingbuizen (met lekken en gebrek aan onderhoud) aanleiding tot extra problemen. Juist vanwege de grote problemen in de Kathmandu-vallei verscheen in 1994 een uitgebreide studie van dit gebied [Stanley International, 1994]. Opnieuw wordt een actieplan gepresenteerd, bestaande uit 14 componenten. Het geheel bestaat uit een

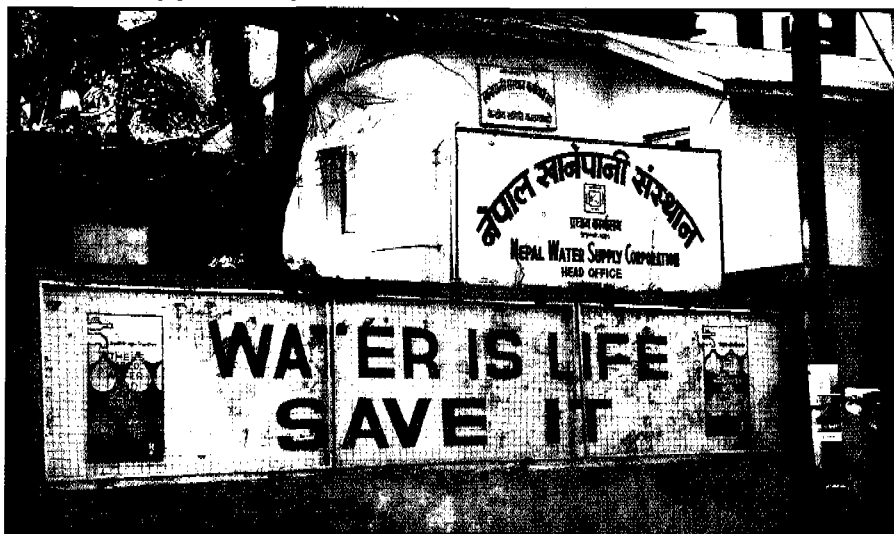
document van 4 cm dik. Een jaar later verschijnt er een 2 cm dik rapport [Shah, 1995], dat het geheel nog eens 'dunnnetjes' over doet. Opnieuw schort het aan de uitvoering. "Many institutions are presently involved, directly or indirectly, in the development, preservation, and use of water resources. The major are ... (er worden er zo'n tien opgesomd, TC). Mandates, responsibilities and the authorities of these institutions overlap and since they work apart, there is lack of co-ordination among them." Verderop wordt dan de oplossing aangedragen: "A single agency to develop and manage the water resources and to sustainable use water in the valley will be instituted. This agency will be named as Kathmandu Valley Water Management Office (KVWMO)." Die afkorting kan aan het opgenomen rijtje van 117 vergelijkbare afkortingen worden toegevoegd, opgesomd in het rapport.

Bestaande wetten, zoals de Nepal Drinking Water Supply Act (1989), Pesticide Control Act (1991) en de Water Resources Act (1992) worden niet nageleefd. Uitvoering ervan is verdeeld over vele ministeries en departementen en wordt vooral passief behartigd. Voor een adequaat waterbeheer ontbreekt het aan (handhaving van) normen voor drinkwater, afvalwater en oppervlaktewater. Het Nepal Bureau of Standards heeft grenswaarden opgesteld voor industriële lozingen op oppervlaktewater. Niet alleen zijn de normen ruim geformuleerd, implementatie is nog geheel niet aan de orde [Karmacharya & Shrestha, 1991]. Datzelfde geldt voor door Stanley International [1994] aanbevolen maximum waterkwaliteitsnormen voor vier functies: ruw-water voor drinkwater, natuur, zwembadwater en landbouwwater voor irrigatie en veedrenking.

Verdere ontwikkelingen

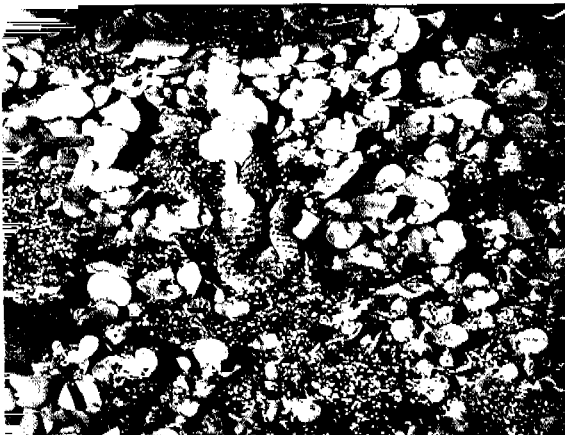
Muurteksten zijn in Nepal, vooral in Kathmandu niet vreemd. Een ervan luidt: "Water is life, save it", bij het gebouw van NWSC. Er is een overvloed aan goede voornemens. Alleen al voor de ontwikkeling van de Kathmandu vallei somt Shah [1995] 41 projecten, documenten en rapporten op. Echter het ontbreekt aan de uitvoering ervan: "Good intention is not always enough". Er wordt veel buitenlandse steun geboden, het aantal NGO's is groot. Diverse landen hebben hun eigen programma, zoals bijvoorbeeld Duitsland (Urban Development through Local Efforts). Ook de Nederlandse SNV is hier vertegenwoordigd met een eigen programma. Aandacht voor waterkwaliteitsproblemen is echter sterk achtergebleven. Voorbeelden van logge en nauwelijks van de grond komende projecten zijn de rehabilitatie van de twee zuiveringen (Dhobighat en Kodku) in Kathmandu en het masterplan voor de Bagmati.

