

1687



RAPPORT 14|83

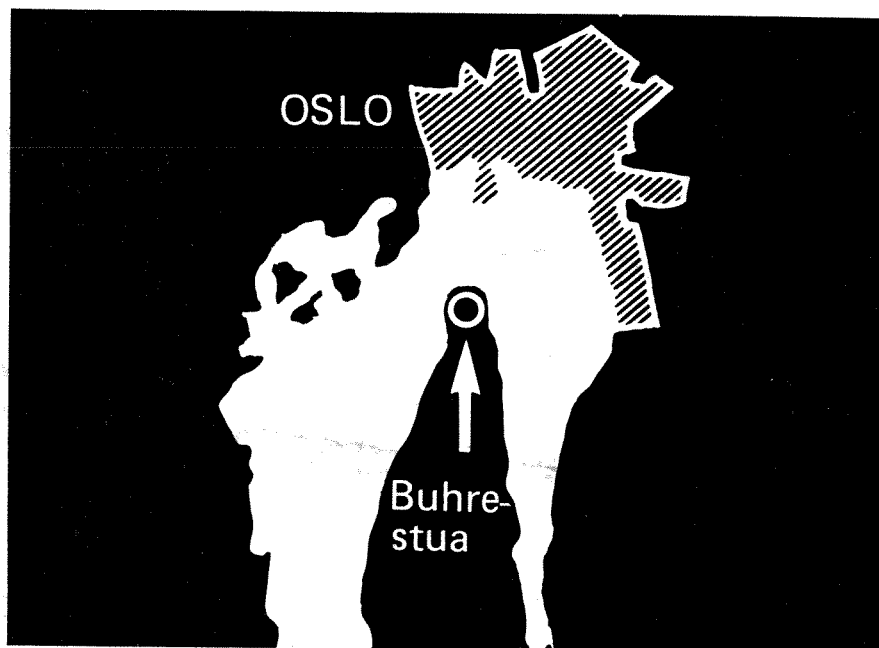
O-81041

O-81041

Spillvannstap fra oppsamlingsnett

DELRAPPORT NR. 4

Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet .
Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd



NIVA

Hovedkontor
Postadresse:
Postboks 333
0314 Oslo 3
Brekkeveien 19
Telefon (02)23 52 80

Sørlandsavdelingen
Postadresse:
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041)43 033

Østlandsavdelingen
Postadresse:
Rute 866, 2312 Ottestad
Postgiro: 4 07 73 68
Telefon (065)76 752

Rapportnummer: 0-81041
Undernummer: II
Løpenummer: 1687
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Spillvannstap fra oppsamlingsnett. Delrapport nr. (4). Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.	Dato: Oktober 1984
Forfatter (e): Lasse Vråle	Prosjektnummer: 0-81041
	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Nesodden, Akershus
	Antall sider (inkl. bilag): 45

Oppdragsgiver: Statens Forurensningstilsyn (SFT) A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabriker, Boliden kemi AB	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

Undersøkelsen viser i hvilken grad grunnvannskvaliteten påvirkes i et tettere befolket område hvor det forekommer spillvannstap fra ledningsnettet (opsamlingsnettet). Det er gjennomført månedlige kontrollprøver av grunnvannskvaliteten i nesten et år. Resultatene viser at spillvannstapet hovedsaklig følger overflateresipientene og at fosfor ikke er noe problem i grunnvannet.

4 emneord, norske: Nesodden
1. Spillvannstap
2. Oppsamlingsnett
3. Grunnvannskvalitet
4. Tilføringsgrad
Buhrestua rensedistrikt

4 emneord, engelske:
1. Loss of sewage
2. Sewage collection system
3. Groundwater quality
4. Degree of collection

Prosjektleder:

Lasse Vråle

Lasse Vråle

Divisjonssjef:

Oddvar Lindholm

Oddvar Lindholm

For administrasjonen:

J.E. Samdal

J.E. Samdal

ISBN 82-577-0866-6

Lars N. Overrein

Lars N. Overrein

0-81041

SPILLVANNSTAP FRA OPPSAMLINGSNETT
DELRAPPORT NR. (4)

Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet.
Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune

Oslo, oktober 1984

Lasse Vråle

FORORD

Denne rapporten utgjør del 4 av i alt 4 delrapporter (1) utført under prosjektet O-81041 "Spillvannsavløp fra oppsamlingsnett". Prosjektet tar utgangspunkt i programforslag datert 20. februar 1981 (1) og har til hensikt å bringe klarhet i hva som skjer med det spillvannet som ikke kommer frem til rensesanlegget med særlig vekt på fosfortapet. Man tok opprinnelig sikte på å studere spillvannstapet fra følgende type felter:

- Hovedsakelig fjellgrøfter
- Hovedsakelig leirgrøfter
- Hovedsakelig sand- og jordgrøfter

Men parallelt ønsket man å kontrollere om spillvannstapet som beregnes ved tilføringsgradmålinger virkelig er så stort som SFTs statusrapport datert august 1981 tydet på. Derfor ble det bestemt at de spesifikke forurensningsmengdene som benyttes ved slike beregninger skulle kontrolleres i ett 100 prosent tett felt. Dette er beskrevet i delrapport 1 (6) og undersøkelsen er gjennomført ved Sydskogen i Røyken kommune i perioden fra 19. oktober 1981 til 19. april 1982, altså nøyaktig i et halvt år. Delrapport 3 tar for seg et lukket nedslagsfelt, Siggerud, hvor det er mulig å kontrollere både spillvannstapet ut av oppsamlingnettet og hvor mye av dette spillvannstapet som transporteres videre i bekkeresipienten nedenfor tettstedet.

Denne delrapport 4 studerer hvordan spillvannstapet fra oppsamlingsnettet påvirker grunnvannet.

Det er avholdt 11 styringsmøter i prosjektet med løpende fremdriftsrapportering. Det ble etter hvert foretatt en del endringer i det opprinnelige programforslaget. Følgende delrapporter er under utarbeidelse under prosjektet: Spillvannstap fra oppsamlingsnett.

Delrapport 1:

Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett, Sydskogen, Røyken kommune.

Delrapport 2:

Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som alternativ metode for beregning av tilføringsgrad. Vannforbruk og lekkasjevanntmålinger fra Sydskogen-, Buhrestua- og Siggerudundersøkelsene, Røyken, Nesodden og Ski kommune.

Delrapport 3:

Spillvannstapets resipientpåvirkning i Siggerudgryta, Ski kommune.

Delrapport 4:

Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvaliteten Buhrestua rense-distrikt, Nesodden kommune.

Oppdragsgiverne som har gjort det mulig å gjennomføre dette prosjektet har vært:

	Økonomiske bidrag
A/SD e-No-Fa og Lilleborg Fabriker	kr 150 000.-
Boliden Kemi AB	" 150 000.-
Statens forurensningstilsyn (SFT)	" 150 000.-
	<u>Sum 450 000.-</u>

Styremedlemmene i prosjektet har vært:

For A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabriker Christopher Magnus og Carl
Rutland
For Boliden Karl Axel Melkersson
For SFT Jostein Skjefstad,
Lasse Bræin og
Simond Haraldsen

Follo kjøtt- og Næringsmiddelkontroll ved kommuneveterinær Odd Fleisje og hans medarbeidere har spilt en vesentlig rolle i arbeidet med å innsamle og analysere grunnvannsprøvene og det rettes en særlig takk til disse. Det rettes også en takk til driftsoperatørene ved Buhrestua renseanlegg som samlet inn ukeblandprøvene ved renseanleggene. Spesielt ønsker jeg å takke alle de beboerne som har stilt sitt grunnvann til disposisjon for prøvetaking og analyse.

Til slutt ønsker jeg å takke styremedlemmene (i prosjektet) som representerer oppdragsgiverne for dette prosjektet og som har gjort det mulig å gjennomføre prosjektet. Styremedlemmene har vært meget aktive og har bidratt vesentlig med råd og bistand etter hvert som prosjektet har utviklet seg.

Oslo, oktober 1984

Lasse Vråle

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	8
2. INNLEDNING	12
3. BAKGRUNNSOPPLYSNINGER FOR GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN	13
3.1. Undersøkelsesområde og metodeopplegg	13
3.2. Prøvetaking	15
3.3. Analyser	17
4. RESULTATER	20
4.1. Tilføringsgrad og spillvannstap til Buhrestua	20
4.1.1. Tidligere tilførselsmålinger ved Buhrestua r.a.	20
4.1.2. Nye tilførselsmålinger til Buhrestua r.a.	22
4.2. Variasjoner i grunnvannskvaliteten	26
4.2.1. Analyser av koliforme bakterier	27
4.2.2. Analyser av termostabile koliforme bakterier og coprostanol for påvisning av eventuelle spillvannstap	28
4.2.3. Analyser av total fosfor	31
4.2.4. Analyser av total nitrogen	32
4.2.5. Analyser av spesifikk ledningsevne og pH	34
5. VURDERING AV RESULTATENE	37
5.1. Grunnvannskvaliteten er langt bedre enn sitt rykte	37
5.2. Fosforkonsentrasjonene i grunnvannet er svært lave mens nitrogen verdiene er relativt høye	38
5.3. Spillvannstapet i Buhrestua rensedistrikt strømmer hovedsaklig ut via overflateresipientene	39
6. REFERANSER	41
VEDLEGG	42

TABELLER

	Side
1. Prøvetakingsdøgn for grunnvanns- og overflatevannprøver på Nesodden.	15
2. Oversikt over prøvetakingsbrønner i Buhrestua rensedistrikt, Nesodden.	16
3. Overflatevannprøver i Buhrestua rensedistrikt.	17
4. Tilførsler av fosfor, nitrogen og organisk stoff som KOF og beregnet antall personenheter ved Buhrestua renseanlegg i perioden oktober-november 1980.	22
5. Spillvannstilførsler til Buhrestua renseanlegg i perioden 16.8.-18.10.82.	24
6. Gjennomsnittlige tilførsler av fosfor, nitrogen og organisk stoff i uker med nedbør mindre enn 25 mm/uke og beregnet antall personenheter ved Buhrestua r.a. i perioden 16.8.-18.10.1982.	25
7. Analyser av koliforme bakterier pr. 100 ml i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.	27
8. Analyser av termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.	29
9. Analyse av coprostanol i grunnvann på Nesodden tatt 11.10.82.	29
10. Analyseverdier for klorid mg Cl/l i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.	31
11. Analyseverdier for total fosfor µg P/l i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.	32
12. Analyseverdier for total nitrogen mg N/l i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.	33
13. Analyseverdier for spesifikk ledningsevne, 25 ⁰ C µS/cm i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.	35
14. pH-verdier i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.	36
15. Drikkevannsanalyser i grunnvann på Nesodden 1982.	44
16. Oversikt over hvilke grunnvannskilder som tilfredsstiller drikkevannskravene til større vannverk.	47

FIGURER

	Side
1. Oversikt over Buhrestua rensedistrikt. Renseanleggets plassering og prøvetakingspunktene for grunnvannsprøvene på Nesodden.	14
2. Sammenheng mellom døgnvannføring og nedbør til Buhrestua rensesanlegg i 1980.	20
3. Analysekonsentrasjoner av fosfor, ortofosfat, Tot-N og ammonium i innløpsvannet til Buhrestua rensesanlegg høsten 1982.	23

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Hensikten med denne delrapporten var å klarlegge i hvilken grad spillvannstapet og spesielt fosfor fra oppsamlingsnettet i et rensedistrikt påvirket grunnvannskvaliteten og i hvilken grad fosfor ble holdt tilbake i jordsmonn og fjellsprekker. Undersøkelsen ble lagt til Buhrestua rensedistrikt på Nesodden av tre grunner: Fordi det i et tidligere prosjekt (1) var beregnet et stort spillvannstap i rensedistriktet. Fordi det innenfor rensedistriktet som er tett befolket i følge kommunen fortsatt eksisterer en rekke enkeltvannforsyninger som benytter grunnvann som vannforsyning. Fordi det fra kommunalt og fylkeskommunalt hold hevdes at grunnvannet er massivt forurensset av spillvann. Det er bosatt ca. 4000 personer innenfor Buhrestua rensedistrikt.

