

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-81041
Undernummer: I
Løpenummer: 1527
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: SPILLVANNSTAP FRA OPPSAMLINGSNETT. DELRAPPORT NR. 3 Spillvannstapets resipientpåvirkning i Siggerudgryta, Ski kommune. VA rapport 13/83.	Dato: August 1983
Forfatter(e): Lasse Vråle	Prosjektnummer: 0-81041
	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Akershus
	Antall sider (inkl. bilag): 105

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

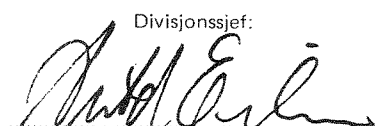
Ekstrakt:

Det er gjennomført en undersøkelse av hvordan forurensningsmengdene fra et boligområde i Ski kommune, Siggerud med 1230 bosatte personer, fordeler seg oppsamlet til renseanlegg, og hvor mye av spillvannstapet som finnes igjen i overflateresipienten ut av nedslagsfeltet Siggerudgryta. På denne måten kan tilføringsgrad-beregningene kontrolleres i praksis, og avviket er enten uttrykk for at det benyttes for høye spesifikke tall ved tilføringsgradberegningene, eller at fosfor holdes tilbake i jordsmonnet. Resultatene viser god overenstemmelse med Sydskogen-resultatene. Resultatene tyder på at det legges for stor vekt på fosfor-tapets virkning i resipienten og for liten vekt på nitrogen og hygieniske forhold.



4 emneord, norske:
1. Spillvannstap
2. Oppsamlingsnett
3. Tilføringsgrad
4. Resipientpåvirkning Delrapp. nr 3. Siggerud, Ski kommune, VA 13/83

4 emneord, engelske:
1. Amount of pollution per capita
2. Load of pollution
3. Degree of collection
4. Loss of sewage

Prosjektleder:  
  
Lasse Vråle

Divisjonssjef:  
  
Arild Eikum

ISBN 82-577-0672-8

For administrasjonen:  
  
J.E. Samdal  
  
Lars Overrein

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-81041

SPILLVANNSTAP FRA OPPSAMLINGSNETT  
DELRAPPORT NR (3)

Spillvannstapets resipientpåvirkning  
i Siggerudgryta, Ski kommune

Oslo 31.8.1983

Saksbehandler:

Siv.ing. Lasse Vråle

For administrasjonen:

J.E. Samdal

Lars Overrein

## F O R O R D

Denne rapporten utgjør del 3 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 renseanlegget 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. Denne rapporten tar for seg et lukket nedslagsfelt hvor det er mulig å kontrollere både oppsamlet spillvannsmengde og det spillvannstapet som når bekkeresipienten nedenfor tettstedet. Siden renseanlegget er lokalisert utenfor nedslagsfeltet, er det således mulig å studere oppsamlingsnettets samlede virkning og eventuelle resipientpåvirkninger som følge av spillvannstap. Ski kommune har bidratt med en betydelig egeninnsats i form av bygging av overvåkingsstasjonen i Siggerudbekken. Jeg ønsker spesielt å takke driftsleder Øivind Johansen, ingeniør Tor Olav Ulvemoen, formann Knut Iversen og overingeniør Arne Bjørnson Langen for deres innsats i prosjektet. Dessuten rettes en takk til siv.ing. Steinar Skaret i Hjellnes A/S, som har utvekslet informasjon om resultatene fra deres paralleltgående forprosjekt for rehabiliteringsundersøkelser i Siggerud.

De lave spesifikke tallene som fremkommer i Sydskogenundersøkelsen, og som derved indikerer høyere tilføringsgrader enn tidligere beregnet har gjort det nødvendig å se på spillvannstapets størrelse og hva som eventuelt skjer med det i et litt annet lys enn da programmet ble skrevet.

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 lekkasjevannmålinger 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 for prosjektet som har gjort det mulig å gjennomføre dette arbeidet har vært:

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

Kontaktpersoner i de deltagende kommuner har vært:

Delrapport 1: Sydskogen boligfelt,	
Røyken kommune	Røyken kommune
Avd. ing. Erling Engberg	3440 RØYKEN

IV

Delrapport 3: *Siggerud, Ski kommune*                      *Ski kommune*  
*Kommune ing. Thorleif Tunstad*    1401 *SKI*

Delrapport 4: *Buhrestua rensedistrikt,*  
*Nesodden kommune*                                      *Nesodden kommune*  
*Teknisk sjef Tore Bjelland*                      1450 *NESODDEN*

*Styremedlemmene i prosjektet har vært:*

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

*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, juni 1983*

*Lasse Vråle*

## I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side:
FORORD	
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
1.1 Oppsummering	3
1.2 Hovedkonklusjoner	4
1.3 Delkonklusjoner	5
1.4 Konsekvenser av oppnådde resultater	8
1.5 Behov for videre undersøkelser	10
2. INNLEDNING OG PROBLEMSTILLING	12
3. GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN	14
3.1 Valg av felt	14
3.2 Oversikt over Siggerudgrytas nedslagsfelt	15
3.3 Målestasjoner og overvåkingsstasjoner	16
3.4 Gjennomføring	17
4. RESULTATER	19
4.1 Forurensningsproduksjonsgrunnlaget	19
4.1.1 Oppdeling i delområder	19
4.1.2 Befolkningsgrunnlag og boligforhold	20
4.1.3 Samfunnsbygninger, aktivitetssenheter og ervervsforhold i Siggerud	23
4.1.4 Antall personer med forskjellige aktivi- tetsbeskjeftigelse i Siggerud	25
4.1.5 Daglige fraværsforhold og grad av til- stedeværelse i Siggerud	28
4.2 Vannforbruket i Siggerud	33
4.2.1 Generelt	33
4.2.2 Målestasjoner for vannforbruk	33
4.2.3 Registrering av vannforbruk	34
4.2.4 Timeregistrert vannforbruk i Siggerud	36
4.2.5 Døgnregistrert vannforbruk	36
4.2.6 Uke registrert vannforbruk	37
4.2.7 Spesifikt vannforbruk i Siggerud	39
4.3 Forurensningstilførsler til Siggerud renseanlegg	40
4.3.1 Oppsamlingssystemet for spillvann	40
4.3.2 Målestasjon for forurensningstilførsler til renseanlegget	42
4.3.3 Vannføringsmålinger, forurensningskonsen- trasjoner og forurensningsmengden til Sigge- rud renseanlegg og Siggerudtangen pumpestasjon	43

Innholdsfort. forts.	Side;
4.4 Forurensningstransport i resipientbekken	47
4.4.1 Forurensningskilder og transportårer	47
4.4.2 Målestasjon i resipientbekken	49
4.4.3 Vannføringsmålinger, forurensningskonsentrasjoner og forurensningsmengder fra Siggerudgryta målt i resipientbekken ved hovedmålestasjon	50
4.4.4 Bakgrunnsforurensninger tilført Siggerudbekken fra oppstrøms tettstedet	52
4.4.5 Tettstedets innvirkning på bekkevannskvaliteten	53
4.5 Kartlegging av årsak og kilde til forurensningsøkningen i bekkeresipienten	57
4.5.1 Bruk av kjemiske vannkvalitetsendringer over døgnet	57
4.5.2 Bruk av bakteriologiske analyser	60
4.5.3 Bruk av analyser på coprostanol	63
4.6 Forurensningskonsentrasjoner og vannkvalitetsendringer i Siggerudgryta	64
4.6.1 Spillvannskonsentrasjoner - råkloakk	64
4.6.2 Endringer i bekkevannskvaliteten	66
4.7 Selvrensing i Siggerudbekken	68
4.8 Forurensningsoversikt i Siggerudgryta	69
4.8.1 Forurensningsutslipp og oppsamlet spillvannsmengde	69
4.8.2 Spesifikke forurensningsmengder fra Siggerudgryta	71
4.8.3 Tilføringsgradberegninger ved tradisjonell metode	73
4.8.4 Tilføringsgradberegning ved ny alternativ metode	77
4.9 Diskusjon av resultatene	82
5. REFERANSER	85

## FIGURLISTE

	Side:
Figur 1. Nedslagsfeltet i Siggerudgryta	15
" 2. Siggerud tettsted med vannverk	33
" 3. Ukentlig registrert vannforbruk levert fra Siggerud vannverk, nattforbruk og vannmengder levert til Siggerudtangen	38
" 4. Skjematisk oversikt over oppsamlingsnett, pumpestasjon i renseanlegget og overflatevannsystem i Siggerud	42
" 5. Spillvannsmengder til Siggerud renseanlegg og fra Siggerudtangen og nedbør i undersøkelsesperioden	45
" 6. Spillvannskonsentrasjoner i ukeblandprøver ved Siggerud renseanleggs innløp høsten 1982	46
" 7. Spillvannskonsentrasjonen i ukeblandprøver fra Siggerudtangen pumpestasjon høsten 1982	47
" 8. Forurensningsmengder fra Siggerudtangen og til Siggerud r.a.	48
" 9. Oversikt over forurensningstransporten fra Siggerudgryta ut via bekkeresipienten høsten 1982	52
" 10. Forholdet mellom nedstrøms og oppstrøms forurensningskonsentrasjon for Siggerudgrytas tettsted høsten 1983	54
" 11. Massetransport for fosfor oppstrøms og nedstrøms Siggerudgrytas tettsted	55
" 12. Massetransport for nitrogen oppstrøms og nedstrøms Siggerudgrytas tettsted	55
" 13. Massetransport for organisk stoff KOF oppstrøms og nedstrøms Siggerudgrytas tettsted	56
" 14. Endringer i spillvannskonsentrasjonen over døgnet målt ved innløpet til Siggerud renseanlegg fra kl. 1100 4. mai til kl. 1100 5. mai 1982	58
" 15. Konsentrasjonsvariasjoner i Siggerudbekken over 24 timer fra 13. - 14. september 1982	60
" 16. Konsentrasjonen av termotabile coliforme bakterier målt over et døgn i Siggerudbekken ved målestasjonen oppstrøms tettstedet og nedstrøms målestasjon	62
" 17. Sammenligning av spillvannskonsentrasjonen ved Siggerud renseanlegg og ved Siggerudtangen pumpestasjon	65



## VIII

## Figurliste forts.

	Side:
Figur 18. Ammonium, nitrat og total nitrogen analysert i spillvann i Siggerud høsten 1983	66
" 19. Oversikt over fremgangsmåte for forurensningsberegninger	70
" 20. Forurensningsmengder fra Siggerudgrytas tettsted som slippes ut via bekken og oppsamlet spillvannsmengde i Siggerudgryta	72
" 21. Prosentvis utslipp fra tettstedet via bekken i forhold til summen av oppsamlet og tapt spillvann høsten 1982	72

