

Vannkvalitetsundersøkelser i utviklingsland — Eksempel fra Tanzania

Jan Aug. Myhrstad og Olav Haldorsen

Forfatterne er ansatt i det rådgivende ingeniørfirma
Sivilingeniør Elliot Strømme A/S.

1. Innledning

Vannkvalitetsundersøkelser har generelt sett vært lite påaktet i utviklingsland. Dette minner i noen grad om forholdene i Norge for inntil 25—30 år siden. anbefalingene fra Verdens Helseorganisasjon om prøvetakingsfrekvens o.l. er i liten grad fulgt opp. Det bygges vannverk i en rekke utviklingsland, også med norsk fagekspertise, hvor vannkvalitetsaspektet ikke trekkes grundig nok inn i vurderingene. Dette har ført til valg av:

- Lite gunstige vannkilder
- Mangelfull vannbehandling
- Lite gunstige/gale vannbehandlingsprosesser.

I sin tur kan dette resultere i en øket epidemiologisk trussel. I enkelte land har det i løpet av flere hundre år utviklet seg tradisjonelle vannbehandlingsmetoder, som for en dels vedkommende har hatt en positiv innflytelse på vannets kvalitet. Ved utbygging av vannforsyningsanlegg kan slike metoder lett forsvinne, idet befolkningen har full tiltro til det «nye vannet». Det er da viktig at man trygt kan konsumere dette vannet, uten å pådra seg sykdom.

Drikkevann er et særdeles velegnet medium for spredning av sykdom. Med mindre drikkevannsforsyningen i utviklingslan-

dene blir forbedret, er det derfor lite håp om å bringe spredningen av smittsomme sykdommer under kontroll. Bedre vann er altså et nødvendig, men ikke alene et tilstrekkelig tiltak for å kontrollere smittespredning. Bedre personlig hygiene, bedre sanitærforhold m.m. er like viktige tiltak. Dette betones sterkt ved det initiativ Verdens Helseorganisasjon har tatt i og med gjennomføringen av den internasjonale «Drinking Water Supply and Sanitation Decade, 1981—1990».

I det følgende vil et arbeid som er utført i Tanzania bli beskrevet. Hovedvekten vil bli lagt på en beskrivelse av vannkvalitetsundersøkelser generelt, hvordan disse undersøkelsene er blitt brukt ved utviklingen av en filosofi for utbygging av vannforsyningen i to regioner, og hvordan undersøkelsene har påvirket valg av tekniske løsninger.

2. Evaluering av vannforekomstenes kvalitet

I 1982 ble det fremlagt en vannbruksplan for hver av regionene Kigoma og Rukwa i Tanzania. Disse regionene ligger helt vest i landet, ved bredden av Tanganikasjøen. De tilhører noen av de mest avsidesliggende områdene i Tanzania. Planene inneholdt også forslag til løsning av vannforsyningen i de to regionene med omkostningsoverslag.



Vannhenting fra en tradisjonell kilde.

Da det var sparsomt med opplysninger om vannforekomstenes vannkvalitet, ble det under planleggingen av prosjektet bestemt at det skulle utføres vannanalyser. For å gjøre slike undersøkelser mulig, ble det etablert to vannlaboratorier, ett i hver region. Vannanalysene ble utført i 1979 og 1980.

Totalt ble det samlet inn 1896 vannprøver i de to regionene. 1203 prøver ble analysert fysikalsk-kjemisk, og 693 ble bakteriologisk undersøkt.

Resultatene av undersøkelsene er blitt bearbejdet statistisk, og tabell 1 og 2 gir en oversikt over resultatene for de enkelte parametre fordelt på forskjellige kvalitetskategorier.

De *bakteriologiske undersøkelsene* avslørte at 98% av de undersøkte vannforekomstene var fekal forurenset og kunne

klassifiseres som ikke tilfredsstillende i henhold til Tanzanias kvalitetskrav til drikkevann. Som ventet hadde grunnvann og innsjøvann bedre kvalitet enn overflatevann i elver og bekker.

Generelt sett var den bakteriologiske vannkvaliteten noe dårligere i regntiden enn i tørketiden. Kvaliteten varierte også noe fra distrikt til distrikt.