Det ble tatt ut 15 tilfeldige boliger som hadde vannforsyning fra grunnvann. Vannkranene i disse boligene skulle fungere som prøvetakingspunkter for grunnvannet i området. Antallet ble av praktiske grunner redusert til 10. To av prøvestedene lå utenfor rensedistriktet. Kirkåsen kommunale grunnvannsverk som forsynte ca. 40 boliger ble valgt på grunn av størrelsen på verket. Vråles enkeltvannforsyning ble inkludert fordi det var anlagt et av Norges første jordhauginfiltrasjonsanlegg på samme eiendom slik at spillvannet infiltreres bare 20 meter unna boligens grunnvannsforsyning.

Det ble gjennomført 8 separate prøvetakinger av grunnvannet ved alle prøvetakingsstedene i løpet av perioden 22.03.82 - til 01.11.82. I tillegg ble det tatt enkle prøver av overflatevannet i rensedistriktet.

Det ble ved NIVA også tatt interesse for grunnvannskvaliteten i prøvetakingsbrønnene ut fra et drikkevannforsynings synspunkt. Det ble derfor bevilget noen midler for å ta analyser av drikkevannsparemeteren i en del av grunnvannsprøvene. Resultatene av disse undersøkelsene er vist i vedlegg 1.

Det ble også gjort målinger på hovedvannforsyningen inn i Buhrestua rensedistrikt og målt lekkasjevannmengden (natt minimumsmålinger). Disse resultatene behandles imidlertid i delrapport 2 (2).

Undersøkelsen viste at grunnvannskvaliteten var langt bedre enn forventet og at det bare i noen av prøvetakingspunktene for grunnvann på enkelte prøver kunne påvises spor av komponenter som kunne stamme fra spillvann. Årsaken til de relativt sett gode grunnvannskvaliteter på tross av at det er et betydelig spillvannstap (15-40 %) er ikke klarlagt. Overflateresipientene i området representert ved bekkene viser imidlertid betydelig spillvannspåvirkning som tyder på at store deler av det spillvannet som ikke kommer til Buhrestua renseanlegg går ut via bekkene.

Det skal ellers trekkes frem at fosforkonsentrasjonene i grunnvannet er svært lavt, nemlig 7 µg/l i gjennomsnitt. Dette er av samme størrelsesorden som det man finner i upåvirkede overflateresipienter og mindre enn den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen i regn i Osloområdet. Forholdet mellom fosfor og nitrogenkonsentrasjonene i grunnvannet viser også at fosforkonsentrasjonen er 34 ganger lavere enn det man finner i spillvann når det sees i forhold til nitrogenkonsentrasjonen. Dette viser at fosfor i grunnvann ikke er noe problem og at eventuelle tilførsler enten fra overflaten eller spillvann holdes tilbake i jordsmonnet eller fjellsprekkene.

Undersøkelsen gav flere interessante konklusjoner:

1. Det kan ikke påvises fosfor fra spillvannstap i grunnvannsprøvene i Buhrestua rensedistrikt. Den gjennomsnittlige totale fosforkonsentrasjonen for alle grunnvannsprøvene i hele prøveperioden er 7 µg/l som er like lite som i upåvirkede resipienter.
2. Det er heller ikke påvist særlig spillvannstap i grunnvannet basert på målinger av termostabile E-coli og coprostanolanalyser. Noen spor kan påvises på noen av prøvene i enkelte døgn.

3. Den manglende påvirkningen i grunnvannet forekommer på tross av at det forekommer et sannsynlig spillvannstap i Buhrestua renseanlegg på 15 - 40 % (tilføringsgrad på 60 - 85 %).
4. Det kan imidlertid dokumenteres en betydelig kloakkpåvirkning (spillvannstap) i overflateresipienter (bekkene) i Buhrestua rensedistrikt basert på målinger av termostabile E-coli, Tot-P og Tot-N i bekkene. Dette leder til den konklusjon at den igjenværende del av spillvannstapet hovedsakelig følger overflateresipientene.
5. Ut fra disse målingene er det klare tegn som tyder på at i alle fall fosfortap via grunnvann ikke betyr noe i eutrofieringssammenheng. I og med at regn vanligvis inneholder mer fosfor enn grunnvannsprøvene fra Nesodden er det klart at fosfor bindes i jordmonnet og sprekkssystemet. Fosfortransporten fra spillvannstap synes derfor bare å nå hovedresipientene via overflateresipienter og direkte rørutslipp.
6. Målingene i bekkene tyder på at det pågår en betydelig grad av selvrensing i Skoklefalltjern og Oksvalbekken. Rensegrad i Skoklefalltjern har vært 74 % med hensyn til fosfor og 64 % med hensyn til nitrogen. Disse målingene er imidlertid svært sparsomme og er basert på stikkprøver.
7. Fosfor viser små konsentrasjonsendringer i grunnvannet. Nitrogenverdiene viser derimot imidlertid store svingninger med årstidene med lavest konsentrasjoner om sommeren og høyere verdier vår og høst.
8. Gjennomsnittskonsentrasjonene i vannprøvene har gitt følgende P/N forhold:

Gjennomsnitt alle grunnvannsprøvene	0,0061
Vanlig spillvann (tradisjonelt)	0,2083
Gjennomsnitt bekkevann inn i Skoklefalltjern	0,1853
" " ut fra "	0,1386
" " " " Oksvalbekken	0,0288

Dette tyder på at fosfor bindes og holdes tilbake i større omfang enn nitrogen.

9. Undersøkelsen viser at termostabile koliforme bakterier er minst like sikker for påvisning av spillvannstap som coprostanol analysen og dessuten vel så følsom.
10. Det er ikke påvist grunnvannspåvirkning eller økt fosforkonsentrasjon i grunnvannet under jordinfiltrasjonshaugen på Nordpol.

2. INNLEDNING

Hensikten med denne delrapport nr. 4 er å studere hvordan spillvannstapet i et rensedistrikt innvirker på grunnvannskvaliteten.

Parallelt ble metodene for beregning av spillvannstapets størrelse kontrollert gjennom undersøkelsene på Sydskogen i Røyken kommune i delrapport nr. 1 (3). Hvis disse metodene for eksempel skulle vise seg å inneholde systematiske feil som gjør spillvannstapet større eller mindre, er det klart at eventuelle påvirkninger i resipientene må sees i en ny sammenheng. Det ble da også påvist lavere spesifikke tall for forurensninger fra bolighus enn man tidligere var klar over, spesielt fordi effekten av pendling er større enn antatt. Lavere spesifikke tall fører til høyere tilføringsgrader og dermed mindre spillvannstap.

Spillvannstapets innvirkning på overflateresipienter ble undersøkt gjennom målingene i Siggerudgryta i Ski kommune (4). Siggerudundersøkelsen ville vise hvor stor andel av utlekkende spillvannstap fra oppsamlingsnettene som transporteres ut fra den lokale overflateresipienten og derved hvor mye som holdes igjen i grunnen.

En del av spillvannstapet antas å gå med i grunnvannet slik at grunnvannet forurenses. Analyser av grunnvann i områder med tettbygd strøk vil derfor være viktig for å få ett inntrykk av omfanget av spillvanns-transporten og forurensningseffekten i grunnvannet. Eventuelle selvrensningseffekter i ledningsgrøfter, jordsmonn og fjellsprekker vil være med på å redusere forurensningseffekten i grunnvannet.

3. BAKGRUNNSOPPLYSNINGER FOR GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN

3.1. Undersøkelsesområder og metodeopplegg

Hovedtanken bak undersøkelsen var å påvise hvor stor andel av spillvannstapet fra rensedistriktets oppsamlingsnett som påvirket grunnvannet i det samme området. Det var blant annet ønskelig å se hvordan konsentrasjonene for de ulike komponentene i grunnvannet endret seg i områder med spillvannspåvirkning.

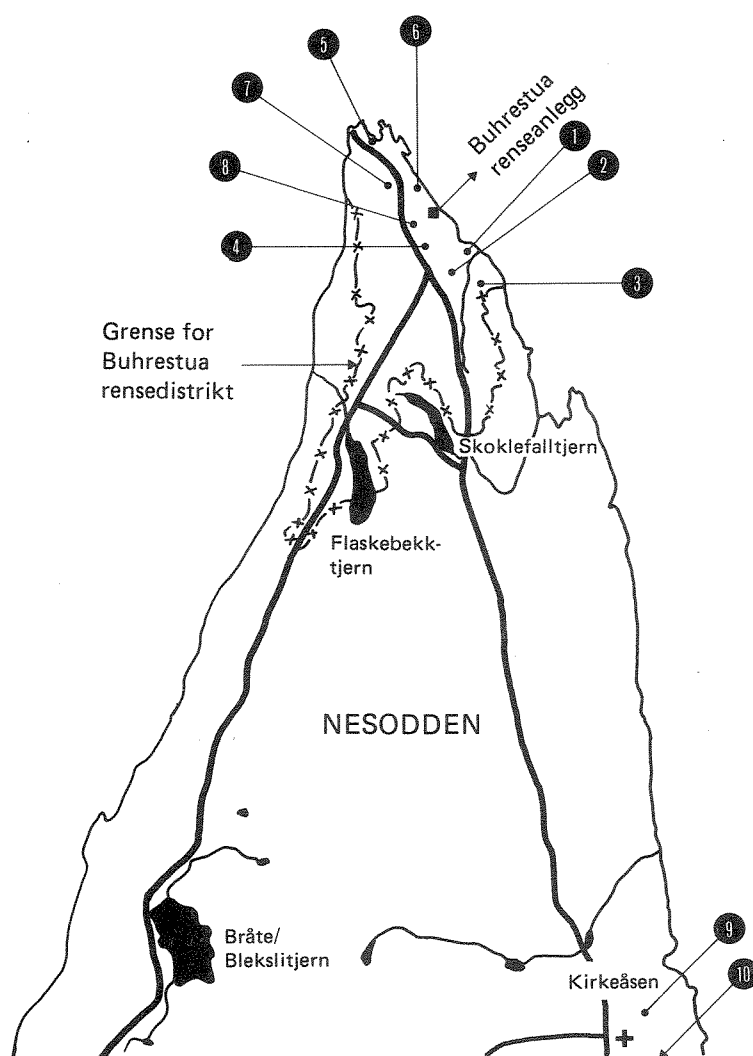
Det er alment kjent at blant annet fosfor kan binde seg til jordpartikler slik at forurensningsvirkningen av fosfor blir mindre. Nesodden har mye fjell hvor man regner med relativt liten løsmasseoverdekning slik at grunnvannet hovedsaklig beveger seg i fjellsprekker. Det er antatt at mulighetene for selvrensning er relativt små under slike forhold.

Undersøkelsen ble lagt til Buhrestuaområdet på Nesodden av følgende grunner:

1. Området er relativt konveks slik at overflateavrenningen spres over et større areal.
2. Analyser av grunnvannet kan skje enkelt fordi et stort antall av beboerne har lokal vannforsyning fra borebrønner i fjell.
3. Både kommuneadministrasjon og Akershus fylke betegner grunnvannskvaliteten som meget dårlig.
4. Området er av kommunen betegnet som tett bebyggelse.
5. Tidligere undersøkelser har vist at spillvannstapet ved Buhrestua rensenanlegg er stort (1).

Spillvannstapets størrelse bestemmes på grunnlag av fosfor og nitrogenmengden som kommer fram til Buhrestua rensenanlegg. Dette sammenlignes med den beregnede fosfor og nitrogenmengden som produseres innenfor rensedistriktet. Tilføringsgraden som gir et bilde av spillvannstapet kan derved beregnes.