## TABELLISTE

Tabell 1. Befolkningens mengde i Siggerud etter alder og kjønn 1.11.1980 (8).	21
" 2. Bosatt befolkning, antall og type boliger i Siggerud 1.11.1980 (8)	22
" 3. Boligenes aldersfordeling i Siggerud	22
" 4. Aktivitetsbeskjeftigelse for personer bosatt i Siggerud 1.11.1980	23
" 5. Oversikt over bedrifter og institusjoner i Siggerud med antall ansatte, vannforbruk og spesifikk vannføring	24
" 6. Oversikt over yrkesaktive og ikke yrkesaktive over 16 år i Siggerud	25
" 7. Fordeling på aktivitetsbeskjeftigelse i Siggerud tettsted. Sum grunnkrets 105, 107 og 108	28
" 8. Gjennomsnittlig timefravær pr. person og døgn basert på 5 dagers uke	30
" 9. Beregning av gjennomsnittsvekt for personer bosatt i Siggerudgryta og avløpsfeltet for Siggerudtangen pumpestasjon (8), (10)	31
" 10. Beregning av netto timefravær på hverdager i Siggerud tettsted høsten 1982	31
" 11. Beregning av prosentvis fravær i forhold til våkne timer i Siggerud tettsted totalt (grunnkrets 105, 107 og 108)	32

Tabl. 12.	Oversikt over perioder med vannforbruksmålinger ved Siggerud vannverk	35
"	13. Ukentlig registrering av vannforbruk på hovedvannverket i Siggerud og vannforsyning til Siggerudtangen i perioden fra 10.5.82 uke 19 til og med 7.11.82 uke 44	38
"	14. Oversikt over spesifikt vannforbruk i Siggerud	39
"	15. Spesifikke tall for Siggerud vannverk	40
"	16. Oversikt over vannmengder og forurensningsbelastning fra Siggerudtangen pumpestasjon og til Siggerud r.a. totalt	44
"	17. Vannmengder, konsentrasjoner og forurensningsmengder i resipientbekken målt nedstrøms Siggerudgrytas tettsted	50
"	18. Forurensningsbidrag i bekken som kommer ovenfor tettstedet	53
"	19. Forurensningsbidraget oppstrøms Siggerud tettsted i prosent av totalbidraget ut bekkeresipienten i Siggerudgryta	54
"	20. Bakteriologiske analyser fra Siggerudbekken	61
"	21. Bestemmelse av coprostanol i vannprøver fra Siggerud høsten 1982	63
"	22. Gjennomsnittlige spillvannkonsentrasjoner i råkloakk ved Siggerud renseanlegg og Siggerudtangen pumpestasjon	64
"	23. Endringer i bekkevannskvaliteten i Siggerudgryta	67
"	24. Gjennomsnittlig forurensningsbelastning i Siggerudgryta i undersøkelsesperioden uke 34 til uke 42 høsten 1982	69
"	25. Beregning av tilføringsgrad utfra ekte vannforbruk levert fra Siggerud vannverk og ufortynnet spillvann oppsamlet ved Siggerud renseanlegg	80
"	26. Beregning av tilføringsgrad utfra vannforbruk levert til Siggerudtangen og ufortynnet spillvann oppsamlet fra samme område	81
"	27. Oversikt over spesifikke tall målt og beregninger i spillvannstapprosjektet	83

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

### 1.1 Oppsummering

Undersøkelsen i Siggerud hadde til hensikt å belyse hvor stor andel av forurensningsproduksjonen innenfor tettstedet som lakk ut av oppsamlingssystemet for spillvann og belastet resipienten. Ved å sammenligne forurensningsproduksjonen med summen av oppsamlet forurensningsmengde til renseanlegget og påvist mengde i bekkeresipienten som leder ut av Siggerudgryta, kan en eventuell tilbakeholdelse (retensjon) i jordsmonnet beregnes. Tilføringsgraden for spillvannet i Siggerudgryta er beregnet både ved tradisjonell metode (2) og (3) og ved en ny alternativ metode (7) som med visse forbehold stemmer godt overens. Undersøkelsen gir med andre ord grunnlag for å sammenligne beregnet spillvannstap (tilføringsgrad) med påvist spillvannstap. En differanse er uttrykk for at tilføringsgrad-metodene bygger på feil forutsetninger eller at bare en mindre del av spillvannstapet belaster resipienten på grunn av at endel holdes tilbake i jordsmonnet.

Undersøkelsen er gjennomført i Siggerudgryta av flere grunner. Nedslagsfeltet er relativt lite med bare en oppsamlende bekk som leder ut av "gryta". Tettstedet innenfor gryta er relativt stort med 1230 bosatte personer og variert bebyggelse med 328 leiligheter tilsammen. Tettstedet er hovedsakelig bygd etter 1960. Ledningsnettets ble på forhånd av kommunen karakterisert som dårlig. Undersøkelsen var avhengig av et større spillvannstap fordi en av hovedhensiktene var å finne ut hvor stor andel av spillvannstapet som nådde frem til resipienten. Ski kommune har dessuten planer om å rehabilitere ledningsnettets i Siggerud og har gjennomført en undersøkelse som Hjellnes A/S har stått for.

Spillvannet innenfor nedslagsfeltet pumpes fra en pumpestasjon til et renseanlegg som ligger utenfor nedslagsfeltet. Det ble bygget en egen målestasjon for overvåking av vann og vannkvalitet i resipientbekken som leder ut av nedslagsfeltet. Det ble tatt prøver av bekkevannet oppstrøms tettstedet for å trekke fra bakgrunnsforurensningen og 270 meter nedstrøms målestasjonen for å studere selvrensning i resipienten. Siggerud tettsted har dessuten eget lokalt vannverk med gode muligheter for kontroll av vannforbruket.

Selve forurensningsmåleperioden kom sent igang fordi bygging av målestasjonen i bekken trakk i langdrag. Hovedundersøkelsene er basert på ukeblandprøver tatt i innløp til Siggerud renseanlegg, avløp fra Siggerudtangen pumpestasjon og fra resipientenes bekkevann. Disse prøvene er tatt med automatiske prøvetakere. Ukeblandprøvene er gjennomført fra og med uke 34 til og med uke 42 høsten 1982.

Det foreligger full oversikt over totalt levert vannforbruk fra Siggerud vannverk, økt vannforbruk (lekkasjer fratrukket for en lengre periode mai -82 til ut året). Det er også gjennomført flere delundersøkelser for å underbygge konklusjonene.

## 1.2 Hovedkonklusjoner

Følgende hovedkonklusjoner kan trekkes fra undersøkelsen:

1. Undersøkelsen i Siggerudgryta viser at forurensningsutslippet fra tettstedet (1230 bosatte personer) til bekkeresipienten i gjennomsnitt fra uke 34 til og med 42 bare utgjør 0,16 g P/p·d målt som fosfor, mens oppsamlet spillvann til renseanlegget utgjør 1,46 g P/p·d tilsammen 1,63 g P/pd, det vil si 10 %.
2. Det lave fosforbidraget som er påvist i bekkeresipienten forekommer på tross av at undersøkelsen er gjennomført i en periode med mye nedbør og tilsynelatende ugunstige muligheter for selvrensing og tilbakeholdelse i jordsmonnet. Eventuelle utspylinger i rør og bekkebunn og overflateforurensninger fra tettstedets tette flater er derfor også inkludert i resipientutslippet slik at spillvannstapets bidrag må være ennå lavere.
3. Det samlede påviste fosforbidraget fra Siggerudgryta (minus oppstrømsbidrag) utgjør derfor 1,63 g P/p·d som er i god overensstemmelse med den spesifikke forurensningsproduksjonen på 1,55 g P/p·d målt på Sydsbogen hvor befolkningens fravørsforhold var tilsvarende med 37 % fravær.
4. Hvis forurensningsproduksjonen i Siggerud er høyere enn 1,63 g P/p·d under rådende fravørsforhold, må tilbakeholdelsen av fosfor

i jordsmonnet være tilsvarende høyere. Er forurensningsproduksjonen på slik tradisjonelle tall forutsetter 2,5 g P/p·d ved 0 % fravær og 1,93 g P/p·d ved 37 % fravær som i Siggerud må tilbakeholdelsen i jordsmonnet være minst 0,3 g P/p·d (1,93 g P/p·d - 1,63 g P/p·d) d.v.s 16 % av total forurensningsproduksjon og 64 % i forhold til spillvannstapet.

5. Tilføringsgradberegninger utført på tradisjonell basis med 2,5 g P/p·d som forutsatt fosforproduksjon, gir en  $T_g = 76\%$  for oppsamlet spillvann fra Siggerudgryta altså et spillvannstap på 24 % som er vesentlig høyere enn det bidraget som når resipienten (maksimalt 10 %).
6. Tilsvarende målinger med hensyn på nitrogen viser at forurensningsutslippet fra tettstedet til bekkeresipienten i samme periode er 2,4 g N/p·d mens oppsamlet spillvann til renseanlegget utgjør 4,3 g N/p·d tilsammen 6,7 g N/p·d. Resipientbidraget utgjør i dette tilfellet hele 36 %.
7. Målinger med hensyn på termostabile E.coli i bekkeresipienten viser konsentrasjoner fra 1000 til 3100 kolonier/100 ml om dagen som er uakseptabelt høyt. Konsentrasjonsmålinger tatt på timebasis over døgnet og målinger med hensyn på coprostanol avslører at det forekommer direkte spillvannstap. På denne bakgrunn bør vurderingene omkring de hygieniske forholdene og nitrogenbidraget i resipienten tillegges større betydning.

### 1.3 Delkonklusjoner

Følgende delkonklusjoner kan trekkes:

1. Tilføringsgrad beregnet på tradisjonell vis utfra fosfor alene gir en  $T_g = 58,5\%$  prosent når det ikke tas hensyn til pendlereffekten og  $T_g = 75,8\%$  prosent når pendlereffekten inkluderes som en naturlig fremgangsmåte. Da er 2,5 g P/p·d ved 100 % tilstedeværelse lagt til grunn ved beregningen.