De *fysikalsk-kjemiske analysene* viste at vannets pH-verdi varierte fra sterkt surt til sterkt alkalisk. Turbiditeten var relativt høy, mens innholdet av organisk stoff var lavt. Videre var vannet relativt bløtt. Innholdet av jern varierte innen vide grenser, og var for flere av vannforekomstene meget høyt. Manganinnholdet var imidlertid lavt, likeledes innholdet av nitrat og fluorid.

I Kigoma-regionen var den fysikalsk-kjemiske vannkvaliteten best i tørketiden.

TABELL 1

Prosentvis fordeling av de ulike parametre
i forskjellige kvalitetskategorier

Kigoma-regionen

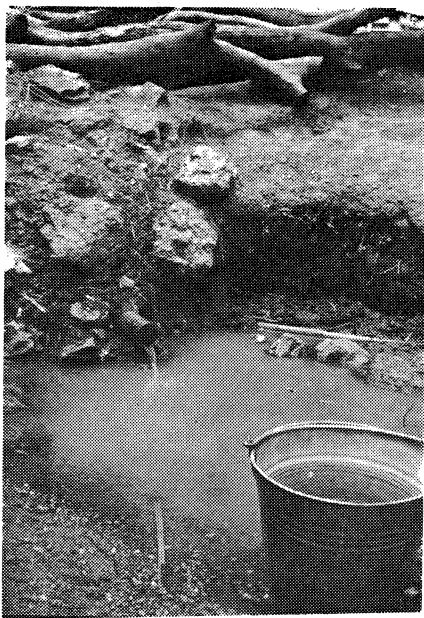
Parameter	Kvalitetskategorier				Totalt antall analyserte prøver
	0-10	11-100	101-500	>500	
Bakteriologisk (antall/100 ml)					
Totale kolidorme	10	11	20	59	407
Fekale kolidorme	10	25	27	36	399
Fekale streptokokker	12	18	27	43	387
pH-verdi	<6,5 3,8	6,5-8,5 6,2	8,6-9,2 0	>9,2 0	409
Turbiditet (NTU)	< 2 19	2,0-10 49	10,1-20 13	> 20 19	607
Farge (mg Pt/l)	< 20 44	20-50 36	51-100 11	>100 9	611
Permanganattall (mg $KMnO_4$ /l)	< 20 81	20-50 17	51-100 2	>100 0	376
Ledningsevne ($\mu S/cm$, 25°C)	<100 65	100-600 30	601-1200 5	>1200 0	402
Total hårdhet (mg $CaCO_3$ /l)	< 50 70	50-300 28	301-600 2	>600 0	391
Jern (mg Fe/l)	<0,2 21	0,2-1,0 40	1,1-5 30	> 5 9	377
Mangan (mg Mn/l)	<0,1 65	0,1-0,5 28	0,51-2 6	> 2 1	366
Fluorid (mg F/l)	<1,5 96	1,5-3,0 4	3,1-8 0	> 8 0	47
Nitrat (mg $N-NO_3$ /l)	<2,5 98	2,5-10 2	10,1-23 0	> 23 0	43

TABELL 2

Prosentvis fordeling av de ulike parametre
i forskjellige kvalitetskategorier

Rukwa-regionen

Parameter	Kvalitetskategorier			Totalt antall analyserte prøver
	0-10	11-100	101-500	>500
Bakteriologisk (antall/100 ml)				
Totale kolidorme	13	31	29	27
Fekale kolidorme	27	23	34	16
Fekale streptokokker	15	29	33	23
	<6,5	6,5-8,5	8,6-9,2	>9,2
pH-verdi	38	61	1	0
	< 2	2,0-10	10,1-20	> 20
Turbiditet (NTU)	21	30	17	32
	< 20	20-50	51-100	>100
Farge (mg Pt/l)	33	39	14	14
Permanganattall (mg $KMnO_4$ /l)	< 20	20-50	51-100	>100
	75	24	1	0
	<100	100-600	601-1200	>1200
Ledningsevne ($\mu S/cm, 25^{\circ}C$)	54	40	5	1
	< 50	50-300	301-600	>600
Total hårdhet (mg $CaCO_3$ /l)	80	20	0	0
	<0,2	0,2-1,0	1,1-5	> 5
Jern (mg Fe/l)	27	41	25	7
	<0,1	0,1-0,5	0,51-2	> 2
Mangan (mg Mn/l)	73	21	6	0
	<1,5	1,5-3,0	3,1-8	> 8
Fluorid (mg F/l)	95	5	0	0
	<2,5	2,5-10	10,1-23	> 23
Nitrat (mg $N-NO_3$ /l)	93	5	0	2