Buhrestua rensedistrikt er presentert i figur 1 og renseanleggets plassering fremgår. I tillegg til målinger av spillvannsmengdene inn i rensedistriktet ble også hovedvannforsyningen inn i rensedistriktet overvåket. Dette ble gjort i samarbeid med Nesodden kommune ved at det ble installert en telle trykker som automatisk registrerer vannforbruk og nattforbruk. Derved kan også vannlekkasjene på hovedvannledningen overvåkes og det ekte vannforbruket beregnes. Disse målingene er beskrevet i delrapport nr. 2 (2).



Figur nr 1.
Oversikt over Buhrestua rensedistrikt, renseanleggets plassering og prøvetakingspunktene for grunnvannsprøvene på Nesodden. Nummerene angir prøvetakingsbrønnene. Se tabell 2.

3.2. Prøvetaking

Enkel prøvetaking av grunnvannet er helt avgjørende for undersøkelsen. Innenfor Buhrestua rensedistrikt har mange husstander grunnvannsforsyning fra lokalt vannverk enten i borebrønn eller vanlig brønn. Vannprøver av drikkevannssystemet hvor husstanden forsynes med lokalt grunnvann vil derfor tjene som en prøvetakingsstasjon for grunnvannet.

Det ble valgt ut 10-12 brønner og borehull på et tilfeldig grunnlag. Det ble tatt prøver av alle grunnvannsstasjonene på samme dag for å få like klima-forhold. Det ble gjennomført 8 prøvetakingsrunder som til sammen nesten dekker en årssyklus. Prøvetakingstidspunktene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Prøvetakingsdøgn for grunnvanns- og overflatevannprøver på Nesodden.

Nr.	Dato	Ant. prøvesteder grunnvann	Ant. prøvesteder overflatevann
1.	22.03.82	9	1
2.	13.04.82	8	1
3.	10.05.82	8	3
4.	14.06.82	8	3
5.	09.08.82	8	3
6.	06.09.82	8	3
7.	11.10.82	8	3
8.	01.11.82	8	3

De husstandene som ble valgt ut for grunnvannsprøvetaking er presentert i tabell 2. Husstandene ble valgt ut ved at Nesodden kommune skaffet tilveie kartgrunnlag som viste hvilke boliger som hadde kommunal vannforsyning og hvilke som hadde eget vannverk. Det ble deretter valgt ut 15 husstander med grunnvannsforsyning ut fra en geografisk fordeling i rensedistriktets sentrale partier.

Tabell 2. Oversikt over prøvetakingsbrønner i Buhrestua rensedistrikt, Nesodden.

Nr.	Gnr.	Bnr.	Navn	Adresse	Boredyp m	Anal. tidl.
1.	2	43	Brosstad, Werner	Oksalvn. 1	10B	Ja
2.	2	174	Østby, Randi	Øvre Mov.7	70	Ja
3.	2	413	Jensen, Sverre	Edvardsv.5	99	
4.	2	461	Frank, Iver	Håkonsv.2	35	Ja
5.	4	1	Christophersen, Kari	Tangenvn.8	B	Ja
6.	4	83	Lynum, Randi	Lagvn. Fjellvik	4B	Ja
7.	4	141	Thune, J.Kristian	Tangenvn. 13	Ca10B	Ja(1)
8.	4	153	Siger, Sigurd	Tangenvn. 26	50	Ja
<u>Utenfor Buhrestua rensedistrikt</u>						
9.			Kirkåsen komm. grunnvannsverk		100	
10.	17	6	Vråle, Lasse	Fundingsgrudvn.	31	Nei

B = Brønn

(1) Overgang til kommunalt vann fra prøvetakingsrunde 6.9.82.

Etter en telefonrunde viste det seg at 2 eiendommer hadde innlagt kommunalt vann og noen var det ikke mulig å treffe hjemme på den første prøvetakingsdagen. Listen ble redusert til de eiendommene som fremgår av tabell 2.

Kirkåsen kommunale grunnvannsverk ble inkludert i prøvetakingsrunden etter den første runden fordi dette vannverket forsyner vann til ca. 40 husstander og et pleiehjem. Det ble derfor antatt at råvannet fra denne stasjonen var representativt for et større grunnvannsmagasin.

Prosjektlederens borehull ble inkludert som en spesialundersøkelse fordi han har anlagt en jordinfiltrasjonshaug slik at alt spillvannet fra boligen infiltreres bare 20 meter unna drikkevannforsyningen borehull. Det vil derfor være mulig å studere om spillvannet som infiltreres kan spores i borehullet.

I tillegg til prøvene av grunnvannet i området, ble det tatt tre prøver av overflatevannet i rensedistriktet ved hver prøverunde. Disse tre stedene fremgår av tabell 3 og figur 1.

Tabell 3. Overflatevannprøver i Buhrestua rensedistrikt.

Nr. 1.	Prøve av bekken som renner inn i Skoklefalltjern
Nr. 2.	Prøve av bekken ut fra Skoklefalltjern
Nr. 3.	Oksvalbekken 20 meter fra Stranden.

Prøvetakingen er utført i nært samarbeid med Follo kjøtt og næringsmiddelkontroll i Drøbak som også har foretatt de fleste analysene. Alle prøvetakingsrundene startet kl 0900 fra Granholt Landhandel og prøvene ble innhentet etter samme rute med siste prøvetaking ca. kl 1130. Deretter ble prøvene kjørt direkte til Drøbak slik at de bakteriologiske prøvene kunne tas straks.

Alle prøvene ble tatt på steriliserte flasker av Follo kjøtt- og næringsmiddelkontroll. De ble tatt fra kaldtvannskran på kjøkkenbenk på alle eiendommene untagen nr.7 der en utekran ble benyttet. Tappestedets utløpsende og flaskehalsene ble varmet opp med gassbrenner. Vannet rant i ca. 3 minutter før oppfylling på prøveflaske og det ble normalt tatt doble prøver.

3.3. Analyser

Følgende analyser på grunnvanns- og overflateprøvene ble tatt ved Follo kjøtt- og næringsmiddelkontroll:

1. Koliforme bakterier på filter antall/100 ml
2. Termostabile koliforme bakterier på filter antall/100 ml
3. pH
4. Spesifikk ledningsevne, 25⁰C µS/cm
5. Total nitrogen mg N/l
6. Total fosfor mg P/l
7. Klorid mg Cl/l

For den første prøvetakingsrunden som ble tatt 22. mars 1982 ble det også tatt ekstra prøveflasker for mer utfyllende drikkevannsanalyser ved NIVA. Analysene ved NIVA's laboratorium var følgende:

1. pH
2. Spesifikk ledningsevne
3. Turbiditet
4. Kalsium Ca
5. Magnesium Mg
6. Natrium Na
7. Kalium K
8. Klorid Cl
9. Sulfat SO_4
10. Alkalitet
11. Nitrat NO_3
12. Total fosfor P
13. Aluminium Al
14. Jern Fe
15. Mangan Mn
16. Silisium Si
17. Permanganat

Disse analysene ble tatt for å karakterisere drikkevannskildene nærmere. Tilsvarende analyser, men i noe mindre omfang enn listen vist ovenfor ble også utført på vannprøvene fra 11. oktober og 1. november 1982. Disse analysene ble finansiert av NIVA og resultatene er presentert i vedlegg 1.

Coprostanolanalyser av grunnvann

Coprostanol dannes bare i tarmsystemet hos mennesker og høyerestående dyr, og kan derfor benyttes som indikator på fekal forurensning i vann.

Coprostanolanalyser er utført i flere år ved NIVA og er en interessant analyse fordi det har vært antatt at den i større grad enn termostabile coliforme bakterier er en sikker indikator på at vannet inneholder stoffer fra menneskelig tarm, blant annet fordi coprostanol ikke

nedbrytes like lett som coliforme bakterier. Det ble derfor gjennomført en analyseserie av coprostanol grunnvannet innsamlet på 2 liters glassflasker. Disse analysene ble gjennomført på 6 av prøvene tatt den 11. oktober 1982.

Rå kloakkanalysene ved Buhrestua renseanlegg

Ukeblandprøvene fra rå kloakken inn i Buhrestua renseanlegg ble tatt av driftsoperatørene ved anlegget. Disse prøvene ble analysert ved NIVA.

4. RESULTATER

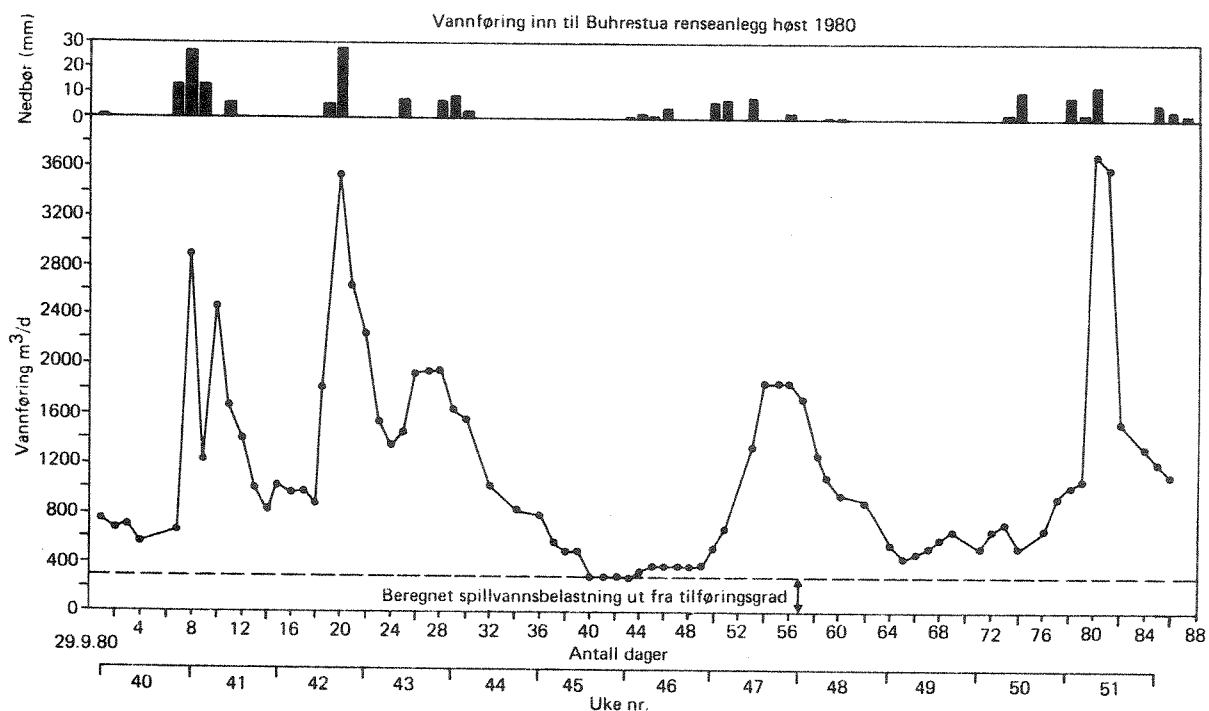
4.1. Tilføringsgrad og spillvannstap til Buhrestua

4.1.1. Tidligere tilførselsmålinger ved Buhrestua r.a.

I forbindelse med et tidligere gjennomført prosjekt ved Buhrestua renseanlegg "Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann" (1), ble renseanleggets virkelige hydrauliske og forurensningsmessige belastning kartlagt. Resultatene viste overraskende store variasjoner i innkommende avløpsvannmengder som følge av nedbør. Dette tydet på dårlig oppsamlingsnett med dårlig separasjonsgrad. Figur 2 viser hvordan vannføringen varierte i denne perioden.

For hele undersøkelsesperioden er 48 % av den rensede vannmengden uønsket regnvann. Under nedbørperiodene utgjør regnvannet 72 % av døgnvannføringen.

Figur 2. Sammenheng mellom døgnvannføring og nedbør til Buhrestua renseanlegg i 1980.