2. Tilføringsgrad beregnet ved ny alternativ metode som behandles i delrapport 2 og som baseres på ekte vannforbruk og ufortynnet spillvann oppsamlet ved Siggerud renseanlegg, gir en gjennomsnittlig Tg = 75 prosent for hele perioden.
3. Ut fra summen av påvist forurensningsbidrag ("spillvannstap") fra Siggerudgryta og oppsamlet spillvann i undersøkelsesperioden er følgende spesifikke tall beregnet:

Parameter	Siggerudgryta rådende forhold 37 % fravær	Siggerudgryta korrigert for 0 % fravær	Sydsbogen rådende forhold 37 % fravær	Sydsbogen korrigert for 0 % fravær	Tradisjonelle tall
TOT-P g P/p·d:	1,63	2,11	1,55	2,12	2,50
TOT-N g N/p·d:	6,69	9,60	8,17	12,8	12,0
KOF(dkrom.) g O/p·d	76,2	98,6	53,8	73,7	120,0

4. Resultatene for spesifikke fosformengder viser god overensstemmelse for Sydsbogen- og Siggerud-undersøkelsen, men lavere verdier enn de tradisjonelle tallene. For nitrogen er tallene lavere i Siggerud-undersøkelsen, mens Sydsbogen resultatene og tradisjonelle tall stemmer bra. Den spesifikke KOF-mengden derimot er høyere i Siggerud enn i Sydsbogen-undersøkelsen, men fortsatt lavere enn et tradisjonelt tall på 120 g O/p·d.
5. Det er klare tegn som tyder på at bare en mindre del av fosforbidraget i spillvannstapet kommer frem og belaster resipienten enten årsaken skyldes at en del av bidraget holdes tilbake, eller at spillvannstapet slik det beregnes ved tilføringsgradberegninger i virkeligheten er mindre.
6. Eventuelle overflateforurensninger og rørutspylinger i overvannsledninger og fra bekkebunn som er med i forurensningstransporten i bekken, fører til at spillvanntapet i resipienten er ennå mindre.

7. Målinger for nitrogen viser at en forholdsvis større andel av nitrogenbelastningen tappes ut av oppsamlingsnettene under de nedbørrike ukene, men finnes igjen i bekkeresipienten. I gjennomsnitt går 35,4 prosent av nitrogenmengden fra tettstedet ut via bekkeresipienten.
8. I råkloakken foreligger ca. 75 % av den totale fosformengden som orto-P i løst form, mens analysene i bekkeresipienten viser at andelen løst orto-P bare utgjør fra 35 - 47 %.
9. Undersøkelsen av selvrensingseffekten i bekken over en strekning på 270 meter nedstrøms hovedmålestasjonen viser tildels betydelig renseseffekt, men noe av "renseeffekten" skyldes måten prøvetakingen nedstrøms ble foretatt på. Videre undersøkelser med forbedret utstyr vil vise hvor stor selvrensing som kan oppnå.
10. På tross av lavt påvist fosforbidrag i resipientbekken karakteriseres bekken som kraftig forurenset med hensyn på termotabile E.coli (EMF 44 °C) med konsentrasjoner fra 1000 til 3100 kolonier/100 ml.
11. Bakteriologiske og kjemiske analyser tatt på prøver annenhver time i bekkeresipienten i løpet av et døgn, avslører variasjoner som viser at det forekommer direkte spillvannspåvirkning. Svingningene er i takt med den menneskelige døgnrytme og toppene for Tot-N og Tot-P konsentrasjonene er slik man finner dem i råkloakk.
12. Gjennomsnittsanalysene for hele undersøkelsen viser at fosfor-konsentrasjonene oppstrøms utgjør 15,2 prosent av konsentrasjonene nedstrøms tettstedet mens for nitrogen er tilsvarende tall 55,9 prosent, og 98,5 prosent for KOF. Med hensyn til massetransporten utgjør oppstrøms bidrag 5,1 prosent for fosfor, 18,5 prosent for nitrogen og 32,9 prosent for KOF.
13. Basert på bakteriologiske analyser viser bekkeresipienten en økning fra 3 - 4 E.coli/100 ml til ca 1 600 E.coli/100 ml når vannet passerer tettstedet i Siggerudgryta den 13.9 og 14.9.1983.

14. Analyser med hensyn til coprostanol målt den 14.9 og 21.9 viser en økning fra 0,9 til 43,9 µg/l det første døgnet og fra 0,15 til 3,5 µg/l det andre døgnet. En analyse av ukeblandprøven inn til Siggerud renseanlegg den 6.9 til 13.9, viste at konsentrasjon av coprostanol på 1 580 µg/l. Dette er en sikker indikasjon på spillvannsforurensning i bekken.
15. Undersøkelsen viser at vannforbruket levert fra hovedvannverket har vært 194 l/p.d, lekkasjeprosenten på 26,9 prosent, og ekte forbruk til husholdning og erverv blir derved 141 l/p.d. Vannforbruket levert til skoler, lokale bedrifter etc. utgjør 16 l/p.d. Det betyr at nettovannforbruk levert til husholdningen er 125 l/p.d (138 l/p.d ved 0 prosent fravær) som stemmer meget bra med Sydsbogenundersøkelsen når befolkningstettheten pr. bolig tas i betraktning.
16. Oppsamlet spillvannsmengde ved renseanlegget utgjør 244 l/p.d med et spillvannstap på 10 til 20 prosent. Det er spesielt Siggerudtangen pumpestasjon som tar inn store fremmedvannsmengder under nedbør. Levert vannmengde til Siggerudtangen utgjør 161 l/p.d mens den oppsamlede spillvannsmengde fra samme område utgjør 834 l/p.d. Fremmedvann inntaket fører til at vannmengden øker 5,2 ganger.

#### 1.4 Konsekvenser av oppnådde resultater

Undersøkelsene i Siggerudgryta bekrefter resultatene fra Sydsbogen undersøkelsen (6) som viser at forurensningsproduksjonen fra husholdning sannsynligvis er lavere enn tidligere antatt. Dette har igjen store konsekvenser for beregningsgrunnlaget for tilføringsgrader som med lavere spesifikke tall vil gi høyere tilføringsgrader enn det tradisjonelle beregninger har antydnet (4). Det er imidlertid liten grunn til å friskmelde alle norske oppsamlingsnett for spillvannstap på bakgrunn av resultatene fra denne undersøkelsen. Fortsatt må man regne med store feil og mangler ved norske ledningsnett og det er fortsatt behov for en stor innsats for å redusere forurensningen i norske resipienter. En justering av beregningsgrunnlaget for tilføringsgrad kan bestå av følgende forhold:



- a) Noe lavere totalproduksjon med hensyn på fosfor.
- b) Større hensynstagen til pendlerforhold og at befolkningen består av både barn og voksne.
- c) Følge grunnreglene for beregningen slik den opprinnelig skal utføres.

Dette vil føre til at det beregnede spillvannstapet reduseres (høyere tilføringsgrad) slik at dette står i samsvar med de virkelige tapene. Man må imidlertid være klar over at selv om tilføringsgradene øker fra 50 prosent som det ofte har vært snakk om til 70 - 90 prosent er det fortsatt store spillvannstap man snakker om.

Undersøkelsens programforslag (1) som ble skrevet i februar 1981 påpekte i innledningen at det hersket betydelig usikkerhet om spillvannstapet fra oppsamlingsnettene virkelig var så stort som de tradisjonelle beregningene viste. Dagens konklusjoner viser at det var all grunn til å trekke frem dette spørsmålet i programforslaget.

Det andre hovedresultatene fra undersøkelsen som har store konsekvenser, er spillvannstapets virkning i resipienten. Den påviste fosforbelastningen i bekkeresipienten er forbausende liten i forhold til nitrogen og E.coli belastningen. Utfra termostabile E.coli målinger tatt annenhver time over et døgn avsløres direkte spillvannstap belastningen og nivået er såpass høyt at resipienten må karakteriseres som en "grisebekk"! Allikevel utgjør fosforbelastningen bare 10 % i gjennomsnitt i måleperioden som i tider har hatt mye nedbør og ned imot 4 % i tørrvårsperioder. Nitrogenbidraget har derimot vært vesentlig høyere (30 - 40 % i gjennomsnitt).

Dette tyder på at det i tillegg til at fosfor produksjonen er noe lavere enn tidligere antatt, også må forekomme en viss grad av tilbakeholdelse i jordsmonnet. Undersøkellesperioden har vært noe kort til å komme med for detaljerte konklusjoner om tilbakeholdelsens størrelse på det nåværende tidspunkt.

Konsekvensene av dette er imidlertid klare:

1. Det kan ikke settes likhetstegn mellom tilføringsgrad/spillvannstap og belastning i resipienten fordi det etter alt å dømme vil forekomme en viss tilbakeholdelse.
2. Nitrogenbidraget og den hygieniske virkningen i resipienten bør tillegges relativt større vekt ved fremtidige undersøkelser og vurderinger.

### 1.5 Behov for videre undersøkelser

Undersøkelsene i Siggerudgryta har gitt resultater som må karakteriseres som oppsiktsvekkende og konsekvensene er såvidt store at det er viktig å få resultatene ytterligere testet.

Måleperioden på Siggerud må karakteriseres som relativt kort. På den annen side er prøvetakingsopplegget meget representativt. Målingene til nå er utført i en ugunstig periode med hensyn til selvrensing nemlig en regnfull høst. Forholdene på oppsamlingsnettene og i resipientbekken kan være annerledes under andre årstider. Økt informasjon om hvordan forurensningsbelastningen varierer i løpet av en årssyklus vil fortelle mye om hva som skjer med utlekket spillvann og de enkelte komponentenes betydning i eutrofieringssammenheng.

Følgende forslag til videre undersøkelser foreslås i Siggerudgryta:

1. Målingene i Siggerudgryta tas opp igjen og måleperioden utvides til å omfatte vinter, vår og sommer. Det foretas justeringer i opplegget slik at programmet kan forenkles og usikkerhetene fjernes.
2. Selvrensingen i bekken måles samtidig som endringene i nærings-saltene tilgjengelighet i eutrofieringssammenheng registreres.
3. De forskjellige forurensningskildenes betydning for resipientbelastningen klarlegges:

- a) Oppstrøms bakgrunnsforurensning.
- b) Overflateforurensningens betydning (under nedbør).
- c) Direkte spillvannstap-bidrag.

Forslag til undersøkelser utenfor Siggerud:

1. Utvidede undersøkelser i Sydskogen for å klarlegge om den lave fosfor-produksjonen holder seg over hele året. (Disse undersøkelsene er igang). Tilsvarende undersøkelser bør gjennomføres i andre felter.
2. Det bør klarlegges hva som er årsaken til at noen andre undersøkelser får så høye spesifikke tall.
3. Måling av forurensningsbidraget ved en kontorbedrift for å klarlegge og kontrollere forurensningsbidraget som er knyttet til fraværsforholdene.