Slike tradisjonelle kilder er det mange av. Vanntilsiget varierer vanligvis meget sterkt over året.

I regntiden økte turbiditeten og fargetallet, samt innholdet av jern og mangan, særlig for overflatevann i elver og bekker. Forringelsen i vannkvalitet var for enkelte parametre av forbigående karakter i denne perioden. Når regnskyllene stoppet, gikk kvaliteten overraskende fort tilbake til et mer normalt «regntidsnivå».

I Rukwa-regionen var påvirkningen i regntiden generelt sett mindre utpreget. Overflatevannet i elver og bekker ble noe mer turbid og hadde noe høyere innhold av mangan. Den største forskjellen ble imidlertid observert for pH-verdien. Både overflate- og grunnvann var surere i regntiden enn i tørketiden. Laveste målte pH-verdi var 4,0 (grunnvann).

Kvaliteten varierte noe fra distrikt til distrikt, avhengig av naturforholdene.

Generelt sett ble vannkvaliteten i Kigoma-regionen noe forverret mot kysten av Tanganikasjøen, og jo nærmere man kom de urbane områdene. Dette gjaldt særlig den bakteriologiske kvaliteten og turbiditeten. Tilsvarende ble ikke funnet i Rukwa-regionen.

3. Planleggingskriterier

De Tanzanianske standardene for drikkevannskvalitet gir grunnlag for å trekke den konklusjon at man ved valg av vannkilder bør prioritere de kilder som fordrer minst mulig vannbehandling. Kvalitetskartleggingen av vannforekomstene som er utført har gitt et bedre grunnlag for å gjennomføre denne såkalte «minimum treatment philosophy».

Riktig valg av vannkilder må imidlertid kombineres med omhyggelig planlagte uttaks-/inntaksarrangementer og nærliggende områder må beskyttes mot forurensning ved å unngå etablering av forurensende aktiviteter nær vannkildene. Når dette er gjort, vurderer man behovet for ytterligere kvalitetsforbedring.

Prioritering av vannkilder

Med utgangspunkt i vannkvalitetsundersøkelsene ble det satt opp følgende generelle prioriteringsliste for valg av vannkilde:

1. Grunnvann
 - 1.1 Borehull
 - 1.2 Kilder
 - 1.3 Brønner
2. Overflatevann
 - 2.1 Innsjø
 - 2.2 Elver/bekker.

Lokale forhold kan påvirke prioriteringen av de forskjellige typer grunnvanns- og overflatevannskilder, og likeledes prioriteringen mellom grunnvann og overflatevann.

Forbedring av vannkvaliteten

Når valg av vannkilde er foretatt er behovet for kvalitetsforbedring avhengig av kildens råvannskvalitet og de krav myndighetene setter til drikkevannets kvalitet.

En gunstig teknisk utforming av vanninntaket kan redusere overflatevannets turbiditet slik at filtrering eller mer omfattende vannbehandling ikke er nødvendig. Likeledes vil en gunstig anlagt grunnvannsforsyning kunne eliminere behovet for desinfeksjon.

Vannkvalitetsundersøkelsene la grunnlaget for å trekke den konklusjon at hvis man kunne fremskaffe vann med lav turbiditet og gunstig bakteriologisk kvalitet, ville behovet for ytterligere vannkvalitetsforbedring være begrenset. For noen kilders vedkommende måtte man imidlertid da akseptere en noe dårligere bruksmessig kvalitet enn strengt tatt ønskelig.

Det ble utarbeidet praktiske retningslinjer for i hvilken grad vannet skulle behandles, og hva vannbehandlingen eventuelt burde omfatte. Retningslinjene tok utgangspunkt i den bakteriologiske vannkvaliteten og vannets turbiditet.