Vannet inn til renseanlegget er ofte kraftig fortynnet med infiltra-sjonsvann og regnvann. Vannføring alene derfor er et dårlig uttrykk for den virkelige kloakkbelastningen (spillvann). I tidligere rappor-ter er det redegjort for hvordan den virkelige spillvannsbelastningen kan beregnes, ofte omtalt under begrepet "tilføringsgrad". Vi kan ikke komme inn på dette her, bare kort si at fosfor- og nitrogentil-førselen i innløpsvannet benyttes parallelt for å beregne spillvanns-mengden. De tilførte forurensningsmengdene er vist i silgrainsyre-rapporten (1).

Erfaringen fra denne tidligere undersøkelsen viste at nedbørsdøgn med forutgående tørrvær spylar ut sedimentert slam og øker tilførselen unormalt. I døgn nr. 9 ble innløps-luken stengt noen timer og resul-terte i lave tilførsler. Holdes slike unormale døgn utenom, kan gjen-nomsnittlige tilførsler beregnes. Hvis 2,5 g P/p·d, 12 g N/p·d og 120 g O/p·d legges til grunn som spesifikk forurensningsmengde, kan antall tilførte personenheter beregnes og resultatet er vist i tabell 4.

Tabell 4. Tilførsler av fosfor, nitrogen og organisk stoff som KOF og beregnet antall personenheter ved Buhrestua renseanlegg i perioden oktober-november 1980.

Parameter	Tilførsler inn i renseanlegg gjennomsnitt	Tilførte person- enheter	
Tot-P	3,50 kg P/døgn	1400 PE	Gj.snitt fra tidsrommet
Tot-N	19,0 kg N/døgn	1580 PE	29.9.-27.11.1980 mens
KOF-O	170 kg O/døgn	1420 PE	Oksval pumpe-stasjon var ute av drift

Beregning av personenheter ut fra hver av de tre parametrene synes å være i god overensstemmelse, og gjennomsnittlig tilførte personenheter kan derfor anslås til 1470 PE. Dette gjelder imidlertid perioden mens Oksval pumpe-stasjon var ute av drift.

Nesodden kommune har i et notat beregnet eksisterende belastning til Buhrestua renseanlegg pr. 1.1.81 til 4357 personenheter hvorav 3987 er bosatt befolkning. Hvis man tar utgangspunkt i antall personekvi- valenter betyr det følgende tilføringsgrad i perioden, mens Oksval pumpestasjon er ute av drift.

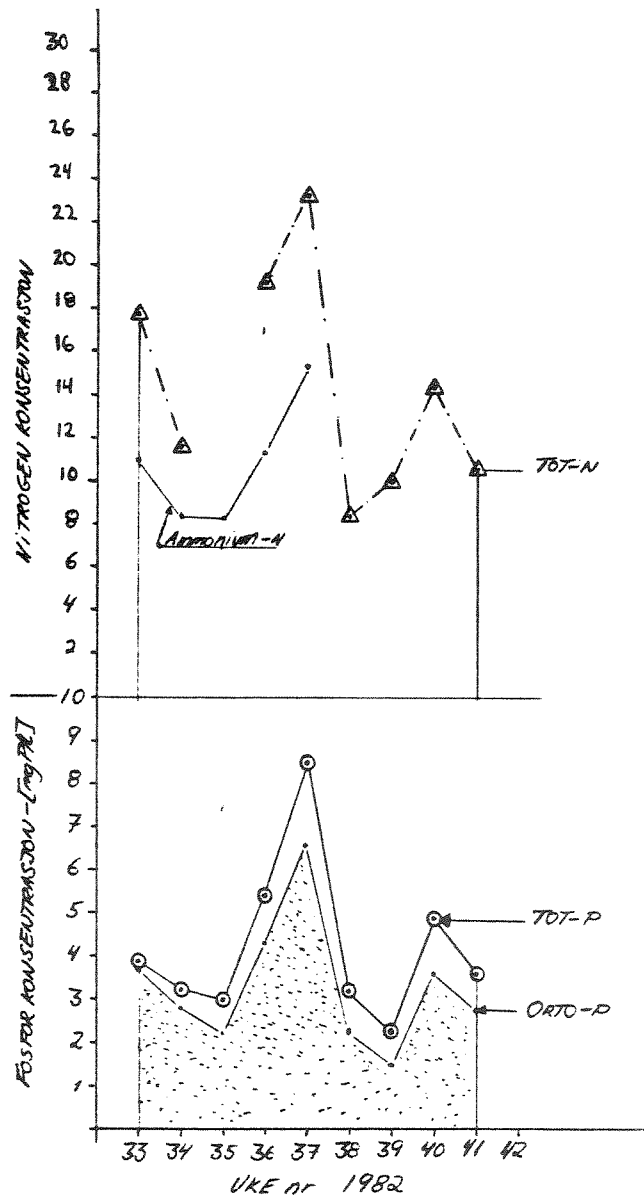
$$\text{Tilføringsgrad: } \frac{1470 \text{ PE}}{4357 \text{ PE}} \times 100 \text{ kg} = 34 \%$$

Det synes idag klart, etter erfaringene fra Sydskogen-undersøkelsen at Nesoddens relativt store utpendling har en sterkere innvirkning på de spesifikke tallene enn tidligere antatt. Det må etter alt å dømme anvendes noe lavere spesifikke tall enn tidligere og både dette og innkoblingen av Oksval's pumpestasjon vil øke tilføringsgraden.

4.1.2. Nye tilførselsmålinger til Buhrestua r.a.

Forurensningstilførslene til Buhrestua renseanlegg ble målt på basis av ukeblandprøver av renseanleggets innløpsvann og renseanleggets registrerte ukevannføring. Måleperiodene for bestemmelse av til- føringsgraden strekker seg fra 16.8.82 med uke 33 til og med uke 41 med avslutning den 18.10 samme år. Analyseresultatene av disse målin- gene er presentert i tabell 5 sammen med ukentlig nedbør og ukevann- føring. Analyseresultatene av fosfor i ortofosfat og Tot-N er pre- sentert i figur 3. Forurensningsmengdene til renseanlegget fremgår av samme tabell. Spillvannstilførslene til Buhrestua renseanlegg varierer relativt mye i denne perioden. Perioden er omtrent den samme som for Siggerudundersøkelsen (4) og er svært nedbørrik.

Det er tidligere ikke anbefalt å ta med forurensningstilførslene fra nedbørperioder når tilføringsgrad skal beregnes. Årsaken er at rør- utspylinger og overflateforurensning fra fremmedvannet vanskelig lar seg beregne teoretisk slik at disse ukene bør holdes utenom bereg- ningene. Et annet viktig moment som avdekkes i denne undersøkelsen er rutinene med at renseanlegget fortsatt kjøres med strupte eller stengte innløpsluker under nedbørsperioder! Dette ble også påvist i 1980 undersøkelsen.



Figur 3. Analysekonentrasjoner av fosfor, ortofosfat, Tot-N og ammonium i innløpsvannet til Buhrestua rensanlegg høsten 1982.

Tabell 5. Spillvannstilførsler til Buhrestua renseanlegg i perioden 16.8.-18.10.82

Uke nr.	Prøvetakings- tidsrom Ukeblandprøve Fra kl. 0800 til kl. 0800	Spill- vanns- mengde m ³ /uke	Ukentlig nedbør- mengde mm/uke	Spesifikk lednings- evne	Analyser/konsentrasjoner			Forurensningstilførsler				
					Tot-P mg P/l	Orto-P mg P/l	Tot-N mg N/l	Susp.S mg/l	KOF mg O/l	Tot-P kg P/uke	Tot-N kg N/uke	KOF kg O/uke
33	16.08-23.08	9.945		28,8	3,9	3,7	17,8	11,0	90	38,8	177	895
34	23.08-30.08	15.423	2	27,2	3,2	2,8	11,6	8,2	75	49,3	179	1160
35	30.08-06.09	15.356	3	31,1	3,0	2,3	-	8,1	64,5	46,1	-	1150
36	06.09-13.09	17.734	14,2	29,5	5,4	4,3	19,2	11,3	-	95,8	340	3010
37	13.09-20.09	10.512	3,1	42,7	8,5	6,6	23,6	15,3	320	89,4	248	3360
38	20.09-27.09	16.683	4	-	3,2	2,3	8,4	-	110	53,4	140	1840
39	27.09-04.10	15.093	32,1	-	2,3	1,5	10,0	-	60	34,7	151	905
40	04.10-11.10	15.382	6,9	-	4,9	3,6	14,4	-	200	75,4	222	3076
41	11.10-18.10	18.870	19,2	-	3,6	2,8	10,6	-	70	67,9	200	1321
Gjennomsnittsverdier										61,2	207,1	1857

- 1 LMPP - Filtret ortofosfat.
- 2 Mandag 23.8 til tirsdag 24.8 ble innløpsluken delvis lukket på grunn av høy vannføring stort fremmedvannsinntak.
- 3 Mandag 30.8 kl. 1400 ble innløpet stengt på grunn av kraftig regnvær. Hele innløpet foran maskinrenset rist var full av pukk og større steiner. Åpnet kl. 2010, men fortsatt strupet innløp.
- 4 Innløpsluke måtte strupes 20.9 på grunn av kraftig regnvær.

Mindre forurensningstilførsler under nedbør på grunn av at innløpslukene stenges kan være et argument for å holde de store nedbørsukene utenfor tilføringsgrad beregningen. Rørutspyling og overflateforurensning under nedbør øker tilførslene, mens overløp og innløpsluke stengning senker dem i samme tidsrom. Nettoresultatet blir et usikkert grunnlag for tilføringsgradberegninger.

Siden måleperioden har vært relativt fuktig blir en nødt til å ekskludere noen av ukene for beregning av spillvannstilførslene. Alle uker med nedbør over 25 mm/uke holdes utenom. De gjennomsnittlige forurensningstilførslene for beregning av tilføringsgrad er vist i tabell 6.

Tabell 6. Gjennomsnittlige tilførsler av fosfor, nitrogen og organisk stoff i uker med nedbør mindre enn 25 mm/uke og beregnet antall personenheter ved Buhrestua r.a. i perioden 16.8.-18.10.1982.

Parameter	Spillvannstilførsler inn i renseanlegget i gjennomsnitt	Tilført personenheter beregnet ut fra tradisjonelle spes. tall
Tot-P	73,5 kg P/uke -> 10,5 kg P/d	4200
Tot-N	237 kg N/uke -> 33,9 kg N/d	2825
KOF-0	2332 kg O/uke -> 333 kg O/d	2775

Disse resultatene viser dårlig samsvar for fosfor og nitrogen og KOF data. Et karakteristisk trekk er at P/N forholdet i innløpsvannet er høyere enn normalt i gjennomsnitt 0,3034. Det er en sannsynlig forklaring på dette. Pendleromfanget er stort slik at en forholdsvis større andel av nitrogenet tas ut av kommunen. Det kan muligens også være andre forklaringer som må undersøkes nærmere for å være sikker på årsaken.

Et annet karakteristisk trekk er at P/N forholdet ikke synes å falle vesentlig i nedbørukene. Dette er vanlig fordi fremmedvannet normalt inneholder større nitrogenmengder i forhold til fosfor. Det er mulig at dette skyldes liten markoverflate avrenning og at fremmedvannet ved Buhrestua renseanlegg hovedsaklig består av regnvann fra tak og plasser.

Det er også grunn til å behandle vannmengdemålingene med en viss forsiktighet spesielt ved større vannføringer. Vannmålerrennen er ifølge kommunen kalibrert og kontrollert, men måleprofilen fungerer ikke bra.

Det har også vært vanskelig å innhente ajourført befolkningsgrunnlag fra kommunen i tide slik at forurensningsproduksjonen i rensedistriktet er neppe helt korrekt. Det har pågått relativt stor byggeaktivitet i området med stor innflytting.