## 2. INNLEDNING OG PROBLEMSTILLING

Hensikten med undersøkelsen i Siggerudgryta var å undersøke hvor stor andel av spillvannstapet som nådde lokalresipienten. Det var ønskelig å skaffe oversikt over den lokale forurensningsproduksjonen, måle og beregne forurensningstilførselen til renseanlegget, beregne tilføringsgraden, og måle og beregne forurensningsmengden ut via lokalresipienten. Med andre ord, det var ønskelig å måle hvor stor andel av spillvannstapet som gikk ut via bekken, for å beregne tilbakeholdelsen.

Denne undersøkelsen, delrapport 3, er knyttet til forsøksfelt A: "Et felt med tett jordsmonn av leire eller fjell og et oppsamlende bekkesystem", beskrevet i hovedundersøkelsens programforslag (1).

Det sentrale utgangspunkt er å undersøke i hvilken grad utlekkende spillvann belaster resipientene, hvor mye som holdes tilbake i jordsmonnet, og hva som innvirker på denne tilbakeholdelsen. Hensikten med undersøkelsen i denne delrapporten var å finne frem til et lite, men veldefinert nedslagsfelt med en relativt stor bosatt befolkning og en sentral oppsamlende bekk som drenerer feltet. Det forutsettes at det eksisterer et påviselig spillvannstap fra tettstedets oppsamlingsnett. Det er viktig å fastslå størrelsen på dette spillvannstapet og se i hvilken grad tapet kan lokaliseres i resipienten.

Med uttrykket resipient menes her bekken som transporterer overflatevannet ut av nedslagsfeltet. Med resipient kan man også mene grunnvannet og jorda. Men tradisjonelt har forurensningsmyndighetene ment overflatevannsystemet når de har omtalt resipienter. Forurensning i grunnvann er undersøkt separat i delrapport 4. (5).

Begrepet resipient knyttet til overflatevann vil også være et relativt begrep i vannets strømningsretning. Man snakker om lokalresipient og hovedresipient. Bekken i denne undersøkelsen vil nok sees på som en lokalresipient, med nedstrøms vassdrag eller innsjø som hovedresipient. Problemet er at det også kan forekomme selvrensing i resipienten slik at forurensningstilførslene må relateres til et bestemt punkt i resipienten. Målestasjonen i den relativt hurtigstrømmende bekken defineres derfor som resipientens referansepunkt.

Type jordsmonn kan ha stor innvirkning på hva som skjer med utlekket spillvann i grøfteprofilene, og i det opprinnelige programforslaget ble det derfor lagt vekt på å se nærmere på forskjellige felttyper som:

1. Hovedsakelig fjellgrøfter
2. - " - leiregrøfter
3. - " - sand- og jordgrøfter.

Viktig vil det kanskje være at både fjellgrøfter og leirgrøfter i liten grad infiltrerer spillvannet ned i jordsmonnet. Denne undersøkelsen la derfor stor vekt på at bunnen i feltet skulle være relativt tett slik at man måtte forvente at mesteparten av spillvannstapet ville ende i den oppsamlende bekken.

### 3. GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN

#### 3.1 Valg av felt

Det var derfor viktig å finne frem til et felt hvor følgende komponenter kunne overvåkes.

1. Forurensningsproduksjonen fra befolkningen i form av
  - a) Fosfor
  - b) Nitrogen
  - c) Organisk stoff
  - d) Spillvann.
2. Oppsamlet forurensningsmengde til renseanlegget for de samme komponenter.
3. Oppsamlet forurensningsmengde i bekken fra nedslagsfeltet.
4. Bakgrunnsforurensning fra naturlig avrenning oppstrøms tettstedet.
5. Eventuelle selvrensingseffekter i bekkesystemet.

Det ble blant annet lagt vekt på valg av felt hvor man hadde god kontroll med vannforbruket.

Flere felter ble vurdert, og det ble foretatt befaringer blant annet av et felt i Røyken som munner ut ved Lahell mot Drammensfjorden, flere felter i Oslo kommune og et felt ved Kløfta renseanlegg i Jessheim kommune. Det ble også vurdert å benytte Kolbotnvann, men på bakgrunn av at det er hele seks bekker som munner ut i vannet, ble det for omfattende å bygge seks målestasjoner med det kravet til nøyaktighet som undersøkelsen forutsetter. Dessuten var Kolbotnområdet litt for stort til å få den nødvendige kontrollen over forurensningsproduksjonen i området.

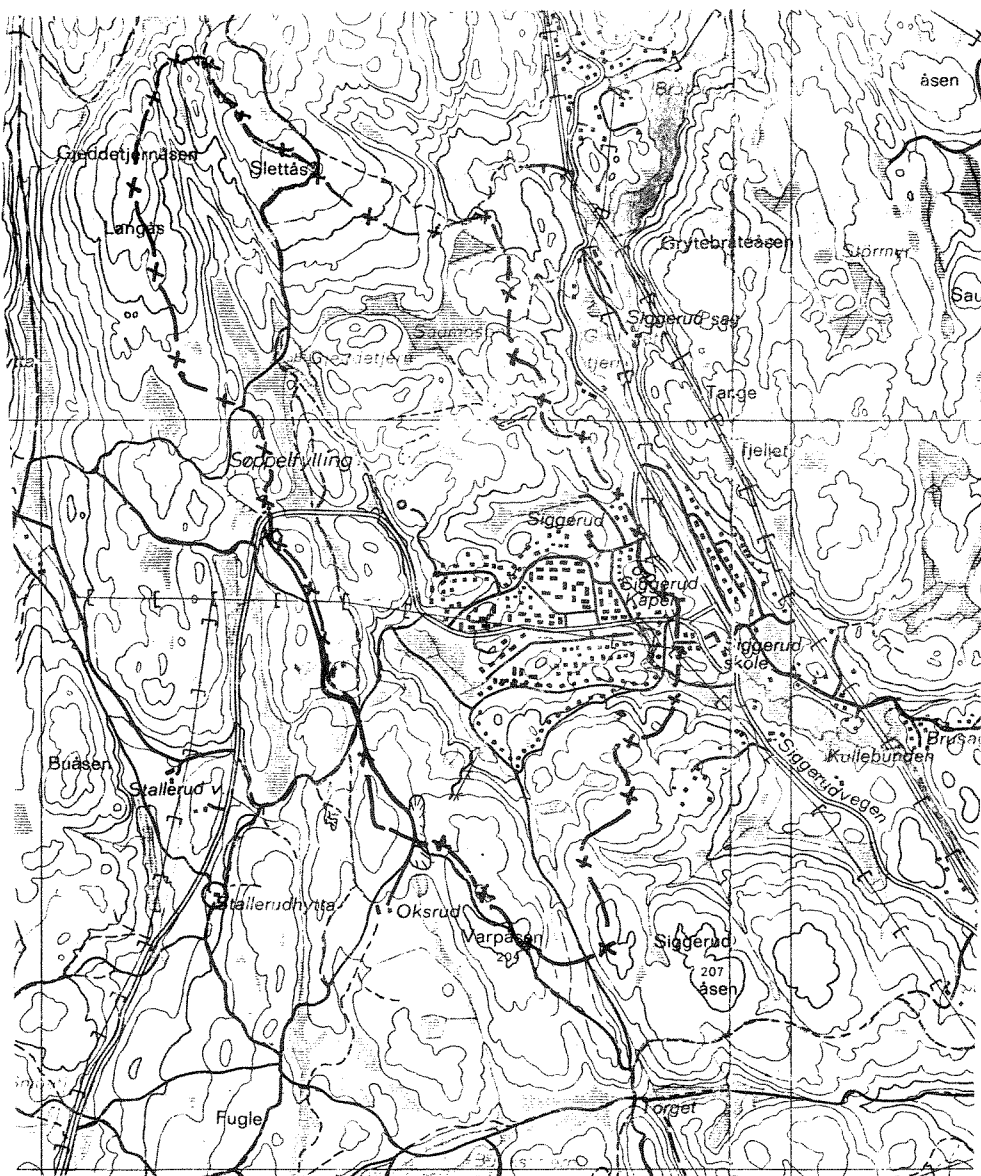
Siggerud tettsted i Ski kommune pekte seg imidlertid ut som et meget interessant felt med kun en bekk som drenerer en lukket gryte og hvor alt spillvann til renseanlegget pumpes ut av feltet. Det var eget vann-

verk i området, og kommunen var villig til å bygge målestasjon i bekken. I utgangspunktet var man ute etter et tettsted med ledningsnett med gjennomsnittlig norsk kvalitet, men på bakgrunn av erfaringene fra området fryktet man at oppsamlingsnettet for spillvann var unormalt dårlig. Dette viste seg senere ikke å holde stikk.

### 3.2 Oversikt over Siggerudgrytas nedslagsfelt

Siggerudgrytas nedslagsfelt er vist i figur 1 og er på ca 304 hektar.

Tettstedet innenfor nedslagsfeltet definert som plen, takflater, veier og plasser utgjør ca 25 hektar altså ca 8 %.



Figur 1. Nedslagsfeltet i Siggerudgryta.

Det bor 1514 personer i Siggerud totalt og 1403 personer betjenes av det lokale vannverket og renseanlegget. 1230 personer bor innenfor Siggerudgrytas nedslagsfelt. Bekken som gjennomløper nedslagsfeltet kommer fra skogsområder med en del større myrer.

Det er anlagt en kommunale søppelfyllplass nær vannskillet til nedslagsfeltet på vestsiden der hovedveien fra Siggerud vestover til Ski forlater nedslagsfeltet. Målinger i bekken oppstrøms tettstedet tyder ikke på at det kommer noen forurensninger fra søppelfyllplassens sigevann over i Siggerudgryta. Søppelfyllplassen er dristig lokalisert bare 400 meter unna Siggeruds lokale grunnvannsverk som ligger innenfor nedslagsfeltet.

### 3.3 Målestasjoner og overvåkingsstasjoner

Undersøkelsen krever god kontroll av vannforbruk og forurensningsmengder i form av oppsamlet spillvann fra Siggerudgryta og forurensninger som transporteres via bekkeresipienten ut av nedslagsfeltet. Måling av forurensningstransporten i bekken krever god informasjon av bekkens vannføring og representative prøver av bekkens vannkvalitet. I utgangspunktet har det vært meningen å måle forurensningstransporten på helårsbasis. Det var derfor nødvendig å bygge en permanent overvåkingsstasjon. Den er bygget i Ski kommunes egen regi, men med bistand til dimensjonering, og detaljplanlegging fra NIVAs side. Det er anlagt en 6" parshall renne i 6 mm stålplater i bekken med demning på siden og vinterisolert overbygg. Overbygget har i undersøkelsesperioden huset automatisk prøvetaker av typen Ulma, og vannprøvene som er gjennomført på ukebasis, er oppsamlet i 25 liters kanner plassert i kjøleskap.