Afb. 6 Het hoofdgebouw van Nepal Water Supply Corporation



De gemeenten daarentegen, als politiek-maatschappelijk belangrijke en – in vergelijking met de nationale regering – stabiele factor, zien graag verbetering van de milieuproblemen in hun gebied. Dat geldt onder meer voor Kathmandu en Kirtipur. In deze beide gemeenten zijn herstelprojecten geselecteerd. In Kathmandu gaat het om drie ponds (Kamal Pokhari, Ikha Pokhari en Ajima Pukhu). Opschoning en uitbaggeren is nodig. In Kathmandu komt de grootste vervuiling van het Balaju Industrial District. Voor dit gebied is een zuiveringsinstallatie genomineerd. In Kirtipur moet Taudaha aangepakt worden. Door sedimentatie en eutrofiëring dreigt hier volledige overgroei met waterplanten. Daarnaast loost een zuivelfabriek haar afvalwater ongezuiverd op een beek, waardoor een gedeelte van het (drink)water voor Kirtipur en Kathmandu vervuild raakt. Zuivering, bijvoorbeeld met een helofytenfilter à la Dhulikhel, kan uitkomst bieden. Wat verder nodig is, is de uitvoering van een monitoringprogramma voor de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Afb. 7 Watersla (*Pistia stratiotes*) in Bhaktapur treatment plant



Nu zijn er slechts sporadische gegevens beschikbaar. Een meer routinematige dataverzameling geeft inzicht in het verloop van de waterkwaliteit, maakt onderlinge vergelijking van meerdere wateren mogelijk, traceert belangrijke bronnen en invloeden en kan bijdragen tot bewustzijn en overtuiging. ENPHO lijkt geschikt haar faciliteiten en analysewerk uit te breiden.

Gezien de kennis en ervaring in Nederland op het gebied van afvalwaterzuivering en herstelprojecten en de behoefte daaraan in Nepal kunnen wij een steentje bijdragen aan het waterbeheer in dat ontwikkelingsland. Enkele urgente projecten liggen klaar. Het GSO-programma biedt hiervoor een kader. Laten we daar gebruik van maken. ☐

LITERATUUR

Aizaki, M., A. Terashima, H. Nakahara & Y. Ishida, 1987. Trophic status of Tiliiso, a high altitude Himalayan lake. *Hydrobiologia* 153: 217-224.

Bhandari, B. (ed.), 1996. An inventory of Nepal's Terai Wetlands. IUCN, Kathmandu. 309pp.

Bhandari, B., T.B. Shrestha & J. McEachern (eds.), 1994. Safeguarding Wetlands in Nepal. IUCN, Kathmandu. 160p.

Burghart, R., 1988. Cultural knowledge of hygiene and sanitation as a basis for health development in Nepal. *Tribhuvan University, Contributions to Nepalese Studies* 15 (2): 185-211.

Ferro, W., 1979. Some limnological and biological data from Rara, a deep Himalayan lake in Nepal. *Journal of the Nepal Research Centre* 2/3: 241-261.

Gosso, E., G. Tartari, S. Valsecchi, S. Ramponi & R. Baudo, 1993. Hydrochemistry of remote high altitude lakes in the Himalayan Region. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25 (2): 800-803.

Gurung, D.B., 1994. Final report on drinking water quality surveillance Programma 1992/93. CWSSP/Helvetas, Pokhara. 10p. met bijlagen.

Gyawali, D., 1991. Troubled politics of Himalayan waters. *Himal* 4 (2): 5-10.

Hickel, B., 1973. Limnological investigations in Lakes of the Pokhara Valley, Nepal. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 58 (5): 659-672.

Jones, J.R., M.F. Knowlton & D.B. Swar, 1989. Limnological reconnaissance of waterbodies in central and southern Nepal. *Hydrobiologia* 184: 171-189.

Karmacharya, A.P. & R.R. Shrestha, 1991. Report on water quality study programmes. ENPHO, Kathmandu. 11p. met bijlagen.

Khadka, M.S., 1991. Ground water quality and monitoring in Asia and the Pacific. in: *Water Resources Series*, no. 70. p202-204: 10 Nepal: groundwater quality.

Löffler, H., 1969. High altitude lakes in Mt. Everest region. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 17: 373-385.