På dette grunnlag finner man det ikke riktig å beregne en tallfestet tilføringsgrad til renseanlegget i denne omgang. Det generelle inntrykket er imidlertid at ledningsnettets må karakteriseres som dårlig i flere deler av rensedistriktet. Det er påvist utlekkende spillvann i flere overflateresipienter innenfor rensedistriktet. Beregningen av tilføringsgraden til renseanlegget har av flere årsaker blitt noe usikker, men er sannsynligvis i størrelsesorden 60-85 %. Det kreves nye målinger og et justert datagrunnlag for beregning av spillvannsproduksjonen i rensedistriktet for å få en sikrere tilføringsgrad.

4.2. Variasjoner i grunnvannskvaliteten

Det er naturlig å regne med at de kjemiske og bakteriologiske analyseparametere i grunnvannet vil variere med tiden avhengig av de lokale kilder som påvirker vannet.

For å skaffe seg oversikt over hvordan hver enkelt parameter varierer med tiden behandles alle parameterne hver for seg. Nedbøren er felles for et område som Nesodden og derfor vil tiden være en felles parameter som viser hvordan nedbøren innvirker på parameterne i hver enkelt kilde.

4.2.1. Analysen av koliforme bakterier

Resultatene av de bakteriologiske analysene på koliforme bakterier er vist i tabell 7. Tabellen er ordnet slik at dypeste borebrønner står øverst og med de grunnere deretter. Så følger brønnene ordnet på samme måte med de dypeste øverst. Nederst presenteres overflatevannprøvene fra bekkene i området.

Tabell 7. Analyser av koliforme bakterier pr. 100 ml i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.

Prøvetakings sted	Dyp, m	Prøvetakingsdato								Gj. snitt
		22/3	13/4	10/5	14/6	9/8	6/9	11/10	1/11	
<u>Borebrønner</u>										
Jensen, S.	102	0	0		1	0	4	4	4	2,4
Kirkåsen Grunn- vannsverk	101		0	0	0	4	10	0	6	2,8
Siger, Sigurd	50	1		0						
Frank, Ivar	35	0	0	0	2	0	2	4	3	1,4
Vråle, Lasse	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Brønner</u>										
Thune, J.K.	10	0	0	0	4	0	3*	0*	0*	0,9
Brosstad, W.	10	5	0	0	0	0	10	8	3	3,3
Christop- hersens, K.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,1
Østby, R.	5	4	1	1						2,0
Lynnum, R.	4	0		0	0	23	15	0	2	5,7
Gj.snitt		1,11	0,12	0,11	0,87	3,5	5,5	2,0	2,2	2,1
<u>Overfl.vann</u>										
Skoklefall- tjern							over- grodd	ca. 60000	>1600	>1600
inn				1600	>1600					
ut		>300		17	49		-	1400	348	348
Oksvalbekken										
ut					14		-	172	542	>1600

* Overflatevann fra hovedvannverk.

Resultatene viser at antall koliforme bakterier varierer. Høyeste gjennomsnittlige antall finnes i Lynnums borehull med 5,7 koliforme/100 ml. Minst hos Vråle med 0. September har høyest antall med 5,5 koliforme/100 ml mens mai har minst med 0,11.

Overflatevannet i bekkene viser imidlertid uaktseptabelt høye konsentrasjoner.

4.2.2. Analysen av termostabile koliforme bakterier og coprostanol for påvisning av eventuelle spillvannstap

Innholdet av termostabile koliforme bakterier er en relativt sikker analyse for å påvise at spillvannstap må ha påvirket vannkvaliteten. Resultatet av målingene er vist i tabell 8. Det fremgår at det er påvist relativt få termostabile koliforme bakterier i grunnvannsprøvene. Den 6.9. ble det påvist termostabile bakterier i de to dypeste borehullene. For brønnene ble det påvist i vannet fra Brosstad, 22.3, altså under vårflommen og 11.10 med henholdsvis 1 og 2 kolonier pr. 100 ml og den 22.3. med 1 koloni pr. 100 ml hos Østby. Det sistnevnte prøvetakningsstedet ble sløffet etter 3 prøvetakningsdager da det viste seg at husholdningen benyttet både brønn og borehull om hverandre og skiftet kilde avhengig av vannkvaliteten. De foretrakk å benytte brønnvannet mest mulig, men skiftet over når vannkvaliteten eller kapasiteten ble for dårlig.

Det er tidligere spekulert på om termostabile koliforme bakterier utsettes for selvrensing prosesser i fjell og jordgrunn og at dette var grunnen til de overraskende lave bakterieanalysene for termostabile koliforme bakterier. Oppfatningen tidligere har vært at grunnvannet på Nesodden er svært forurenset. Det ble derfor gjennomført coprostanol analyser på valgte grunnvannsprøver i den nest siste prøveserien som ble foretatt den 11.10.82. Coprostanol er en sikker parameter på at vannet har vært i kontakt med menneskelig tarmavfall og derved spillvannstap. Coprostanol brytes ned langsomt.

Resultatene av analysene er vist i tabell 9.

Tabell 8. Analyser av termotabile koliforme bakterier pr. 100 ml i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.

Prøvetakingssted	Dyp	Prøvetakingsdato								GJ.snitt
		22/3	13/4	10/5	14/6	9/8	6/9	11/10	1/11	
<u>Borebrønner</u>										
Jensen S.	102	0	0		0	0	1	0	0	0,14
Kirkåsen			0	0	0	0	3	0	0	0,43
Gr.vannsverk	101									
Siger Sigurd	50	0	0							0
Ivar Frank	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vråle Lasse	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Brønner</u>										
Thune I.K.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brosstad W.	10	1	0	0	0	0	0	2	0	0,38
Christophersen K.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Østby R.	5	1	0							0,33
Lynnum R.	4	0		0	0	0	0	0	0	0
Gj.snitt		0,22	0	0	0	0	0,50	0,25	0	0,13
<u>Overfl.vann</u>										
Skoklefalltjern										
inn			>1600	>1600	>1600	>1600	>1600	>1600	>1600	
ut		>300	1	49	-	7	22	240		
Oksvalbekken										
ut		overgrodd	140	overgrodd	14	-	14	26	>1600	

Tabell 9. Analyse av coprostanol i grunnvann på Nesodden tatt 11.10.82.

Prøvested	Konsentrasjon Coprostanol µg/l
Jensen, S.	< 0,01
Frank, I	"
Vråle, L.	"
Thune, J.K.	"
Brosstad	ca. 0,01
Cristophersen, K	< 0,01

Analysene er tatt av Lasse Berglind ved NIVA og som det fremgår er det bare funnet spor av coprostanol i brønnen til Brosstad som for samme dato viste 2 termotabile koliforme bakterier pr. 100 ml. Dette må sies å være et godt samsvar og konklusjonen må bli at grunnvannet

i det fleste prøvetakingsstedene ikke er påvirket av spillvannstap i det hele tatt. Resultatet indikerer også at analyser av termostabile koliforme bakterier i grunnvann synes å gi en god indikasjon på om vannet er utsatt for spillvannstap eller ikke. Disse resultatene var en medvirkende årsak til at man ikke fant det nødvendig å fortsette undersøkelsen videre i sin nåværende form.

Resultatene viser ellers at overflatevannet i bekkene i rensedistriktet er massivt forurenset med termostabile E.coli. Dette tyder på at eventuelle spillvannstap raskt kortsluttes til overflateresipientene. Det er også viktig å legge merke til at variasjonene i Oksvalbekken varierer meget med lave termostabile E. Coli om sommeren. Siden det er grunn til å tro at spillvannstapet er relativt konstant må selvrensingen være relativt større om sommeren.

Analysene antyder også en betydelig selvrenseeffekt i Skoklefalltjernet. Det understrekes imidlertid at alle disse prøvene er tatt som stikkprøver. En nærmere undersøkelse av forurenningstransporten i overflateresipientene bør skje ved hjelp av automatiske prøvetakere slik som for eksempel i Siggerudundersøkelsen (4.). De foreløpige resultatene gir imidlertid sikre tegn på at det forekommer direkte utslipp av spillvann fra oppsamlingsnettene innenfor Buhrestua rensedistrikt selv om det ikke kan kvantifiseres slik som i Siggerud.

Vannprøvene ble også analysert med hensyn på klorid for å se om eventuelle spillvannstap førte til økt kloridkonsentrasjon i grunn og overflatevann (enkelte undersøkelser har anvendt klorid som sporstoff for påvisning av spillvann). Resultatene er presentert i tabell 10 og viser ingen spesielle tendenser. Overflatevannet i bekken som er kraftig påvirket av avløpsvann (se de bakteriologiske analysene) har samme kloridinnhold som de stabile grunnvannsbrønnene. Tre av grunnvannsbrønnene viser høyere kloridkonsentrasjoner. Det er også lite som tyder på at det kommer klorid fra veisaltning. Forskjellene er sannsynligvis geologisk betinget. Konklusjonen blir at kloridanalysen er lite verdifull i denne sammenheng.

Tabell 10. Analyseverdier for klorid mg Cl/l i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.

Prøvetakingssted		Prøvetakingsdato								GJ.snitt	Stand. avvik
		22/3	13/4	10/5	14/6	9/8	6/9	11/10	1/11		
<u>Borebrønner</u>											
	<u>Dyp</u>										
Jensen S.	102 m	14	12	-	9	10	10	10	9	10,6	1,8
Kirkåsen Grunnv. verk	10 m	-	-	33	39	49	50	41	38	41,7	6,6
Siger S.	50 m	51	24	-	-	-	-	-	-	-	-
Frank I.	35 m	11	10	10	11	13	12	11	11	11,1	1,0
Vråle L.	31 m	12	11	11	12	11	11	12	12	11,5	0,53
<u>Brønner</u>											
Thune J.K.	10 m	15	16	7	11	14	5*	4*	5*		
Brosstad W.	10 m	14	13	8	8	11	11	10	10	10,6	2,13
Christophersen K.		77	44	48	46	44	46	32	27	45,5	14,7
Østby R.	5 m	12	13	10	-	-	-	-	-	11,7	1,5
Lynnum R.	4 m	34	-	35	35	37	37	33	31	34,6	2,1
<u>Overflatevann</u>											
Skoklefalltjern inn		-	-	7	11	9	15	16	10	11,3	3,5
ut		-	-	9	12	-	12	12	10	11,0	1,4
Oksvalbekken ut		13	12	7	13	-	14	12	11	11,7	2,3

* Vann fra hovedvannverket Bråte Bleksli.

4.2.3. Analyser av total fosfor

Selv om foregående kapittel konkluderer med at spillvann i liten grad synes å nå grunnvannet, er det nyttig å studere hvordan de enkelte parametrene i grunnvannet varierer på de forskjellige stedene.

Resultatene med hensyn på total fosfor er vist i tabell 11. Fosforkonsentrasjonene i borebrønnene og brønnene er svært lave og det er ikke mulig å påvise noen sammenheng med hensyn til brønndybde. For eksempel har den grunneste brønnen (Lynnum) svært lavt fosforkonsentrasjon sammen med de to dypeste borebrønnene. Variasjonen i konsentrasjonen for de enkelte brønnene er også relativt små. Den eneste brønnen som synes å ha noe større variasjoner og høyere konsentrasjoner i enkelte perioder er brønnen til Brosstad, som sannsynligvis skyldes nær beliggenhet til den forurensede Oksvaldbekken som kan gå over sine bredder i dette området. Typiske fosfor konsentrasjoner er i området 0,001 til 0,020 mg P/l.

Tabell 11. Analyseverdier for total fosfor $\mu\text{g P/l}$ i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.