Vannføringen er registrert ved hjelp av automatisk nivåregistrering basert på ekkolydprinsippet. Signalene er overført til både skriver og telleverk.

Bestemmelse av forurensningsmengden fra Siggerudgryta til renseanlegget er basert på innsamling av data ved renseanleggets innløpsprøvetakingsstasjon og vannføringsmåler internt i anlegget. Også denne prøvetakeren er av automatisk type som kan ta prøver basert på tid og styrt proporsjonalt med vannføring.



Opprinnelig var tanken å anvende den gamle pumpestasjonen som pumper alt spillvannet fra Siggerudgryta opp til renseanlegget, som både prøvetakingsted og vannføringsmåler. Denne planen ble oppgitt da det ble klart at pumpestasjonens kapasitet var for liten i forhold til tilrenningen slik at den gikk mer eller mindre kontinuerlig. I stedet var man nødt til å etablere målestasjonen ved hovedinnløpet til renseanlegget som nevnt og en ekstra prøvetakingsstasjon i pumpestasjonen i Siggerudtangen på den andre siden av Langenvassdraget. Differansen mellom de to målestasjonene gir spillvannsbidraget fra Siggerudgryta.

Målestasjonen i Siggerudtangen pumpestasjon ble oppbygd på samme måte som i Sydsbogen-undersøkelsen (6) med automatisk prøvetaker, pulsteller for måling av antall utpumper, og automatisk nivåmåler, og kjøleskap for oppbevaring av prøvene. Infiltrasjonen viste seg imidlertid å være så stor at vannmåling basert på telling av antall utpumper ikke ble nøyaktig nok, og man måtte benytte pumpenes arbeidstid som basis for spillvannsmengde for Siggerudtangen.

Vannforbruket fra det lokale grunnvannsverket registreres ved hjelp av elektromagnetisk måler, og signalene overføres til kommunens sentral i Ski byen. Disse målingene har vært helt ubrukbare for denne undersøkelsen på grunn av feil i overføringssystemet. Derimot har man i undersøkelsen anvendt den samme type trykkende teller som i Sydsbogenundersøkelsen og som er nærmere beskrevet i delrapport 2 (7). Dette er en digital registrering av vannmengden, som er automatisk, og som gjør det mulig å måle minimumsvannforbruket om natten som er et uttrykk for lekkasjevannmengden.

Vannforbruket over til Siggerudtangen er utført manuelt fra måler lokalisert ved renseanlegget.

### 3.4 Gjennomføring

På grunn av at byggingen av overvåkingsstasjonen i bekken trakk ut og ikke var driftsklar før høsten 1982, og denne var helt avgjørende for undersøkelsen, ble undersøkelsesperioden relativt kort.

Det ble samtidig bestemt å basere undersøkelsen på ukeblandprøver ut fra erfaringene ved Sydskogen. Hovedundersøkelsen ble gjennomført i tiden fra uke 34 til uke 42, 9 uker ialt. Vannforbruksmålingene derimot har pågått helt siden mai 1982 og frem til idag.

Ski kommune har vært behjelpelig med å innsamle ukeblandprøvene og lese av telleverk og inspisere målestasjonen. Alle prøvene er kjørt til NIVA for analyse. Norsk standard er lagt til grunn ved alle analyser.

Det er dessuten foretatt noen spesialundersøkelser. Blant annet er det gjennomført analyser av coprostanol som er et colosterol som bare finnes i den menneskelige tarm og er en sikker indikator på forurensninger fra mennesket. Alle disse forhold er nærmere beskrevet under resultatene.

Det var i programforslaget planlagt å gjennomføre tracerundersøkelser for å få bedre innsikt i hva som skjer med spillvannstapet og spesielt fosfor i spillvann. Det var etter samarbeide med institutt for Energiteknikk IFE planlagt å dosere både  $H^3$  tritium og  $P^{32}$  radioaktivt fosfor parallelt for å øremerke vannet og fosforet. Hensikten var så å analysere hvilke mengder av vannet og fosforet som kom frem til renseanlegget og i bekken, for å se om fosforet eventuelt i større grad ble holdt tilbake i jordsmonnet enn spillvannet.

Nærmere undersøkelser viste imidlertid at denne fremgangsmåten som i og for seg var meget interessant, ikke var gjennomførbar fordi det måtte doseres så store radioaktive fosformengder at strålingsmengden kunne bli betenkelig ved renseanlegget og tracer kostnadene svært store. En slik punktvis tracer-dosering ville dessuten aldri bli representativ for lekkasjevannmengden til bekken, og på dette grunnlag ble det bestemt å utsette målingene inntil videre.

## 4. RESULTATER

### 4.1 Forurensningsproduksjonsgrunnlaget

#### 4.1.1 Oppdeling i delområder

Siggerud tettsted ligger som et konsentrert lite samfunn for seg selv ute i Sørmarka slik det fremgår av figur 1. Tettstedet består hovedsakelig av villabebyggelse med eneboliger og rekkehus, skole og kirke, en forretning og noen mindre bedrifter.

Hovedundersøkelsen med hensyn til forurensningsbelastning og tilførsler er konsentrert om nedslagsfeltet til Siggerudbekken som renner gjennom tettstedet og ut i Langen vassdraget. Dette nedslagsfeltet danner en lukket gryte med kun en drenerende overflatebekk og omtales i rapporten som Siggerudgryta. Den delen av bebyggelsen som i sin helhet faller innenfor Siggerudgryta består av 2 hele grunnkretser: 107 Siggerud Nord på nordsiden av bekken og 108 Siggerud Syd på sydsiden av bekken. Opplysninger om forurensningsproduksjonsgrunnlaget innenfor Siggerudgryta utgjør summen av grunnkrets 107 og 108 i sin helhet. Den resulterende forurensningsproduksjon sogner til Siggerud pumpestasjon som pumper spillvannet til renseanlegget. Eventuelle lekkasjer vil finne veien ut i Siggerudbekken oppstrøms målestasjonen.

Imidlertid kompliseres bildet noe fordi vannverket også leverer vann til Siggerudtangen lokalisert på østsiden av Langenvassdraget, og renseanlegget mottar spillvann fra Siggerudtangen pumpestasjon. Denne forurensningsmengden må holdes utenom totaltilførselen til renseanlegget for å se hvor mye som bare kommer fra Siggerud gryta. Bebyggelsen på den andre siden av Langenvassdraget tilhører en tredje grunnkrets, 105 Siggerudtangen. Siggerudtangen pumpestasjon betjener imidlertid bare en del av Siggerudtangen grunnkrets slik at opplysningene herfra må reduseres ut fra undersøkelser i marka om hvor mange som er tilknyttet og får kommunal vannforsyning.

Noen av beregningene for å komme frem til forurensningsgrunnlaget i Siggerud, som for eksempel inn og utpendling, må baseres på opplysninger som inkluderer hele Siggerudtangen grunnkrets. Derfor angis

både opplysningene fra hele grunnkretsen og for de som sogner til pumpe-stasjonen i Siggerudtangen hvor data grunnlaget er redusert i forholdet til prosentvis tilknytning innenfor Siggerudtangen grunnkrets.

#### 4.1.2 Befolkningsgrunnlag og boligforhold

Opplysningene om befolkningsgrunnlag og boligforhold er innhentet delvis fra kommunens kommunale karter og undersøkelser i marka og delvis fra Statistisk Sentralbyrås folketelling fra 1980. Statistisk Sentralbyrå har utgitt to rapporter som har vært til stor nytte ved undersøkelsen. Den ene er kommunehefte (8) og det andre er kommunepakka (9). Disse grunnlagsopplysningene gjelder pr 1.11.1980 altså 1½ år tidligere enn hovedundersøkelsen, men fordi Siggerud tettsted er relativt stabilt i dag vil avvikene bli små. Det foregår noe byggevirksomhet i Siggerudtangen området, og her er det foretatt ferske tellinger av antall boliger.

Befolkningsmengden etter alder og kjønn er vist i tabell nr. 1. Opplysningene om befolkningen som sokner til Siggerudtangen pumpe-stasjon, fremkommer ved å ta forholdet mellom antall boliger som er tilknyttet pumpe-stasjonen, og antall boliger i hele grunnkrets 105 Siggerudtangen.

Tabell 1. Befolkningsmengden i Siggerud etter alder og kjønn 1.11.1980 (8).

Nr.	Grunn krets	Kjønn	Antall bosatte personer										
			Alderstrinn - år										
			To-talt	0-6	7-15	16-19	20-24	25-29	30-49	50-59	60-69	70-79	>90
1	107 Siggerud Nord	T	926	98	250	67	47	28	367	49	17	2	1
		M	478	50	135	35	28	11	177	30	10	1	1
		K	448	48	115	32	19	17	190	19	7	1	-
2	108 Siggerud Syd	T	304	34	75	25	14	12	113	21	6	3	1
		M	144	11	31	14	10	5	55	13	3	2	-
		K	160	23	44	11	4	7	58	8	3	1	1
3	Sum Siggerud gryta	T	1230	132	325	92	61	40	480	70	23	5	2
		M	622	61	166	49	38	16	232	43	13	3	1
		K	608	71	159	43	23	24	248	27	10	2	1
4	105 Siggerud Tangen	T	284	19	65	27	23	11	110	20	6	2	1
		M	143	8	35	12	13	5	53	12	4	1	-
		K	141	11	30	15	10	6	57	8	2	1	1
5	Siggerud- tangen pumpesta- sjon	T	173	12	40	16	14	7	67	12	4	1	0
		M	87	5	21	7	8	3	32	7	3	1	0
		K	86	7	19	9	6	4	35	5	1	0	0
6	Sum Sig- gerud gryta + Siggerud- tangen pumpesta- sjon 3+5	T	1403	144	365	108	75	47	547	82	27	6	2
		M	709	66	187	56	46	19	264	50	16	4	1
		K	694	78	178	52	29	28	283	32	11	2	1

M = Menn      K = Kvinner      T = Totalt antall personer

Opplysningene i linje 5 har fremkommet ved å ta forholdet mellom antall tilknyttede boliger til pumpestasjonen og alle boligene i Siggerudtangens grunnkrets:  $\frac{50}{82} = \underline{61 \text{ prosent}}$

Resultatene med hensyn til type boliger og antall i Siggerud tettsted er vist i tabell nr 2.

