

Samtidig bruk av fysiske, kjemiske og bakteriologiske undersøkelser ved registrering av forurensinger i vassdrag

Av Øyvin Østensvik

Øyvin Østensvik er veterinær fra NVH 1975. Han har arbeidet ved inst. for næringsmiddelhygiene fra 1976.

1. Innledning.

Resipientundersøkelser i vassdrag har til hensikt å beskrive vannforekomstenes tilstand og finne uttrykk for betydningen av ulike forureningskilder. Vannkvalitetsdata fra slike undersøkelser omfatter vanligvis bare fysisk/kjemiske parametre. I de tilfellene der bakteriologiske undersøkelser har inngått i analyseprogrammet presenteres resultatene separat og ikke i sammenheng med de fysisk/kjemiske.

Undersøkelser med hensyn på indikatorbakterier tar primært sikte på å påvise fekal forurensing, og gir et mål for vannets hygieniske kvalitet.

I et vassdragssystem kan resultater fra indikatorbakterieundersøkelser sammenholdige forureningstilførslers betydning. Ilyseresultatene.

På den måten kan vi kanskje utarbeide et system som kan bidra til en bedre forståelse av kloakkholdige og ikke-kloakkholdige forureningstilførslers betydning.

I denne artikkelen vil jeg legge fram en del ideer om dette og prøve å belyse ideene med eksempler fra praktiske undersøkelser.

2. Teoretisk fundament.

Forurensing av vann og vassdrag skyldes tilførsler av forureningskomponenter fra ulike kilder. Jordbunnsmessige forhold i nedbørfeltet gir vannmassene et naturlig innhold av kjemiske stoffer og partikler. I tillegg vil menneskelig aktivitet i nedbørfeltet resultere i økt tilførsel av forureningskomponenter. Størst betydning har tilførsler fra husholdninger, landbruk og industri.

Kunnskap om den forholdsvis betydningen av de ulike forureningskildene på ulike steder i et vassdrag er nødvendig når mottiltak skal settes inn. Tilførsler fra ulike forureningskilder har forskjellig innhold av forureningskomponenter. Forholdet mellom ulike komponenter målt i et vassdrag kan fortelle oss om forureningskildenes relative betydning.

2.1. Sammensetning av ulike forureningstilførsler.

Indikatorbakterier for fekal forurensing har størst forekomst i kloakkholdig kommunalt avløpsvann og avløpsvann fra spredt bebyggelse.

Fosfor- og nitrogenforbindelser finnes i varierende mengder både i kommunalt avløpsvann, avløpsvann fra spredt bebyggelse, avrenningsvann fra jordområder og i visse typer industrielt avløpsvann.

Forurensing fra husholdninger og industri skjer oftest i form av punktutslipp.

Forurensing fra landbruksaktiviteter skjer oftest i form av diffuse tilførsler.

Punktutslipp er konstante hele året mens diffuse forurensinger varierer gjennom året avhengig av blant annet temperatur (tele i bakken), nedbør og jordbunnsmessige forhold.

Resultatene fra undersøkelser om vinteren vil domineres av punktutslipp, mens resultatene om våren, sommeren og høsten blir påvirket av både punktutslipp og diffuse forurensinger.

2.2. Omtale av ulike parametre.

2.1.1. *Termotabile koliforme bakterier (TKB).*

TKB har tarmen hos dyr og mennesker som eneste naturlige tilholdssted. Påvises TKB i vann er det en sikker indikasjon på fersk fekal forurensing. I resipienten vil fortykningseffekten og virkningen av ulike desimeringsfaktorer resultere i avtagende verdier for TKB nedstrøms et utslipp.

2.2.2. *Koliforme bakterier (KB).*

KB utgjøres av tarmbakterier fra dyr og mennesker. I tillegg vil visse jord- og vannbakterier kunne registreres som KB. Ved fekal forurensing vil verdiene for KB øke. Avrenningsvann fra jordområder med innhold av jord- og vannbakterier vil kunne gi økte verdier for KB uten at verdiene for TKB øker.