Lohman, K., J.R. Jones, M.F. Knowlton, D.B. Swar, M.A. Pampersl & B.J. Brazos, 1988. Pre- and postmonsoon limnological characteristics of lakes in the Pokhara and Kathmandu Valleys, Nepal. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23 (1): 558-565.

Mahato, M. & U.R. Yadav, 1984. The composition of benthic macro-invertebrates of two ponds of Mahottary District, Nepal. *J. of Natural History Museum* 8 (1-4): 79-88.

McEachern, P. & R. Shrestha, 1995. Gosain Kunda. Lakes, formed by glacial activity and subsequent retreat in a valley. IUCN-notitie 4p.

Nakanishi, M., A. Terashima, M. Watanabe & P.N. Mishra, 1984. Preliminary Report on Limnological Survey in Lakes of the Pokhara Valley (Nepal) in November-December 1982. p31-41.

National Planning Commission (NPC), 1993. Nepal Environmental Policy and Action Plan: integrating environmental and development. Environmental Protection Council, Kathmandu. 80p.

Okino, J. & Y. Satoh, 1986. Morphology, physics, chemistry and biology of Lake Rara in west Nepal. *Hydrobiologia* 140: 125-133.

Oli, K.P. (ed.), 1995. Guidelines for Phewa Lake Conservation, IUCN, Kathmandu. 20p. met kaarten.

Oli, K.P. (ed.), 1997. A local level conservation strategy for Bagnes and Rupa Lake Watershed Area. IUCN, Kathmandu. 58p. met kaarten.

Rundle, S.D., A. Jenkins & S.J. Ormerod, 1993. Macroinvertebrate communities in streams in the Himalaya, Nepal. *Freshwater Biology* 30: 169-180.

Shah, S.G. (ed.), 1995. Regulating Growth: Kathmandu Valley, main report. National Planning Commission & IUCN. 302pp with appendices.

Sharma, C.K., 1990. Chemical pollution of the soil and groundwater in the Kingdom of Nepal. *Groundwater Monitoring and Management*, IAHS Publ. no. 173: 391-397.

Shrestha, R.R., 1995a. A review of limnological studies and research in Nepal 1994. in: K.H. Timotius and F. Göltenboth (eds.) *Tropical Limnology*, vol. 3: 221-234.

Shrestha, R.R., 1995b. Limnological investigations of Gosainkunda Lake and impact of JANAIPURNIMA Festival. ENPHO-paper prepared for: The wetland conservation programme: IUCN - Nepal. 11pp.

Shrestha, R.R., 1996. Water quality of Bishnumati River. IUCN-ENPHO. 6p.

Shrestha, R.R., A.P. Karmacharya & G. Ghimire, 1992. The study of degrading water quality in Bagmati River and its tributaries at Kathmandu. *J. Ecobiol.* 4 (2): 121-126.

Shrestha, G. & J.D. Manandhar, 1987. Studies on aquatic fungi from ponds of Kathmandu Valley (some new records). *J. of Natural History Museum* 11 (3): 57-64.

Shrestha, R.R. & S. Sharma, 1996a. Trend of degrading water quality of the Bagmati river. ENPHO-paper prepared for: Bagmati Environmental Seminar, March 1996. 12pp.

Shrestha, R.R. & S. Sharma, 1996b. Bacteriological quality of drinking water in Kathmandu and Patan city. ENPHO-paper prepared for: National conference on environmental sanitation & water supply, March 1996. 12pp.

Smith, B.D., B. Bhandari & K. Sapkota, 1996. Aquatic biodiversity in the Karnali & Narayani river basins, Nepal. IUCN, Kathmandu. 59p.

Stanley International, 1994. The Bagmati Basin Water Management Strategy and Investment Program. Final Report. Four Issues (four chapters and 17 annexes).

Swar, D.B., 1980. Present status of limnological studies and research in Nepal. in: *Proceedings of the first workshop for the promotion of limnology in developing countries*, pp 43-47.

Swar, D.B., 1981. Seasonal abundance of limnetic crustacean zooplankton in Lake Phewa, Pokhara Valley, Nepal. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21 (1): 535-538.

Swar, D.B. & C.H. Fernando, 1979. Cladocera from Pokhara Valley, Nepal with notes on distribution. *Hydrobiologia* 66 (2): 113-128.

Water Supply and Sewerage Corporation (WSSC), 1984. Review report no. 1: Kathmandu valley, Pokhara, Birgaj & Biratnagar. *Water Supply and Sewerage Studies Nepal* Nep/79/032.

Yadav, U.R., K. Basnet & J. Mehta, 1983. Studies on benthic fauna of four ponds of Godavari Fish Farm, Kathmandu Valley, Nepal. *J. of Natural History Museum* 7 (3): 73-82.

Yadav, U.R. & P.N. Mishra, 1982. Studies on the freshwater Leeches (Annelida: Hirudinea) of Kathmandu Valley, Nepal. *J. of Natural History Museum* 6 (4): 119-123.

Zutshi, D.P., 1991. Limnology of high altitude lakes of Himalayan region. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24 (2): 1077-1080.