Tabell 2. Bosatt befolkning og antall og type boliger i Siggerud  
1.11.1980 (8).

Område	Bosatt befolkning p.	Antall boliger/leil. ialt	Frittligg. enebolig.	Type bolig Rekkehus eller lign.	Andre	Antall personer pr. bolig
Siggerudgryta	1230	328	118	200	10	3,75
Siggerudtangen grunnkrets	284	82	74	3	5	3,46
Siggerudtangen pumpestasjon *1)	173 <sup>3)</sup>	50 <sup>2)</sup>	50	0	0	3,46
Sum til renseanlegget	1403	378	168	200	10	3,71

\* 1) Basert på optelling i felten mars 1983.

2) To boliger står tomme og er ikke tatt med.

3) Beregnet ut fra befolkningstettheten i hele Siggerudtangens grunnkrets.

Av boligene i Siggerudgryta er boligenes aldersfordeling slik som vist i nedenforstående tabell 3.

Tabell 3. Boligenes aldersfordeling i Siggerud.

	Prosent fordeling
Bygget 1945 eller før	0,6 % (2 boliger)
" 1946 - 1960	1,2 %
" 1961 - 1970	75,2 %
" 1971 - 1980	23,0 %
Sum	100,0 %

Boligenes aldersfordeling gjenspeiler til en viss grad ledningsnettets aldersfordeling. Det fremgår av tabellen at hovedtyngden av anleggsarbeidene i Siggerud har foregått i tidsrommet 1961 til 1970.

For å karakterisere befolkningen og for å skaffe grunnlag for å beregne aktivitetsbeskjeftigelse og dermed omfanget av inn og utpendling i Siggerud er det nødvendig å få en samlet oversikt over aldersgruppene sett i relasjon til boligene.

Tabell nr. 4 viser en oversikt over aldersgruppene som har betydning for aktivitetsbeskjeftigelsen samlet for Siggerudgryta og Siggerudtangen grunnkrets. Det er samtidig beregnet antall innen hver gruppe pr bolig. Det fremgår av beregningen at antall bosatte pr bolig i Siggerudgryta er relativt høyt med 3,75 p/bolig og 3,46 p/bolig i Siggerudtangen grunnkrets. Dette er høyere befolkningstetthet enn produksjonsområdet i Sydskogen undersøkelsen (6) som var 3,27 p/bolig.

Tabell 4. Aktivitetsbeskjeftigelse for personer bosatt i Siggerud 1.11. 1980.

Område	Bosatt befolkning p	Antall boliger/leil. b	Bosatt pr bolig/leil. p/b	Barn under skolepliktig alder 0-6år		Barn og ungdomskolealder 7-15år		Alder 16-19 år		Voksene 20 år og eldre	
				p	p/b	p	p/b	p	p/b	p	p/b
Siggerud gryta Sum grunnkrets 107 og 108	1230	328	3,75	132	0,40	325	0,99	92	0,28	681	2,07
Grunnkrets 105 Siggerudtangen	284	82	3,46	19	0,23	65	0,79	27	0,33	173	2,11
Sum	1514	410		151		390		119			

#### 4.1.3 Samfunnsbygninger, aktivitetsenheter og erversforhold i Siggerud.

Det finnes flere bygninger og aktivitetsenheter i Siggerud utenom eneboliger og rekkehus. Det ligger blandt annet en kirke som ligger i utkanten av Siggerudgryta. Forurensningsproduksjon fra denne aktiviteten anses som neglisjerbar.

Ellers har Siggerud tettsted en egen barneskole som høsten 1982 hadde 202 elever. I tilknytning til barneskolen er et daghjem med 38 barn. Begge enheter har kommunal vanntilførsel og avløpet drenerer direkte til renseanlegget.

Tabell 5. Oversikt over bedrifter og institusjoner i Siggerud med antall ansatte, vannforbruk og spesifikk vannføring.

Navn på bedriften	Tlf.	Antall ansatte årsverk	Vannforbruk		1982 spesifikt vannforbruk l/ årsverk
			1981 m <sup>3</sup> /år	1982 m <sup>3</sup> /år	
ELTO (L.G. Thoresen A/S)	86 88 60	18,0	441	393	60
Elvestad og Sønn Motorsag service	86 83 28	0,5			
Siggerud Handel A/S	86 82 50	7,5	603	298	109
Siggerud Elektroservice	86 54 53	0,5			
Siggerud renseanlegg	-	-			
A-Mat A/S, Pølsemaker	86 84 65	11,0	5509	5594	1393
UNITOR	86 89 60	7,0	84	79	31
HYTEK-Ingeniør A/S	86 90 65	14,5	156	151	29
Siggerud barneskole	86 83 29	21,0 (202 elever)		1408 <sup>2)</sup>	129 <sup>2)</sup>
Siggerud Dagshjem	86 83 29	9,0 (38 barn)			
Kommuneskogene Siggerud, Ski kommune	86 83 19	1,0			3)
Siggerud gryta, Sum		90,0	6794 <sup>1)</sup>	7823	-
Høegh - Omdal A/S Siggerud tangen + bibliotek	86 57 75	4,0	104	87	60
Siggerud totalt		94,0	6897 <sup>1)</sup>	8010	-

<sup>1)</sup> Skoles forbruk i 1981 er ikke med.

<sup>2)</sup> Siggerud barneskole og dagshjem under ett spesifikt vannforbruk utfra antall elever: 16 liter/elev og dag med 202 elev. + 38 barne.

<sup>3)</sup> Ingen måleavlesning.

Kommunens renseanlegg består av et biologisk kjemisk anlegg bygget for 1 500 personenheter og ligger såvidt utenfor vannskillet for Siggerud-gryta.

Siggerud idrettslag har en idrettsplass rett oppstrøms målestasjonen i Siggerudbekken. Det synes ikke å forekomme vannforbrukende aktiviteter i den sammenheng utenom skøyte-is som anlegges vinterstid. Skolen brukes som garderobe.

Siggerud har imidlertid en del mindre bedrifter med lokale arbeidsplasser. Det er bare en forretning i tettstedet. Tabell nr. 5 viser en



oversikt over alle bedriftene og institusjonene i Siggerud hvor det er beregnet antall ansattes vannforbruk i bedriftene.

Tabellen viser at det er 90 årsverk i form av lokale arbeidsplasser, ansatte som arbeider i Siggerud gryta og 94 årsverk totalt.

Vannforbruket ved bedriftene og institusjonene viser store variasjoner med pølsemakerbedriften A-mat A/S som desidert største vannforbruker. Det er totalt beregnet at vannforbruket i 1982 var 8010 m<sup>3</sup> for alle bedriftene og institusjonene. Tabellen viser også spesifisert vannforbruk pr ansatt årsverk. A-Mat har som det fremgår desidert størst forbruk pr ansatt, noe som sannsynligvis skyldes vannkjølt kjølelager. Dette vannkjølte kjølelageret er termostat styrt og kan også starte om natten, noe som kan gi økt nattforbruk i enkelte perioder.

#### 4.1.4 Antall personer med forskjellig aktivitetsbeskjeftigelse i Siggerud

For best å kunne beregne grad av tilstedeværelse eller omfanget av fravær utenfor Siggerud for å karakterisere vannforbruk og forurensningsforhold, er det nødvendig å skaffe oversikt over antall yrkesaktive, hvor de arbeider, antall skoleelever og hjemmевærende etc.

#### Antall yrkesaktive

Opplysninger om antall yrkesaktive over 16 fremgår av Statistisk Sentralbyrås kommunepakke (9) og resultatene er vist nedenfor i tabell nr. 6.

Tabell 6. Oversikt over yrkesaktive og ikke yrkesaktive over 16 år i Siggerud.

Område	Bosatt befolkning over 16 år p	Yrkesaktive over 16 år p	Ikke yrkesaktive over 16 år						
			Totalt p	Gifte			Ugifte		
				Menn	Kvinner	Ialt	Menn	Kvinner	Ialt
Siggerudgryta Sum grunnkrets 107 og 108	773	644	129	4	77	81	23	25	48
Gunnkrets 105 Siggerudtangen	200	158	42	2	19	21	8	13	21
Sum	973	802	171	6	96	102	31	38	69

Oversikten viser at det er 644 yrkesaktive personer i Siggerudgryta og 158 i Siggerudtangen grunnkrets. Det vil si at 83,3 prosent av befolkningen i Siggerudgryta over 16 år er yrkesaktive og 79 prosent i Siggerudtangen.

#### Antall barn under skolepliktig alder og barnehagebarn

Tabell 4 viser at det er 132 barn under skolepliktig alder 0 - 7 år i Siggerud gryta og 19 barn i Siggerudtangen grunnkrets, altså 151 tilsammen. Det er en egen barnehage ved Siggerud barneskole som har 38 barnehageplasser, og det er dessuten en barnehage i Siggerudtangen.

#### Antall barneskole-elever 7 - 12 år

Tabell 4 viser at det bor 325 barn i alderen 7 - 15 år i Siggerudgryta og 65 i Siggerudtangen altså 390 tilsammen. Det er opplyst at Siggerud har 202 elever høsten 1980 på sin eneste barneskole og at 40 elever busses inn til skolen fra utenforliggende områder. Det betyr at det finnes 162 lokale barneskole-elever i Siggerud.

#### Antall ungdomskole-elever 13 - 15 år

Ifølge opplysningene om at det er 390 barn i alderen 7 - 15 år i Siggerud, betyr dette at det er 228 barn mellom 13 og 15 år (390 - 162) altså i ungdomskolealderen.

Siden Siggerud ikke har egen ungdomskole, må alle elevene benytte andre skoler i Ski kommune. Skolekontoret for Ski kommune opplyser at det kjøres 179 elever fra Siggerud tettsted til Vevelstad ungdomskole. Disse opplysningene avviker fra skolens egne opplysninger som hevder at de har 205 Siggerud-elever. Årsaken til uoverensstemmelsen kan være at elevene ikke sogner til samme område innenfor Siggerud. På bakgrunn av at det ifølge statistikken innenfor Siggerud synes å være noe flere barn i ungdomskole alder, forutsettes det høyeste elevtallet 205 å være det riktige.

Dette betyr at hvis alderstrinnet 7 - 15 år ses under ett, ender man opp med 23 flere barn i Siggerud enn elever. Dette kan være uttrykk for endringer i det statistiske grunnlaget fordi opplysningene om befolkningsmengden gjelder november -80, mens elevopplysningene gjelder høsten -82. Det kan imidlertid også være uttrykk for at noen av barna er hjemme av forskjellige årsaker eller går ved andre skoler.