2.2.3. *Fekale streptokokker (FS).*

På samme måte som TKB har FS tarmen hos dyr og mennesker som eneste naturlige tilholdssted. Men mennesker og dyr har ulike mengdeforhold mellom TKB og FS i feces. Hos mennesker er forholdstallet (TKB:FS) angitt til 4,4 eller høyere, mens (TKB:FS) hos dyr varierer fra 0,02 til 0,6 avhengig av dyrearten (*Geldreich*, 1976). Dette kan brukes når en vil finne ut hvor den fekale forurensingen stammer fra. Problemene ved bruk av slike forholdsbetragtninger ligger bl.a. i følgende forhold:

- TKB og FS har ulik overlevelsessevne i vann.
- Enkelte FS (*S. bovis* og *S. equinus*) har svært kort overlevelsessevne i vann.
- *S. bovis* og *S. equinus* vokser vanligvis ikke på enterokokkagar (Slanetz og Bartley's medium).
- Enkelte varianter av FS fins i jord, på planter o.l.

Begrensningene ved bruk av slike forholdsbetragtninger er i følge *Geldreich* (1976):

- Forurensingene må være under ett døgn gamle
- Metoden bør ikke benyttes når FS <100 pr. 100 ml.

2.2.4. *Konduktivitet.*

Fekalieholdige forurensingstilførsler inneholder komponenter som i resipienten gir økte verdier for konduktivitet. Det samme gjelder avrenningsvann fra jordområder og visse typer industrielt avløpsvann uten fekalietilblanding.

2.2.5. Fosforkomponenter. *

Fosforkomponenter tilføres vannforekomster fra ulike kilder. De bindes relativt godt i jorda, men avrenningsvann vil likevel ha et visst innhold av fosforkomponenter. I kloakkvann vil det også være til stede ulike mengder fosforkomponenter.

2.2.6. Nitrogenkomponenter.

Nitrogenkomponenter fins også i de fleste typer forurensingstilførsler. Nitrogenforbindelsene er løsere bundet i jord og vil være til stede i avrenningsvann fra jordområder, og i kloakkholdige forurensingstilførsler.

2.2.7. Kjemisk oksygenforbruk (KOF).

KOF beskriver mengde organisk stoff i vannet som oksyderes av bikromat under standard betingelser. Organisk stoff fins både i kloakk og andre tilførsler. Organisk stoff produsert i vannet vil også bli innbefattet.

2.2.8. Uorganisk seston.

Uorganisk seston er den mengden uorganiske partikler som kan filtreres fra vannet etter standard fremgangsmåte. Uorganiske partikler tilføres vassdragene i forbindelse med avrenning fra jordområder. Kloakk vil også inneholde uorganiske partikler. I stilleflytende elvepartier vil partiklene sedimentere, og verdiene for uorganisk seston avta.

2.3. Presiseringer og begrensninger.

Jeg vil her presisere at ulike forurensingskomponenter blir tatt hånd om på ulik måte i vannforekomstene. Bakterier vil desimeres og de ulike kjemiske forbindelsene vil gå inn i det biologiske

kretsløp i vannet. Derfor vil parametrene målt i vassdraget en viss avstand nedstrøms påvirkningsstedet kunne forandres på forskjellig måte. I tillegg vil nye påvirkninger gjøre seg gjeldende slik at helhetsbildet forstyrres. De ulike parametrenes bakgrunnsverdi er i denne sammenheng viktig å registrere.

Likevel er mitt utgangspunkt at ved å sammenholde resultatene fra indikatorbakterieundersøkelser med de fysikalske/kjemiske vil dette være et bidrag til bedre forståelse av forurensingskilders relative betydning i et vassdrag.