Prøvetakingssted	Dyp	Prøvetakingsdato								
		22/3	13/4	10/5	14/6	9/8	6/9	11/10	1/11	GJ.snitt
Borebrønner										
Jensen S.	102 m	13	7	-	4	5	4	3	5	6
Kirkåsen Grunnv. verk	10 m			< 1	< 1	5	1	1	1	2
Siger S.	50 m	6	2	-	-	-	-	-	-	4
Frank I.	35 m	19	13	16	18	23	17	15	19	18
Vråle L.	31 m	14	10	5	6	6	3	5	6	7
Brønner										
Thune J.K.	10 m	10	8	8	6	9	1	1	2	6
Brosstad W.	10 m	7	11	5	4	41	25	15	11	15
Christophersen K.		7	3	3	3	8	6	7	5	5
Østby R.	5 m	7	5	5	-	-	-	-	-	5
Lynnum R.	4 m	2	-	1	< 1	2	1	1	1	1
Gj.snitt gr.vann		9,4	7,4	5,5	5,4	12,3	7,3	6,0	6,3	7,0
Overflatevann										
Skoklefalltjern inn		-	-	200	560	630	550	280	970	530
ut		-	-	150	76	-	57	150	260	140
Oksvalbekken inn		92	46	77	80	-	77	88	70	76
ut										

Derimot viser overflateresipientprøvene vesentlig høyere fosforverdier. Innløpet i Skoklefalltjern viser en gjennomsnittskonsentrasjon på 0,53 mg P/l, mens utløpet bare inneholder 0,14 mg P/l. Basert på dette har Skoklefalltjern en selvrenseseffekt for fosfor på hele 74 %!

Oksvaldbekkens utløp har en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon på 0,076 mg P/l og det er sannsynlig at det også her forekommer selvrensing, men det kreves bedre oversikt over tilførslene før man kan si noe om dette.

En rekke konsentrasjoner ca. 10-15 ganger høyere en den typiske grunnvannskonsentrasjonen i Oksvaldbekken.

4.2.4. Analysen av total nitrogen

Nitrogenanalysene er vist i tabell 12.

Tabell 12. Analyseverdier av total nitrogen mg N/l i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.

Prøvetakingssted		Prøvetakingsdato							GJ.snitt	
		22/3	13/4	10/5	14/6	9/8	6/9	11/10		1/11
<u>Borebrønner</u>										
Jensen S.	102 m	3,0 <i>2,7</i>	1,63	-	0,14	0,087	0,13	0,14 <i>0,12</i>	0,34 <i>0,22</i>	0,78
Kirkåsen Grunnv. verk	10 m	-		1,72	0,17	0,10	0,08	0,20 <i>0,10</i>	0,30 <i>0,18</i>	0,43
Siger S.	50 m	0,56 <i>0,38</i>	0,51	-	-	-	-	-	-	-
Frank I.	35 m	2,06 <i>1,70</i>	1,71	1,72	1,60	0,56	0,95	2,10 <i>1,90</i>	3,12 <i>3,2</i>	1,73
Vråle L.	31 m	0,73 <i>0,54</i>	0,30	0,34 <i>0,13</i>	0,15	0,16	0,16	0,17 <i>0,07</i>	0,17 <i>0,08</i>	0,25
<u>Brønner</u>										
Thune J.K.	10 m	0,69	0,69	0,59	0,30	0,39	0,11	0,19 <i>0,08</i>	0,25 <i>0,12</i>	0,40
Brosstad W.	10 m	0,44 <i>0,24</i>	0,47	0,32	0,25	0,52	0,46	0,50 <i>0,13</i>	0,41 <i>0,05</i>	0,42
Christophersen K.		3,53	5,99	4,36	3,59	3,06	2,17	5,55 <i>5,4</i>	6,95 <i>7,0</i>	4,40
Østby R.	5 m	0,35 <i>0,12</i>	0,29	0,35				1,78		-
Lynnum R.	4 m	0,68	-	0,49	0,24	0,45	0,34		1,97 <i>2,20</i>	0,85
Gjennomsnitt		1,34	1,45	1,24	0,80	0,67	0,55	1,33	1,69	1,15
<u>Overflatevann</u>										
Skoklefalltjern inn		-	-	2,39	3,35	3,74	2,36	1,90	3,51	2,86
ut		-	-	0,96	0,73	-	0,71	1,07	1,55	1,01
Oksvalbekken ut		2,89	2,44	2,62	1,54	-	2,03	1,99	2,36	2,64

Bemerk: Tall med kursiv representerer nitratverdier mg N/l målt ved NIVA laboratoriet.

Nitrogenanalysene i grunnvannet skiller seg fra fosforanalysene ved at de nesten uten unntak har høyere verdier i mars og i november (det er ikke tatt vinteranalyser). De laveste verdiene finnes rundt august måned og senkningen i sommerhalvåret er markert. Typiske gjennomsnittsverdier i grunnvannsprøvene er i området 0,40 til 0,80 mg N/l. En brønn (Christophersen) viser en vesentlig høyere nitrogenkonsentrasjon enn alle de øvrige. Årsakene til dette er ikke klarlagt.

Overflatevannprøvene viser stort sett samme gjennomsnittsverdi i bekken inn i Skoklefalltjern og ved Oksvaldbekkens utløp med henholdsvis 2,86 mg N/l og 2,64 mg N/l. Nitrogenkonsentrasjonen ut av Skoklefalltjernet er derimot vesentlig lavere med 1,01 mg N/l, altså 65 % lavere enn innløpskonsentrasjonen.

Forholdet mellom nitrogenkonsentrasjonene i bekkevannet og grunnvannet er noe mindre enn for fosforverdiene vedkommende. Nitrogenkonsentrasjonen i bekkevannet er ca. 4 ganger større.

4.2.5. Analysen av spesifikk ledningsevne og pH

Det ble tatt analyser av spesifikk ledningsevne som er en viktig parameter for å karakterisere grunnvannets oppholdstid i jord og fjellgrunn. Siden grunnvannet opprinnelig stammer fra nedbør som har svært liten spesifikk ledningsevne vil ledningsevnen øke avhengig av den tiden vannet oppholder seg i grunnen. Gradvis går salter i løsning når vannet er i kontakt med jordpartikler og fjell. Hastigheten saltkonsentrasjonen øker med er avhengig av type berggrunn og jordsmonntemperatur etc. For et mindre område som Nesodden, vil de geologiske forholdene være relativt like. Spesifikk ledningsevne vil derfor være et uttrykk som sier hvor stor grad vannet kan karakteriseres som grunnvann eller overflatevann.

Analyseverdiene er vist i tabell 13. Ledningsevne analysene viser relativt stabile verdier, spesielt der hvor verdiene er høye og hvor grunnvannet er eldst ("mest grunnvann"). I store trekk er det sammenheng mellom stort boredyp og høy spesifikk ledningsevne. Derimot viser spesielt 2 av brønnene (Christophersen og Lynnum) høy spesifikk ledningsevne som tyder på brønner med gode vannårer, altså liten overflatevanninfiltrasjon. I en av boligene ble brønnen (Thune) koblet ut og kommunalt overflatevann inn, mens undersøkelsen pågikk, noe som resulterte i lavere spesifikk ledningsevne. Fallet i ledningsevne var bakgrunn for at dette ble oppdaget. Østby's brønn viser lav spesifikk ledningsevne som viser kortere vei fra overflatevann til brønnvann. Denne brønnen viste også tegn til noe spillvannspåvirkning. Det ble imidlertid kuttet ut av programmet fordi man vekslet mellom eiendommens borehull og brønn stadig vekk.

Spesifikk ledningsevne av overflatevannprøvene viser relativt høye verdier til å være overflatevann. Det skyldes imidlertid etter alt å dømme andre forhold som for eksempel næringsalter etc. En direkte sammenligning i dette tilfellet er derfor av mindre interesse.

Tabell 13. Analyseverdier for spesifikk ledningsevne, 25°C µS/cm i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.

Prøvetakingssted	Dyp	Prøvetakingsdato								
		22/3	13/4	10/5	14/6	9/8	6/9	11/10	1/11	GJ.snitt
<u>Borebrønner</u>										
Jensen S.	102 m	451	431	-	432	434	428	433	427	434
Kirkåsen Grunnv. verk	10 m	-	432	481	515	570	578	536	501	516
Siger S.	50 m	502	407	-	-	-	-	-	-	-
Frank I.	35 m	440	407	427	434	466	456	452	452	442
Vråle L.	31 m	289	322	358	393	397	384	380	376	362
<u>Brønner</u>										
Thune J.K.	10 m	418	426	263	348	452	99 ¹	102 ¹	104 ¹	381 ²
Brosstad W.	10 m	205	184	161	188	245	276	224	198	210
Christophersen K.		526	386	401	400	417	418	394	378	415
Østby R.	5 m	171	177	152	-	-	-	-	-	-
Lynnum R.	4 m	499	-	479	525	570	551	536	502	523
<u>Overflatevann</u>										
Skoglefalltjern inn		-	-	191	226	187	202	233	203	207
ut		-	128	170	167	-	174	182	187	168
Oksvalbekken ut		232	246	244	346	-	373	334	268	292

¹ Kommunal vannforsyning innkoblet (overflatevann fra Bråte Bleksli)

² Overflatevannprøvene er holdt utenom.

Analyseverdier av pH er vist i tabell 14 og viser ingen spesielle overraskelser.

Tabell 14. pH-verdier i grunnvann og overflatevann på Nesodden 1982.

Prøvetakingssted		Prøvetakingsdato								Gj. snitt	Standard avvik
		22/3	13/4	10/5	14/6	9/8	6/9	11/10	1/11		
<u>Borebrønner</u>		<u>Dyp</u>									
Jensen S.	102 m	7,85	7,36	-	7,77	7,72	8,15	7,90	7,71	7,78	0,25
Kirkåsen Grunnv. verk	10 m	-	7,98	7,26	7,65	7,84	7,89	7,64	7,62	7,70	0,24
Siger S.	50 m	7,32	7,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Frank I.	35 m	7,69	7,40	7,42	7,47	7,85	7,75	7,68	7,68	7,62	0,17
Vråle L.	31 m	7,07	7,27	7,29	7,33	7,24	7,28	7,27	7,17	7,24	0,08
<u>Brønner</u>											
Thune J.K.	10 m	7,36	7,81	6,9	7,04	7,36	7,19	7,36	7,47	7,31	0,28
Brosstad W.	10 m	6,29	7,25	6,34	6,33	6,91	6,88	6,22	6,19	6,55	0,40
Christophersen K.		7,32	6,78	6,65	6,71	6,85	6,84	6,78	6,80	6,84	0,20
Østby R.	5 m	6,12	6,15	5,98	-	-	-	-	-	6,08	0,09
Lynnum R.	4 m	7,35	-	7,3	7,37	7,49	7,45	7,39	7,34	7,38	0,07
<u>Overflatevann</u>											
Skoklefalltjern											
inn		-	-	7,17	7,43	7,25	7,14	7,10	6,80	7,15	0,21
ut		-	6,76	6,96	7,83	-	7,17	7,02	7,91	7,10	0,38
Oksvalbekken											
ut		6,89	7,39	7,25	7,78	-	7,97	7,88	7,66	7,54	0,39

5. VURDERING AV RESULTATENE

Et tilbakeblikk i undersøkelsens programforslag datert 20. februar 1981 viser at den opprinnelige hensikten med denne undersøkelsen var å se om hvordan spillvannstapet påvirket grunnvannskvaliteten. Det ble på forhånd antatt at spillvannstapet i Buhrestua rensedistrikt på Nesodden var stort og det var fra kommunalt og fylkeskommunalt hold uttalt at grunnvannskvaliteten på Nesodden var dårlig. Det er for eksempel en stående regel på Nesodden at grunnvannsforsyningen gradvis legges ned og erstattes med kjemisk rensset overflatevann fra Bråte Bleksli hovedvannverk. Ved å ta ut grunnvannsprøver fra boliger innenfor Buhrestua rensedistrikt som fortsatt benyttet grunnvann som lokal vannforsyning kunne endringene i grunnvannskvaliteten undersøkes. Ved å studere konsentrasjonsnivå av for eksempel

1. Tot-P
2. Tot-N
3. E-koli

håpet man å avsløre hvordan spillvannstapet påvirket grunnvannskvaliteten. Undersøkelsen har gitt en rekke interessante opplysninger.