#### Antall skoleelever i videregående skole

Skolekontoret for Ski kommune opplyser at det busser 68 elever til Ski videregående skole.

#### Antall hjemmевærende over 16 år

Tabell 6 viser hvor mange over 16 år som ikke er yrkesaktive og hvem av dem som er kvinner, menn, gifte og ugifte. Det er rimelig å anta at de 77 gifte kvinnene i Siggerudgryta og de 19 i Siggerudtangen, ialt 96 personer, som ikke er definert som yrkesaktive, er hjemmевærende husmødre. I tillegg kommer de 6 gifte mennene som ikke er yrkesaktive.

Når det gjelder gruppen ikke gifte over 16 år som ikke er yrkesaktive, viser tabell 6 at dette omfatter 69 personer. Dette antallet stemmer svært godt med antall elever i videregående skole, som normalt registreres som ikke yrkesaktive. Nå ville det neppe vært så underlig om det var noen flere enn bare den ene personen regnestykket viser som både var ugift og ikke yrkesaktiv over 16 år som er igjen i Siggerud. Hvis noen av elevene ved videregående skole har flere enn 100 som finner yrkesaktivt arbeid på ett år, er de imidlertid registrert blandt de yrkesaktive som gir rom for noen flere hjemmевærende.

En oppsummering av antall personer med forskjellige aktivitetsbeskjeftigelse i Siggerud tettsted som har betydning for beregning av tilstedeværende, er vist i tabell 7 nedenfor.

Tabell 7. Fordeling på aktivitetsbeskjeftigelse i Siggerud tettsted.  
Sum grunnkrets 105, 107 og 108.

Aktivitetsbeskjeftigelse	Antall bosatte i Siggerud	Antall reg.	Foruts. for grad av tilstedeværelse	Antall p pr bolig
Barn under skolepliktig alder 0 - 6 år	151	151	100 %	0,37
Barneskoleelever 7 - 12 år	390	162	100 %	1,12
Ungdomskoleelever 13 - 15 år		205	Alles busses ut	
Andre barn i alderen 7 - 12 år		23	50 % ut 50 % i Siggerud	
Skoleelever videregående 16 - 18 år	973	68	Alles busses ut	0,25
Hjemmевærende over 16 år, ikke yrkesaktive		103	100 %	
Yrkesaktive over 16 år		802	De fleste reiser ut	
Sum Siggerud tettsted, Grunnkrets 105, 107 og 108	1514	1514		3,69

#### 4.1.5 Daglige fraværsforhold og grad av tilstedeværelse i Siggerud

Disse forholdene baserer seg delvis på opplysninger som er felles for hele Siggerud tettsted, og av praktiske grunner behandles derfor alle de tre grunnkretsene som utgjør Siggerud tettsted under ett. Tabell 6 viser fordelingen av antall personer med forskjellige aktivitetsbeskjeftigelse i Siggerud tettsted.

Av barna under skolepliktig alder fra 0 - 6 år forutsettes alle å være tilstede i Siggerud på bakgrunn av at det er to større daghjemsinstitusjoner i Siggerud, og at Siggerud ligger relativt langt unna andre tett-

steder. Det samme forutsettes å gjelde for de 162 elevene i Siggerud barneskole. Ungdomskoleelevene derimot, 205 ialt, blir alle busset ut av Siggerud på hverdager. Undersøkelsen viser imidlertid 23 flere barn i alderen 7 - 15 år enn antall elever på de vanlige skolene. Avviket kan være at statistikken ikke gjelder helt samme tidsrom, men også at noen er hjemme og noen går på andre skoler. Det er derfor forutsatt at den ene halvparten av disse barna er hjemme, og at den andre halvparten reiser ut. De 68 elevene som går på videregående skole busses alle ut av feltet.

Ellers viser tabell 7 at det er 103 hjemmевærende over 16 år i Siggerud, mens 802 er yrkesaktive. Det viser at 82,4 % av personene over 16 år er yrkesaktive, 10,6 % er hjemmевærende og 7,0 % går på videregående skole.

Opplysninger fra Statistisk Sentralbyrå kommune pakke (9) om reisemåte og reisetid viser at 472 personer av 572 fra Siggerud tettsted (Grunnkrets 105, 107 og 108) benytter bil, buss eller kombinasjon med tog til arbeidet, det vil si 82,5 %. Det betyr at det reiser like mange ut av Siggerud som det er yrkesaktive, altså at alle 802 reiser ut på arbeidsdager.

Tabell 5 viser at det er 94 årsverk med lokale arbeidsplasser i Siggerud tettsted. Det er vanskelig å avgjøre hvor mange av disse lokale arbeidsplassene som er besatt med yrkesaktive som er bosatt i Siggerud. Vurderingene ovenfor skulle tyde på at ingen er det, men her kan det ligge en feil i at noen Siggerud folk benytter bil på jobben selv om de arbeider lokalt i tettstedet. Det viktige er imidlertid netto tallene som gir følgende regnestykke:

Antall yrkesaktive i Siggerud : 802 personer

Antall lokale arbeidsplasser i Siggerud: 94 "

Netto ut av Siggerud på arbeid : 708 personer

Hensikten med disse beregningene er å eventuelt korrigere de spesifikke forurensnings-produksjonstallene for unormale forhold som høy utpendling etc.

Følgende momenter vil spille en rolle for forurensningsproduksjonen i feltet.

1. Yrkesaktivitet - fravær på hverdager
2. Fravær på fritiden
3. Besøk og sykdomsforhold
4. Sanitærtekniske installasjoner og bruken av disse
5. Aldersforhold.

Det er imidlertid ikke foretatt innsamling av opplysninger under pkt. 2 fravær på fritiden, pkt. 3 besøk og sykdomsforhold, slik som ved Sydskogen undersøkelsen (6). Dette er imidlertid forhold som vil være noenlunde felles for alle norske befolkningsgrupper, og på bakgrunn av at Siggerud tettsted er såvidt stort, må det forutsettes at forholdene er normale.

Når fravær skal beregnes, er det nødvendig å foreta en del forutsetninger m.h.t varighet av de ulike aktiviteter. Dette er vurdert bl.a. ut i fra områdets beliggenhet i forhold til tettsteder, skoler og barnehager, og forutsetningene er presentert i tabell 8.

Tabell 8. Gjennomsnittlig timefravær pr. person og døgn basert på 5 dagers uke.

---

Yrkesaktive gjennomsnitt heltid og deltid	8 timer pr yrkesakt. pr døgn
Ungdomskole og vuderegående skoleelver	6 " " skole-elev pr døgn

---

Det er tatt hensyn til eventuelle yrkesreiser. Ved Sydskogen undersøkelsen (6) viste det seg at det var vanlig med 1,95 reisedøgn pr yrkesaktiv pr måned. Omregnet til timer utgjør dette 2,1 time pr yrkesaktiv på arbeidsdøgn, men når den daglige arbeidsreisen trekkes fra dagene man er bortreist, finner man at yrkesreisene utgjør 1,4 timer pr yrkesaktiv pr arbeidsdøgn. Det samme grunnlaget er lagt til grunn i Siggerud.

Fraværstiden må ta hensyn til alderen eller kroppsvekten på de personer som ikke er tilstede, fordi andelen av fysiologisk utskilte stoffer er en funksjon av alderen eller kroppsvekten.

Gjennomsnittsvekten pr personer bosatt i Siggerud for de enkelte alders-trinn og kjønn er beregnet i tabell 9.

Tabell 9. Beregning av gjennomsnittsvekt for personer bosatt i Siggerudgryta og avløpsfeltet for Siggerudtangen pumpestasjon (8), (10).

Alderstrinn	Antall p	Menn Gj.snitt vekt kg/p	Antall kg	Antall p	Kvinner Gj.snitt vekt kg/p	Antall kg	Antall totalt kg	Totalt antall p
0 - 6 år	66	14,5	957	78	14,0	1092	2049	144
7 - 15 år	187	38,1	7124	178	40,7	7245	14369	365
16 - 19 år	56	68,2	3819	52	56,3	2928	6747	108
20 - 24 år	46	72,1	3316	29	57,6	1670	4986	75
25 - 29 år	19	74,8	1412	28	59,4	1663	3084	47
30 - 49 år	264	78,0	20592	283	63,5	17970	38562	547
50 - 59 år	50	78,2	3910	32	67,1	2147	6057	82
60 - 69 år	16	76,2	1219	11	66,1	727	1946	27
70 - 79 år	4	75,0	300	2	65,0	130	430	6
80 og over	1	74,0	74	1	64,0	64	138	2
Sum totalt	709	-	42732	694	-	35636	78368	1403
Gj.snitt vekt for hele feltet		Menn: 60,2 kg/person		Kvinner: 51,3 kg/person		Totalt: 55,8		
Gj.snitt vekt for alle over 16 år								Totalt: 69,3

Beregningen viser at gjennomsnittsvekten for Siggerud er 55,8 kg pr person totalt og 69,3 kg for personer over 16 år.

Resultatet av beregningene for netto timefravær med og uten korrigeringsfaktor for kroppsvekt er vist i tabell 10.

Tabell 10. Beregning av netto timefravær på hverdager i Siggerud tettsted høsten 1982.

Aktivitet	Antall personer	Tilsted/fravær ant. timer pr person	Antall timer pr. hverdag	Gruppens gj.snittsvekt (10)	Vektfaktor gr.vekt/feltets gj. snittsvekt	Antall timer korrigert for vektfaktor
Yrkesaktive daglig ut	802	8	+ 6416	69,3	69,3/55,8=1,24	+ 7956
Yrkes reiser	802	1,4	+ 1122	69,3	69,3/55,8=1,24	+ 1391
Barneskole elever inn	40	4	- 160	32	32/55,8=0,57	- 91
Skole-elever ut Ungdomskole	205 + 11	6	+ 1296	52,5	52,5/55,8=0,94	+ 1218
Skole-elever ut videregående	68	6	+ 408	62	62/55,8=1,11	453
Sum hele feltet	-	-	9082	-	-	10927

Timefraværet må ses i forhold til antall våkne timer i døgnet, fordi det normalt er den tiden forurensingsproduksjonen fra boligene finner sted. Antall våkne timer settes til 16 timer pr døgn.

Beregning av prosentvis fravær i forhold til antall våkne persontimer er vist i tabell 11.