Mulige tekniske tiltak for å forbedre vannkvaliteten er:

- Henstand i basseng (extended storage)
- Desinfeksjon (klorering, UV-bestråling, filtrering i sølvpreparerte keramiske filtre)
- Langsom sandfiltrering
- Hurtig sandfiltrering
- Koagulering/flokkulering/filtrering
- Separasjon.

I første fase av vannverksutbyggingen har man lagt hovedvekten på å finne frem til vannkilder som er kvalitetsmessig gunstigst mulig. Det er blant annet boret et stort antall brønner i fjell. I disse tilfellene er det installert håndpumper på toppen av borehullet.

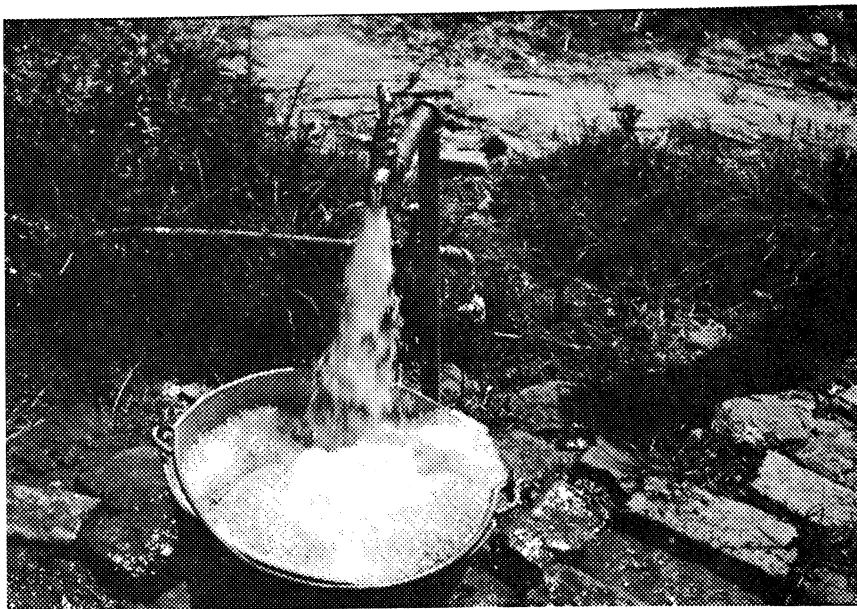
For å finne frem til hvordan henstandstiden influerer på vannets bakteriologiske kvalitet, både med hensyn på transport av prøver til bakteriologisk undersøkelse og med tanke på en dimensjonerende lagringstid for bakteriologisk forurenset vann, ble det utført undersøkelser som viste hvordan tiden og lagringstemperaturen virket inn på bakterieinnholdet. Som ventet avtok bakterieinnholdet relativt raskt med tiden, og det ble konkludert med at prøver til bakteriologisk undersøkelse burde lagres kaldt og helst være på laboratoriet 6—12 timer etter prøvetakingen.

Resultatene ble sammenliknet med andre undersøkelser, og det ble utarbeidet veiledende lagringstider basert på vannets innhold av fekale indikatororganismer.

Langsom sandfiltrering er på mange måter en behandlingsmetode som er interessant i utviklingsland. Den forutsetter imidlertid at vannet som skal behandles ikke har for høyt innhold av suspendert stoff. Hvis det er tilfellet må vannet forbehandles.

Ved Universitetet i Dar es Salaam er det utviklet spesielle horisontale filtre for fjerning av suspendert stoff. Et slikt anlegg, kombinert med et langsomt sandfilteranlegg, er under bygging i Rukwa-regionen. Anlegget vil bli gjenstand for en grundig oppfølging av vannkvaliteten, driftsforhold m.m. slik at man kan vurdere om anleggene er egnet for bruk i utviklingsland.

En annen måte å fjerne suspendert stoff på er å bruke hydrosykloner. Disse finner



Målet — en tilfredsstillende vannforsyning.

i dag anvendelse på flere felter, blant annet på store irrigasjonsanlegg for å redusere innholdet av suspendert stoff i vannet. Det vil bli gjennomført forsøk med hydro-sykloner for å studere effekten på vannets innhold av mindre og lettere partikulære forurensninger, samt trykktap, gangtid etc.