5.1. Grunnvannskvaliteten er langt bedre enn sitt rykte

Kvalitetsanalysene av grunnvannsprøvene viser at vannkvaliteten er langt bedre enn det som har vært uttrykt fra kommunalt og fylkeskommunalt hold tidligere. Analysene for totalt antall koliforme bakterier pr. 100 ml har i gjennomsnitt vært 2,1 for alle grunnvannsprøvene og bare 0,13 termostabile E-koli/100 ml i gjennomsnitt. Seks av grunnvannsbrønnene hadde ikke påviselig E-koli i noen av de 8 vannprøvene fra prøvetakingsdatoene fordelt over året.

Termostabile E-koli analyser i grunnvann har vært betraktet med en viss skepsis med tanke på bakteriedødlighet. Derfor ble det også målt på coprostanol som skulle være en sikrere analyse for påvisning av spillvann. Denne analysen er meget dyr, men ble gjennomført for alle prøvene for prøvetakingsdøgnet 11.10.82.

Det ble bare påvist spor av coprostanol i en prøve. Den samme prøven var den eneste som hadde termostabile E-koli, nemlig 2/100 ml. Dette er et uttrykk for at man kan stole på de bakteriologiske analysene og at termostabile E-koli er minst like følsomme for påvisning av spillvannstap som coprostanol analysen. Det kan derfor slås fast at de lave konsentrasjonene av termostabile E-koli i grunnvannsanalysene på Nesodden tyder på at spillvannspåvirkningen i grunnvannet er liten. Man kan imidlertid ikke si noe om årsaken til at spillvannspåvirkningen i grunnvannet er så liten. Følgende fire grunner er mulig:

1. "Spillvannstapet fra oppsamlingsnettene er lite".
2. "Hovedstrømmen av spillvannstapet kanaliseres i overflaten og ledes til overflateresipientene".
3. "Stor fortykning i grunnvannet slik at eventuelle spillvannstap får negligerbar konsentrasjon".
4. "Stor selvrensning og tilbakeholdelse på vei til grunnvannsmagasinet".

Punkt 1 er mindre sannsynlig fordi tilføringsgradmålinger tyder på større tap selv om målingene i dette prosjektet har blitt noe usikre av forskjellige årsaker. Det er regnet med at tilføringsgraden til Buhrestua renseanlegg er i område 60-85 % som betyr at spillvannstapet fra oppsamlingsnettene er 40 til 15 %. Det er påvist store termostabile E Coli konsentrasjoner i overflatebekkene som viser at spillvannstapet er tilstede.

Neste spørsmål er hvor og hvordan spillvannstapet fordeler seg og om det naturlig er slik at mesteparten av spillvannstapet vil følge overflateresipientene. I så fall vil den andelen av spillvannstapet som potensielt kan forurense grunnvannet bli mindre.

Punkt 3 kan også være en mulig forklaring til de lave forurensningskonsentrasjonene i grunnvannet, men er mindre sannsynlig.

Punkt 4 med selvrensing og tilbakeholdelse av blant annet fosfor når spillvann er på vei til grunnvannsmagasinet, er i alle fall en viktig faktor. De lave forholdene mellom fosfor og nitrogenkonsentrasjonene i grunnvannet viser dette og beskrives nærmere i neste avsnitt.

5.2. Fosforkonsentrasjonen i grunnvannet er svært lave, mens nitrogenverdiene er relativt høye

Fosforanalysene i grunnvannsprøvene (tabell 11) viser svært lave og stabile konsentrasjoner. I gjennomsnitt er total fosforkonsentrasjon 7 µg P/l. Det kan heller ikke påvises noen årsvariasjoner. Hver brønnlokalitet synes å ha sitt karakteristiske fosfornivå med klare individuelle forskjeller, men med relativt stabile konsentrasjoner for de enkelte prøvetakingsdøgn. Det finnes heller ingen sammenheng mellom økt fosforkonsentrasjon de gangene det kan påvises termostabile E-koli i grunnvannet.

Nitrogenanalysene viser klare årsvariasjoner med en gjennomsnittlig lavere konsentrasjon i den varme årstid. Den gjennomsnittlige nitrogenkonsentrasjonen (Tot-N) for alle grunnvannsprøvene er 1,15 mg N/l. Dette gir et P/N forhold i grunnvannet på 0,0061 mot 0,2083 som er vanlig i spillvann (kloakk). Dette viser at fosfor i grunnvann ikke er noe problem og at eventuelle tilførsler enten fra overflaten eller spillvann holdes tilbake i jordmonnet eller fjellsprekkene. Analyser fra andre grunnvannsresipienter synes å bekrefte dette forholdet.

Nitrogenkonsentrasjonen i grunnvannet er vesentlig høyere enn i vanlig spillvann og øker fra 4,8 ganger så høyt i spillvann og til 164 ganger på høyt i grunnvann. Man kan imidlertid ikke si om denne økningen i nitrogen konsentrasjonen skyldes bidrag fra spillvann som ikke holdes tilbake, eller om det kommer fra diffuse tilførsler fra overflatevann eller utløsning fra berggrunn.

Hvis disse resultatene er almenGYldige bør imidlertid det norske kravet til fjerning av fosfor i jordrenseanlegg (anlegg hvor utslippsvann ikke tillates ført til overflateresipient) revurderes. Det kan være aktuelt å studere kvalitetsvariasjonene i flere grunnvannskilder for å bringe nærmere klarhet i dette.

5.3. Spillvannstapet i Buhrestua rensedistrikt strømmer hovedsakelig ut via overflateresipientene

Det fremgår ovenfor at spillvannspåvirkningen i grunnvannet med hensyn på termostabile coliforme bakterier er liten og for fosfor sitt vedkommende praktisk talt negliserbart. Derimot er forurensningsvirkningen i overflateresipientene i bekkene betydelig. Dette var i utgangspunktet ikke ventet og prøvetakingene i bekkene i rensedistriktet ble gradvis trappet opp. Prøvetakingen har bare skjedd ved hjelp av stikkprøver slik det er vanlig ved vassdragsundersøkelser. De bakteriologiske analysene er ikke fortynnet slik at man har kunnet kvantifisere spillvannsbelastningen. Resultatene av prøvene fra bekken inn og ut av Skoklefalltjern og ved oset av Okssvalbekken viser kraftig spillvannspåvirkning. Mange av prøvene for termostabile E-koli er overgrodd og fosforkonsentrasjonen i overvannsledningen som munner ut i Skoklefalltjern viser konsentrasjoner som minner om "tynt avløpsvann". Befaringer i dette området viser dessuten at det finner sted utslipp av råkloakk fordi filler etc. kan skues i bekken.

Det kan derfor konkluderes at i alle fall deler av spillvannstapet strømmer ut i overflateresipienter.

Målingene i utløpet av Skoklefalltjern og ved utløpet av Okssvalbekken tyder imidlertid på at det finner sted en viss grad av selvrensing i tjernet og i Okssvalbekken. Det kreves andre målinger for å kvantifisere disse rense-effektene.

6. REFERANSER

1. Vråle, L.: "Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann. Buhrestua renseanlegg Nesodden". NIVA-rapport 0-80093, VA-rapport 12/81. Desember 1981.
2. Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett", delrapport 2. Automatisk overvåkning av vannforbruk og lekkasje som alternativ metode for beregning av tilføringsgrad. Vannforbruk og lekkasje vannmåling fra Sydskogen-, Buhrestua- og Siggerudundersøkelsene, Røyken, Nesodden og Ski kommuner". 0-81041.
3. Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett, delrapport 1. Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydskogen", Røyken kommune. 0-81041, VA-rapport 11/83, April 1983.
4. Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett", delrapport 3. Spillvannstapets resipientpåvirkning i Siggerudgryta, Ski kommune. 0-81041, VA-rapport 13/83. August 1983.

LIS/VRA

30.10.84

VEDLEGG 1

Variasjoner i grunnvannets fysiske og
kjemiske drikkevanns parametere

NIVA fattet interesse for å se nærmere på hvordan mer spesielle parametere i vannprøvene varierte både med hensyn til lokalitet og tid. Det ble derfor valgt ut noen vannprøver som ble analyser for en flere parametere. Det ble valgt ut parametere både for å se på surhet i grunnvann og grunnvannet som drikkevann. Resultatene er vist i tabell 15 og kommenteres nedenfor. Kravene gjelder for større anlegg.

1. Farge. Krav <15 mg Pt/l

De dypeste borebrønnene viser fargetall lavere enn kravet. Vråles borehull har farge over kravet 27 mg Pt/l for de to analysene som er tatt. Erfaringen viser at drikkevannet blir kraftig humusfarget etter større regnværsperioder. Fargetallet er også høyere enn kravet for 2 av brønnene.

2. Turbiditet Krav <1 FTU

Turbiditet varierer med tiden på de enkelte prøvetakingsstedene. Det er i hovedsak bare en brønn som ligger godt over kravet (Christophersen).

3. Jern Krav <0,1 mg Fe/l

For jern ligger Vråles drikkevann tett oppunder kravet (en prøve over). Imidlertid er det hovedsaklig vannet til Christophersen som har for høyt innhold av jern. Alle de øvrige grunnvannsprøvene er lavere enn kravet.

Tabell 15. Drikkevannsanalyser i grunnvann på Nesodden 1982.

Lokalitet og tid for prøvetak	pH	Kond uS/cm	Alk mekv/l	Turb FTU	Ca mgCa/l	Mg mgMg/l	Na mgNa/l	K mgK/l	Cl mgCl/l	SO ₄ mg SO ₄ /l	NO ₃ µg N/l	Tot-P µg P/l	Al µg P/l	Fe µg Fe/l	Mn µg Mn/l	Pem mg O/l	Farge Ufjlt. Fjlt. mgPE/l mgP/l	UV trans abs 254 nmeter		
1982																				
Jensen.																				
22.03	7,51	402	3,47	1,0	47,3	10,92	27,8	6,92	13,6	28	2700	12,5	10	150	12,0	3,0	-	-	-	
13.04	7,43	378									120			130	145		10,0	49,9		
11.10			3,57	0,91	44,0	12,34					220			170	39,5		18,5	45,7		
01.11			3,83	1,1	43,6	13,20														
Kirkåsen vannverk																				
13.04	7,52	399									100			100	220		5,5	50,8		
11.10			3,02	0,93	56,6	8,87					190			60	110		12,0	49,5		
01.11			3,11	1,4	54,1	7,80														
Siger																				
22.03	7,40	453	2,77	0,85	61,7	9,09	26,5	5,73	49	41	380	7	<10	110	290	630				
Frank																				
22.03	7,55	396	3,12	0,40	48,4	6,03	37,0	3,75	10,9	54	1700	19,5	<10	14	200	3,40				
13.04	7,39	360									1900			30	160		5,5	37,3		
01.10			2,87	0,48	48,4	6,89					3200			20	230		5,5	35,9		
01.11			3,12	0,54	47,7	5,24														
Vråle																				
22.03	7,02	261	2,18	1,1	44,6	4,33	10,1	3,09	9,7	25	540	14	100	180	380	8,52				
13.04	6,91	286												45	210	620	4,46			
10.05			2,99	0,83	56,7	5,23	9,0			25	130			160	680		22,0	16,9		
11.10			2,92	0,83	57,6	6,01					80			180	670		31,5	11,6		
01.11			2,99	1,3	60	4,88														
Thune																				
13.04	7,23	380									80			100	510		<1,5	57,3		
*11.10			0,23	0,46	5,1	1,21					120			110	430		3,0	54,5		
*01.11			0,28	0,76	4,9	1,22														
Brosstad																				
22.03	6,16	186	0,60	0,90	20,4	2,96	12,1	1,04	13,8	45	240	7,5	35	66	6,8	4,46				
13.04	6,10	164									130			230	33,5		25,5	5,6		
11.10			0,80	0,74	22,0	2,96					50			180	25,5		22,0	6,6		
01.11			0,67	1,0	19,2	2,51														
Christophersen																				
13.04	6,54	340									5400			500	22,5		38,0	27,5	9,4	
11.10			1,35	3,5	37,4	3,87					7000			370	24,5		33,5	24,0	14,2	
01.11			1,32	2,4	38,7	3,78														
Østbye																				
22.03	5,84	158	0,53	0,65	20,4	1,70	9,5	0,99	12,4	37	120	7,5	165	46	43,5	3,48				
13.04	5,76	164																		
Lynnum																				
11.10			3,04	0,43	80,1	7,13					1900			10	4,2		<1,5	39,6		
01.11			3,00	0,85	74,1	6,20					2200			20	520		5,5	33,3		

4. Kalsium. Krav <35 mg Ca/l

De fleste grunnvannsprøvene har høyere kalsiuminnhold enn kravet på 35 mg Ca/l. Dette har vasketekniske ulemper, men kan også være en fordel sett fra helsemessige og korrosjonstekniske synspunkt. Analysene hos Thune J.K. viser hovedvannsverkets vannkvalitet og kalsiuminnholdet her er vesentlig lavere (5 mg Ca/l).