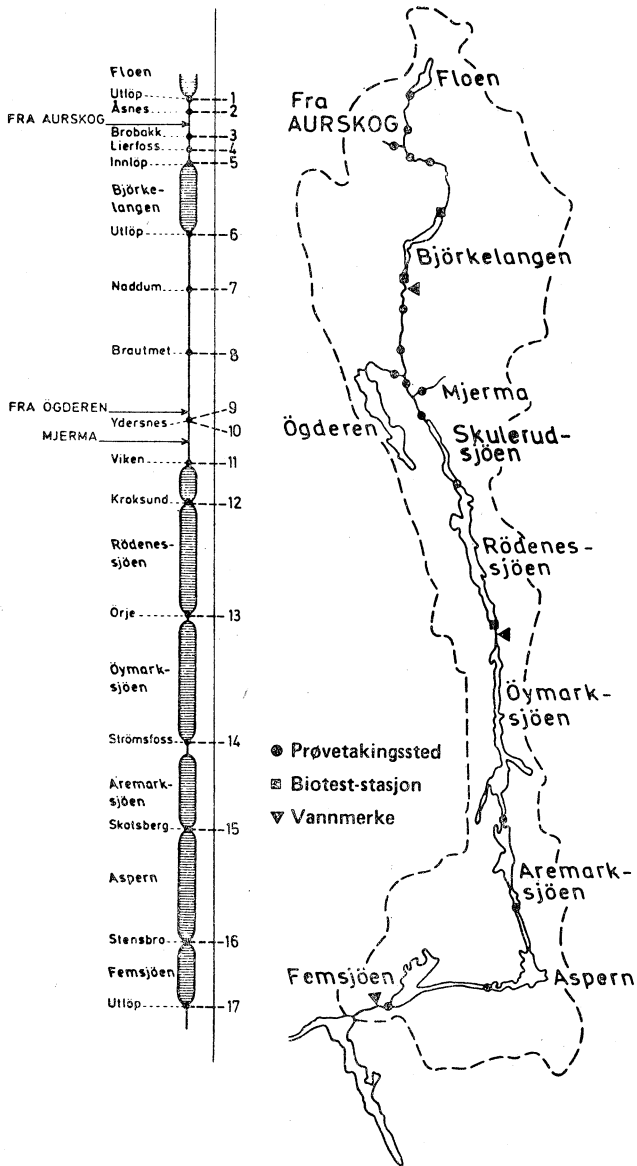
3. Resultater.

Jeg vil prøve å belyse disse tankene med noen resultater fra undersøkelser i Haldenvassdraget, et lavlandsvassdrag som renner gjennom Akershus og Østfold fylker. (Fig. 1).

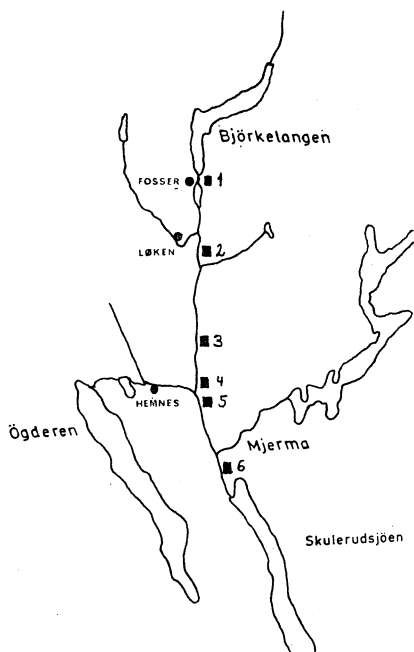
De fysikalske og kjemiske undersøkelsene er utførte ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA). De bakteriologiske undersøkelsene er utførte ved Institutt for næringsmiddelhygiene, NVH. KB og TKB er undersøkt ved membranfiltermetoden i henhold til NS 4751. Ved undersøkelsene for FS er membranfiltermetoden og Slanetz og Barley's agar benyttet.

Jeg vil benytte resultater fra 6 prøvesteder i Hølandselva som strekker seg fra utløp Bjørkelangen til innløp Skulderudsjøen (Fig. 2).

Langs Hølandselva påvirkes vannkvaliteten av ulike forurensingskilder. Tettstedene Fosser, Løken og Hennes tilfører vassdraget kloakk. Hølandselva er relativt stilleflytende og passerer områder med jordbruk, og vannkvaliteten påvirkes av avrenning fra disse områdene.



Figur 1. Haldensvassdraget med prøvetakingssteder (NIVA-årbok, 1975)



Figur 2. Hølandselva med prøvetakingssteder.

Jeg har valgt å benytte resultatene fra en prøveserie tatt i oktober 1977, en periode da både kloakkpåvirkninger og avrenning fra jordområder skulle gjøre seg gjeldende. Resultatene er gjengitt i tabell 1.

I fig. 3—9 er verdiene for TKB satt opp i kurver og relatert til verdiene for parametrene omtalt i avsnitt 2.2.2—2.2.8.