I enkelte tilfelle er den bakteriologiske kvaliteten så dårlig at utvidet lagring ikke gir tilstrekkelig hygienisk sikkerhet. For å få oversikt over kloreringsutstyr som kunne være egnet for bruk i utviklingsland, er det gjennomført en markedsundersøkelse. Med bakgrunn i denne er det anskaffet utstyr som er under utprøving på anlegg i de to regionene. Bakteriologiske undersøkelser inngår i utprøvingsopplegget.

4. Oppfølgende undersøkelser

Vannlaboratoriene i de to regionene er engasjert i kontroll av de vannforsyningsanlegg som bygges ut. Det utføres supplerende kvalitetsundersøkelser av kildene der dette synes påkrevet. Nye borebrønner blir kontrollert, likeledes anleggene når de er ferdig utbygget.

Slike undersøkelser ansees som påkrevet, blant annet for stadig å forbedre de tekniske løsningene.

Det melder seg etter hvert et behov for en mer systematisk behandling av de kvalitetsdata som fremkommer. Det ville for eksempel ha stor praktisk betydning hvis det kunne utarbeides oversikter over sammenhengen mellom geokjemi og hydrokjemí. Med kjennskap til geologien kunne man da på forhånd si noe om forventet

vannkvalitet i et planlagt borehull. Antall feilboringer, det vil si boringer som gir et kvalitetsmessig ubrukelig vann, kan da reduseres.

Statistisk behandling av turbiditetsverdiene for overflatevannforekomstene kunne sannsynligvis avklare hvilken innflytelse naturgrunnlag og nedbørforhold har på vannkvaliteten.

Også en systematisk behandling av de bakteriologiske data, sett i forhold til vannkildetype, områdehygieniske forhold og opptreden av smittsomme sykdommer i regionene, kunne bidra til økt forståelse av vannrelaterte problemer.

5. Avslutning

Våre erfaringer fra internasjonale fora og arbeid i utviklingsland gir grunnlag for å hevde at vannkvalitetsundersøkelser gene-

relt er for lite påaktet. Kjennskap til vannforekomstenes kvalitet bedrer beslutningsgrunnlaget ved valg av vannkilder. Kontroll av anlegg som er bygget kan gi et verdifullt korrektiv til de tekniske løsningsområder som er valgt. Vannkvalitetsdata samlet over noen år vil også bidra til økt kunnskap om hvordan naturforholdene påvirker vannforekomstene. Dette vil i sin tur styrke beslutningsgrunnlaget ved valg av vannkilder, samt gi informasjon om aktivitetsforhold som man bør være oppmerksom på med hensyn til vannforurensning.

Vi har i det foregående i det vesentlige vurdert nytten av vannkvalitetsundersøkelser med hensyn på drikkevannsproblematikken. Det er imidlertid også et markert behov for slike undersøkelser i forbindelse med forurensede utslipp til vassdrag og sjøområder i mange utviklingsland.

LITTERATUR

1. Jahn, S. A. A. Traditional water purification in Tropical Developing Countries, Existing Methods and Potential Application, German Agency for Technical Cooperation, Eschborn (1981).
2. World Health Organization, International Reference Centre for Community Water Supply. International Training Seminar on Community Water Supply in Developing Countries. Bulletin No 20. November, (1977).
3. Broconsult A.B. Rural water quality programme in Tanzania, August, (1979).
4. Norconsult A.S. Kigoma and Rukwa Water Master Plans, December, (1982).
5. Myhrstad, J. A. The selection of water treatment methods based on raw water quality. Paper presented during the seminar on Water Master Planning in Developing Countries. Bolkesjø, Norway, January (1983).
6. Haldorsen, O. Some aspects concerning water quality control in developing countries. Paper presented during the seminar on Water Master Planning in Developing Countries. Bolkesjø, Norway, January, (1983).
7. Myhrstad, J. A. and Haldorsen, O. Drinking water in developing countries — The Minimum Treatment Philosophy. A case study. Aqua No 2. pp 86—90, 1984.