5. Klorid. Krav <100 mg Cl/l

Ingen av grunnvannsprøvene overskrider grensen for kloridkonsentrasjonen.

6. Magnesium. Krav <10 mg Mg/l

Bare den aller dypeste borebrønnen til Jensen har høyere magnesiumkonsentrasjon enn kravet. Dette kravet er sannsynligvis satt ut fra vasketekniske hensyn, siden magnesium bidrar til vannets hardhet. Analyseresultatene for magnesium indikerer lavere konsentrasjoner for de grunnere brønnene og lavest fra analysene i overflatevannet for hovedvannverket (Thune 11.10 og 1.11.82). Lynnumsbrønn er en unntagelse med hardt vann på tross av at brønnen er grunn. Dette tyder på at oppholdstiden for grunnvannet alikevel er stort og at brønnen er en kilde.

7. Mangan. Krav <0,1 mg Mn/l

Fem til seks av de ti vannkildene har høyere mangankonsentrasjon enn det som anbefales (analysene i Lynnums brønn har meget stor forskjell på de to mangananalysene). Manganinnholdet er størst hos Vråle med et gjennomsnitt på 588 µg Mn/l. Det er imidlertid viktig å merke seg at hovedvannverket Bråte Bleksli som har overflatevann har nest høyest mangankonsentrasjon (Thune) med 470 µg Mn/l. Dette er vesentlig høyere enn kravet på 100 µg Mn/l. Den dypeste borebrønnen (Jensen) har lite mangan.

8. Nitrat. Krav <2,5 mg N/l

Nitratverdiene synes å variere kraftig med tiden. De fleste lokalitetene synes å ha høyere konsentrasjoner i vårprøven. Det kreves flere analyser for å bringe klarhet i dette mønsteret. Imidlertid viser tabell 12 alle nitrogenanalysene i prøvene som er tatt i grunnvannsundersøkelsen. Når disse tallene sammenlignes med de nitratanalysene som foreligger viser det seg at en stor andel av Tot-N verdiene er en nitrat NO_3 . I den ene brønnen (Christophersen), hvor nitratanalysene er vesentlig høyere enn kravet på

2,5 mg N/l, viser analysen at hele nitrogenbidraget består av nitrat. Også i vannet til Jensen, Frank og Lynnum synes det totale nitrogeninnholdet å bestå av nitrat. For Kirkåsen, Vråle og Bråte Bleksli (hovedvannverket) synes nitratinholdet å utgjøre ca. 50 %. For Brosstad og Østby synes nitratandelen å være rundt 20-30 %.

9. Sulfat. Krav <100 mg SO₄/l

Alle analysene av pH er lavere enn kravet.

10. Surhetsgrad. Krav pH 8.0-8.5

Alle analysene faller utenom toleransegrensen. Dette kravet er imidlertid ofte satt av hensyn til tranportledningene som er av vesentlig mindre omfang enn ved de kommunale anleggene. Analysene viser imidlertid at spesielt Østby har noe surt grunnvann.

11. Permanganat tall. Krav <15 mg kMn O₄/l

Alle analysene har lavere permanganattall enn kravet.

12. Oppsummering og konklusjoner om grunnvannet som drikkevann

Denne gjennomgangen viser at når kvalitetskravene til drikkevann som anvendes for større vannverk anvendes for de enkeltvannforsyningene som inngår i dette prosjektet, kan følgende konklusjoner trekkes:

1. Analyseverdiene for nitrat, jern, mangan og farge synes å variere vesentlig med tiden slik at prøvetakingstidspunktet blir viktig for konsentrasjonsnivåene.
2. Analyseverdiene for alkalitet, kalsium og magnesium synes ikke å variere med tiden like mye som parameterene nevnt ovenfor.
3. De øvrige analysene er for sparsomme til å trekke konklusjoner om variasjonene.
4. Tabell 16 viser en oversikt over hvilke vannkilder som tilfredsstillere drikkevannskravene til større vannverk.

Tabell 16 viser at 7 av de 10 vannkildene hadde for høyt kalsiumnivå i forhold til dagens krav. Dette er helt naturlig siden det gjelder grunnvann. Mest er det at 5 av vannkildene inklusiv hovedvannverket har for høyt innhold av mangan som kan skape vasketekniske problemer og ubehagelig lukt og smak i vannet. Det bør imidlertid understrekes at alle har vært fornøyd med vannet sitt.

Tabell 16. Oversikt over hvilke grunnvannskilder som tilfredsstillere drikkevannskravene til større vannverk.

Lokalitet/ type vann	Koliforme Temo stabile	Alle	Farge	Turb.	Jern	Kalsium	Klorid	Magnes- ium	Mangan	Nitrat	Sulfat	Surhets- grad	Perman- ganattall
Borebrønner													
Jensen S.	delvis	delvis	delvis	delvis	ja	nei	ja	nei	ja	delvis	ja	nei	ja
Kirkåsen Grunnv. verk	delvis	delvis	ja	delvis	ja	nei	-	ja	nei	ja	-	nei	-
Siger S.	ja	ja	-	ja	ja	nei	ja	ja	nei	ja	ja	nei	ja
Frank I.	ja	delvis	ja	ja	ja	nei	ja	ja	nei	delvis	ja	nei	ja
Vråle L.	ja	ja	nei	delvis	delvis	nei	ja	ja	nei	ja	ja	nei	ja
Overflatevann													
Thune Bråte/Bleksli	ja	ja	ja	ja	ja	ja	-	ja	nei	ja	-	nei	-
Brenner													
Thune grunnvann	ja	delvis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	nei	-
Brosstad	delvis	delvis	nei	ja	delvis	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nei	ja
Cristophersen	ja	ja	nei	nei	nei	nei	-	ja	ja	nei	-	nei	-
Østby R.	delvis	delvis	-	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nei	ja
Lynnum R.	ja	delvis	ja	ja	ja	nei	-	ja	delvis	ja	-	nei	-
SUM ANTALL JA	7	4	4	6	7	3	6	9	3	7	6	0	6
SUM ANTALL NEI	0	0	3	1	1	7	0	0	5	1	0	10	0
SUM ANTALL DELVIS	4	7	1	3	2	0	0	1	1	2	0	0	0

Hovedkonklusjoner

1. Undersøkelsen av drikkevannskvaliteten i grunnvannsprøvene viser at vannkvaliteten i grunnvannet på Nesodden er bedre enn ventet og at vannkvaliteten tilfredsstillere en rekke krav som gjelder for større vannverk.
2. Dette gjelder selvfølgelig ikke kalsium og pH-verdier. Kravet til heving av pH må sees i sammenheng med kommunale vannforsyningsnett som kan ta skade. Private vannforsyninger benytter oftest plastledninger. Kravet til lavere kalsiumkonsentrasjon er satt ut fra vannets vaskeegenskaper. Det pågår diskusjoner i fagmiljøene om å heve kalsiumkonsentrasjon av hensyn til helse- og korrosjonsbeskyttelse.

3. Det er imidlertid viktig å merke seg at det kravet som er vanskeligst å tilfredsstillere og som kan være viktig er kravet til mangankonsentrasjonen på 100 µg Mn/l. Fem prøvesteder klarer ikke dette kravet. En brønn har en konsentrasjon på hele 588 µg Mn/l, men det er også viktig å merke seg at vannet fra det kommunale hovedvannverket fra Bråte/Bleksli har nest høyest mangankonsentrasjon med 470 µg Mn/l.

WA rapporter utgitt av NIVA

- 1/83 Alkalisering av drikkevann
Delrapport 1 NIVA/SIFF
F-82441 Eilen A. Vik. Mars 1983
- 2/83 Industriavløp på kommunale renseanlegg
Forbehandling av meieriavløp i luftede utjevningsbasseng
Delrapport 1
O-82017 Torbjørn Damhaug. Februar 1983
- 3/83 Samlet optimalisering av avløpsrenseanlegg og avløpsledningsnett
O-82124 Oddvar Lindholm. Februar 1983
- 4/83 Driftskontrollprogram for galvanoidustriens renseanlegg
O-79049 Egil Iversen. Mars 1983
- 6/83 Optimalisering av galvanotekniske industrirenseanlegg
O-82119 Egil Iversen. Mai 1983
- 7/83 Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard juli-oktober 1982
O-82067 Øivind Tryland. Mars 1983
- 8/83 Analyseresultater for avløpsvann fra Mosjøen Aluminiumverk april-oktober 1982
O-82027 Øivind Tryland. Mars 1983
- 9/83 Vannforurensning ved bruk av kalksalpeter som støvdempingsmiddel på grusveger
O-81050 Eivind Lygren, Reidun Schei. Juni 1983 (Sperrert)
- 10/83 Funksjonsprøving nr 2 av membran kammerfilterpresser VEAS Mars 1983
O-82130 Lasse Vråle. Mars 1983
- 11/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 1
Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydsjøen, Røyken kommune
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 13/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett
Delrapport 3
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta, Ski kommune
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 15/83 A feasibility study of fishfarming in Jordan
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Sperrert)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrert)
- 17/83 Water Research in Zambia
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 18/83 Water Research in Kenya
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 19/83 Water research in Tanzania
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen, Torbjørn Damhaug. May 1984
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør
Programforslag
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrert)
- 21/83 Slamdeponering ved norske mangansmelteverk
Fysisk-kjemisk karakterisering av drenevann og virkninger av drenevann på biologiske forhold i resipienten
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. April 1983
- 22/83 Sandstangen vannverk
O-83079 Eilen A. Vik Juni 1983 (Sperrert)
- 23/83 Erfaringer med mottak av septikslam på kommunale renseanlegg
O-82037 Bjarne Paulsrud. Juli 1983
- 24/83 Miljøgifter i overvann
O-83063 Oddvar Lindholm. August 1983
- 25/83 Arealfordeling av korttidsnedbør
O-83005, F-83450 Oddvar Lindholm. Oktober 1983
- 26/83 Urbanhydrologi i Sverige
En litteraturstudie
O-83092 Oddvar Lindholm. November 1983
- 27/83 Tørrværsavsetninger i fellessystemrør
Fase II
O-82111 Oddvar Lindholm. November 1983
- 28/83 Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renseanlegg R-2, Lillehammer
O-82083 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan. November 1983
- 29/83 Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS, oktober-november 1983
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. November 1983 (Sperrert)
- 30/83 Emerging European Wastewater Treatment Technology
Preliminary Description
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperrert)
- 31/83 Treforedlingsindustriens avløpsvann
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimsen. Desember 1983
- 32/83 Suspensjoners synkehastighet
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann
F-81434 Øivind Tryland, Desember 1983
- 33/83 Silgrainsyre som fellingsmiddel ved SRV, VEAS Stemmestad
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Sperrert)