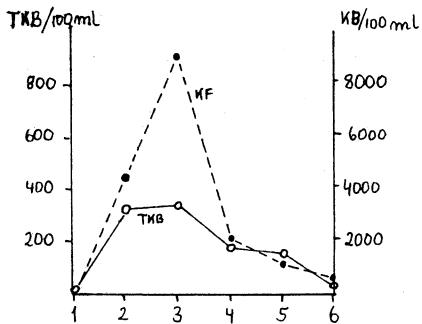
Mellom prøvested 1—2 er vassdraget påvirket av kloakk fra tettstedene Fosser og Løken. Dette registreres i første rekke ved TKB. Likeledes viser de andre parametrene økende verdier på denne strekningen.

Mellom stasjon 2 og 3 holder verdien for TKB seg konstant. Vi registrerer en økning av verdiene for KB, konduktivitet, total nitrogen og KOF. Derimot viser uorganisk seston avtagende verdi. I dette området av vassdraget gjør avrenning fra jordområdene seg gjeldende i tillegg til en viss kloakkpåvirkning. Elva er stilleflytende og uorganisk seston avtar på grunn av sedimentering.

Tabell 1: Hølandselva: Resultater ved prøvetaking oktober 1977.

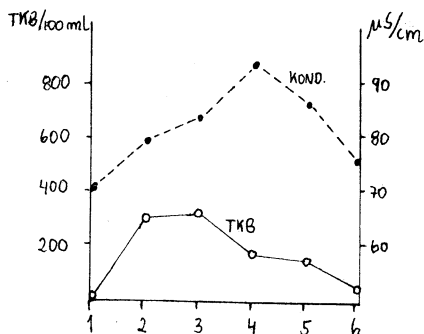
Stasjonsnr.	Prøvestedets navn	KB	TKB	FS	KOND	TOT-P	TOT-N	KOF	UORG. SESTON
1	Utløp Bjørkelangen	55	8	3	70,9	45	960	35,4	8,8
2	Naddum	4500	310	210	79,9	70	1240	36,4	10,2
3	Brautmet	900	315	160	83,6	70	1440	41,1	7,0
4	Ydersnes før samløp	1650	160	110	93,9	87	1800	42,0	16,5
5	Ydersnes etter samløp	980	135	85	86,4	62	1360	38,1	11,4
6	Jernbanebro	400	120	80	73,4	40	1160	33,6	9,7

KB:	Koliforme bakterier pr. 100 ml
TKB:	Termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml
FS:	Fekale streptokokker pr. 100 ml
KOND:	Konduktivitet ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
TOT-P:	Total fosfor ($\mu\text{g}/\text{P}/\text{l}$)
TOT-N:	Total nitrogen ($\mu\text{g}/\text{N}/\text{l}$)
KOF:	Kjemisk oksygenforbruk (mg O/1)
UORG. SESTON:	Uorganisk seston (mg/l)



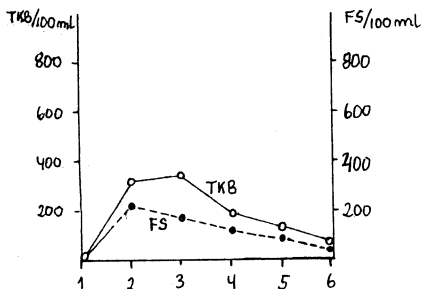
Figur 3:

Hølandselva. Termostabile koliforme bakterier (TKB/100 ml) og koliforme bakterier (KB/100 ml) i oktober 1977.



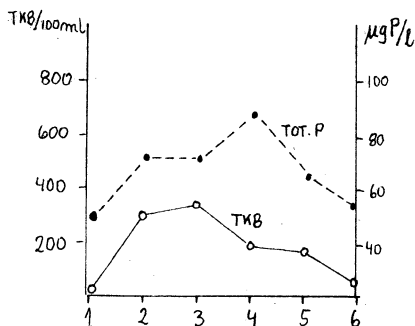
Figur 5:

Hølandselva. Termostabile koliforme bakterier (TKB/100 ml) og konduktivitet (KOND. $\mu\text{S}/\text{cm}$) i oktober 1977.



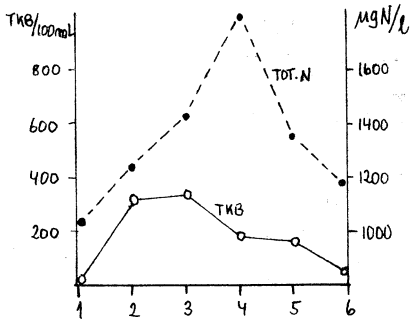
Figur 4:

Hølandselva. Termostabile koliforme bakterier (TKB/100 ml) og fekale streptokokker (FS/100 ml) i oktober 1977.



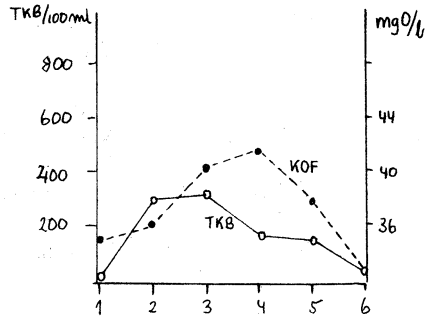
Figur 6:

Hølandselva. Termostabile koliforme bakterier (TKB/100 ml) og total fosfor (TOT-P. $\mu\text{gP}/\text{l}$) i oktober 1977.



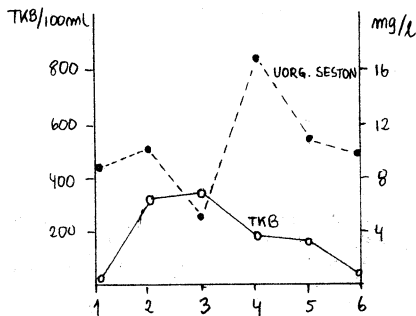
Figur 7:

Hølandselva. Termostabile koliforme bakterier (TKB/100 ml) og total-nitrogen (TOT-N, µg N/l) i oktober 1977.



Figur 8:

Hølandselva. Termostabile koliforme bakterier (TKB/100 ml) og kemisk oksygenforbruk (KOF, mg O/l) i oktober 1977.



Figur 9:

Hølandselva. Termostabile koliforme bakterier (TKB/100 ml) og uorganisk seston (UORG. SESTON, mg/l).

Mellom stasjon 3 og 4 er det en tydelig påvirkning av vassdraget gjennom avrenning. Verdiene for konduktivitet, total nitrogen, KOF og uorganisk seston øker (Fig. 5, 6, 7, 8 og 9). Derimot avtar verdien for TKB og FS (Fig. 4). Verdien for koliforme bakterier går sterkt ned i dette området (Fig. 3).

Mellom stasjon 4 og 5 viser samtlige parametre avtagende verdier. Her registreres en fortynningseffekt fra Høneselva som kommer fra Øgderen.

Fortynningseffekten dominerer også mellom stasjon 5 og 6. Her renner Mjerna inn i Hølandselva.

I figur 4 der sammenhengen mellom TKB og FS er framstilt, ser vi at disse parametrene følger hverandre ganske godt. Forholdstallet TKB:FS varierer mellom 1,5 og 2,0. Analyser for FS er gjort på Slanetz og Bartley's agar, og forholdstallene er såpass høye at det indikerer dominans av humane fekalietilførsler. Disse tolkningene er usikre, men er tatt med for å illustrere bruk av forholds-betraktninger mellom TKB og FS.

4. Kommentarer.

Jeg har i denne artikkelen prøvd å presentere tanker som kanskje kan gi oss utvidete kunnskaper om forurensingstilførsler til vassdrag.

Utgangspunktet er TKB, er sikker indikator på fekal forurensing. Tanken om å sammenholde verdiene for TKB med andre parametre er ny. I hvilken grad denne tanken kan bidra til utvidete kunnskaper for forurensingstilførsler vil bare praktiske undersøkelser i tida som kommer gi svar på.

LITTERATUR:

- Kotai, J. og Skulberg, O. M.:* Haldenvassdraget — resipientundersøkelser som grunnlag for vassdragsdrift.
NIVA — årbok 1975, s. 11—24.
- Østensvik, Ø. m.fl.:* Haldenvassdraget som resipientsystem.
NIVA — årbok 1976, s. 53—62.
- Østensvik, Ø.:* Sammenheng mellom indikatorbakterier og fysikalsk/kjemiske forhold ved overvåking av vassdrag.
I «Proceedings», 13. nordiske veterinærkongress, Åbo, Finland, 1978.
- Geldreich, E.:* Fecal Coliform and Fecal Streptococcus Density Relationships in Waste Discharges and Receiving Waters.
CRC Critical Reviews in Environmental Control, 1976, s. 349—369.