Beregningene i første linje gjelder arbeidsdagen. Undersøkelsen i Siggerud gjør imidlertid bruk av ukeblandprøver hvor lørdag og søndag inngår. Sydsbogenundersøkelsen (6) viste høyere forurensningsproduksjon i helgene som skyldes høyere tilstedeværelse med økt aktivitet. Tilstedeværelsen i helgene er imidlertid svært væravhengig. Hvis vi opererer med et gjennomsnittlig fravær for lørdag og søndag som i Sydsbogen på 20 %, kan det beregnes en ny linje i tabell 11 som vil gjelde for hele uken.

Tabell 11. Beregning av prosentvis fravær i forhold til våkne timer i Siggerud tettsted totalt (grunnkrets 105, 107 og 108).

Type dager	Antall personer	Antall våkne timer pr person	Antall våkne timer pr døgn	Fravær ukorrigert for vekt pr døgn		Fravær korrigert for vekt pr døgn	
				Antall timer	%	Antall timer	%
Basert på arbeidsdøgn	1514	16	24 224	9 082	37,5	10 927	45,1
Basert på hele uken med et antatt fravær på 20 % i helgen	1514	16	24 224	7 871	32,5	9 189	37,9

Resultatene viser at fraværsforholdene ukorrigert for kroppsvekt er 37,5 % på arbeidsdagen og 32,5 % i gjennomsnitt for hele uken som er svært lik fraværsforholdene i Sydsbogen undersøkelsen. Derimot er fraværsprosenten når det korrigeres for kroppsvekt, 45,1 % for arbeidsdager og 37,9 % for hele uken, som er lavere enn ved Sydsbogen undersøkelsen. I Sydsbogen undersøkelsen ble 45 % benyttet som tilsvarende 37,9 % tallet i Siggerud. Avviket skyldes at kroppsvekt korreksjoner slår mindre ut i Siggerud fordi gjennomsnittsalderen på befolkningen er høyere og dermed også gjennomsnittsvekten.



## 4.2 Vannforbruket i Siggerud

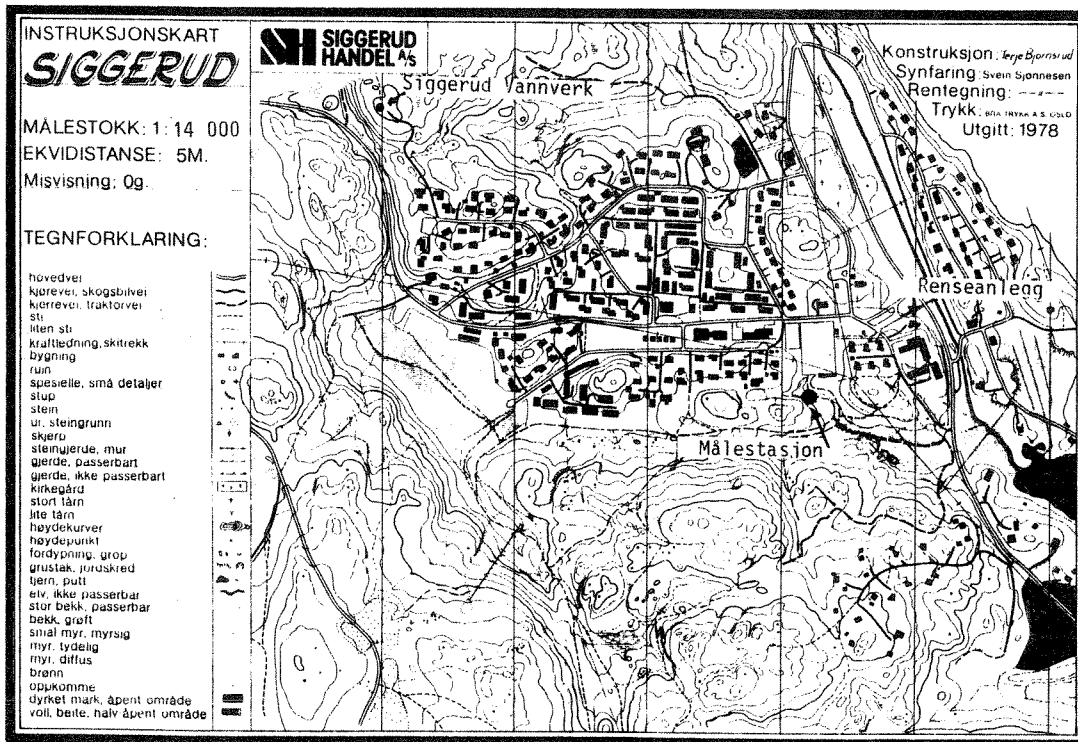
### 4.2.1 Generelt

Vannforbruksmålingene i Siggerudundersøkelsen er presentert sammen med vannforbruksmålingene fra Sydsbogen undersøkelsen (6) og Nesodden undersøkelsen (5) i delrapport nr. 2. Bakgrunnen for det var for det første å samle vannforbruksdata målt fra de 3 forskjellige feltene på ett sted for å se hvordan forskjellige lekkasjeforhold slår ut. For det andre var det ønskelig å vurdere om disse målingene kunne gi grunnlag for en alternativ måte å beregne tilføringsgrad av spillvann.

De mest sentrale forhold vedrørende vannforbruket i Siggerud blir beskrevet her.

### 4.2.2 Målestasjoner for vannforbruk

En av forutsetningene for å gjennomføre fosfortap-undersøkelsen i Siggerud, var de gode mulighetene for å kontrollere vannforbruket i Siggerud. Vannverket er lokalisert nordvest for tettstedet slik figur 2 viser.



Figur 2. Siggerud tettsted med vannverk.

Vannverket benytter grunnvann boret i fjell som vannkilde. Fem lokale borebrønner spredt rundt i nordvestre område pumper vann sentralt inn til høydebassenget, som er inntegnet på kartet i figur 2. Fra høydebassenget fordeles vannet med gravitasjon til forsyningsnettet i Siggerud og Siggerudtangen på andre siden av Langenvassdraget, som går langs riksveien, øst for Siggerud gryta.

Vannmåleren på hovedvannverket er en elektromagnetisk måler av typen REMAG MAGNETO-FLOW, type DFG 100 k. Måleren kan innstilles på forskjellige måleområder, men kjøres for tiden på ett område fra 0 - 60 m<sup>3</sup>/h. Denne måleren skiller seg fra turbinmålerne, benyttet i Sydskogen og Buhrestua, ved at den gir et 0 - 20 mA signal. Det var derfor nødvendig å installere en analog/frekvensomformer på skalaen 1 : 1 for å gjøre bruk av trykkende teller. Den trykkende telleren ble installert den 4. mai 1982 og virker slik at hver puls som telles representerer 10 l ut fra måleren.

#### 4.2.3 Registrering av vannforbruk

Vannforbruket ved hovedvannverket er registrert automatisk ved hjelp av den spesielle trykkende telleren som er nærmere beskrevet i delrapport nr. 2. Dette hjelpemiddelet har gjort det mulig å studere vannforbruket over et lengre tidsrom enn perioden da hovedundersøkelsen ble gjennomført.

I tillegg til de automatiske målingene ved hovedvannverket ble det i undersøkelsesperioden foretatt manuelle avlesninger av vannforbruket i Siggerudtangen. All kommunal vannforsyning på østsiden av Langenvassdraget avleses i en egen vannmåler av typen Spanner Pollux lokalisert i en kum ved kloakkrensaneanlegget på hovedvannforsyningsledningen til Siggerudtangen.

Det foreligger målinger av vannforbruket ut fra Siggerud vannverk fra 4. mai 1982 og opp til dags dato (juni -83) fordi det fortsatt pågår målinger. Ikke alle data er bearbeidet, og bearbeidingene har skjedd i perioder. Tabell 12 viser en oversikt over tilgjengelige vannforbruksmålinger på Siggerud vannverk.

Tabell 12. Oversikt over perioder med vannforbruksmålinger ved Siggerud vannverk.

Nr.	Periode Tidsrom	Antall dager	Registrerings- intervall for vannmengdemåling	Antall vann- mengde regis- treringer
1	Fra 4. mai 1982 Til 8. juni 1982	36	Hver time	839
2	Fra 9. juni 1982 Til 1. juli 1982	23	Hvert døgn	23
3	Fra 2. juli 1982 Til 23. juli 1982	22	Hver time	506
4	Fra 24. juli 1982 Til 24. aug. 1982	31	Hvert døgn	528
5	Fra 24. aug. 1982 Til 15. sept. 1982	22	Hver time	528
6	Fra 16. sept. 1982 Til 1. nov. 1982	47	Hvert døgn	47
7	Fra 1. nov. 1982 Til 10. nov. 1982	9	Hver time	216
8	Fra 1. nov. 1982 Til: Pågår	-	Døgnregistrer.	-

Ski kommune har fra før lagt stor vekt på å skaffe oversikt over sitt vannforbruk, og har satset betydelig på lekkasjesøkning. Blant annet har de investert i en sentral i Ski sentrum for automatisk innsamling og registrering av vannforbruk på strategiske punkter rundt om i kommunen, inklusive Siggerud. I hele perioden mens Siggerud-undersøkelsen har pågått, er det via telefonnettet overført data om vannforbruket ved Siggerud vannverk til kommunens data-sentral i Ski-byen.

Men allerede før våre lokale registreringer ved Siggerud vannverk, oppdaget Skaret ved A/S Hjellnes, i forbindelse med bearbeiding av de eksisterende vannforbruksdata, at registreringene virket merkelige. Det ble klarlagt at en lokal grunnvannsbrønn ved Siggerud skole pumpet vann kontinuerlig inn på forsyningsnettet. Dette vannet gikk ikke via hovedvannmåleren, men ble målt i egen måler direkte inn på nettet. For å

kunne måle nattforbruk ved hovedmålestasjonen, var det derfor helt påkrevet å stanse den lokale vannforsyningen. Dette ble gjort samme dag (4. mai 1982) som våre lokale registreringer på Siggerud ble igangsatt. Dette medførte at man ikke lenger registrerte 0 m<sup>3</sup>/h vannforbruk ved kommunens sentral i Ski-byen.

Det er foretatt vannforbruksmålinger fra Siggerud vannverk i perioden fra 4. mai 1982 og frem til idag (juni 1983). Fra august til november 1982, ble det foretatt en sammenlikning av vannforbruket, som ble registrert i vår lokale trykkende teller og kommunens sentral nede i Ski-byen. Det viste seg at kommunen registrerte bare ca 55 % av det forbruket som den trykkende telleren viste. Data kommer fra samme vannmåler, og feilen i kommunens system viste seg å være knyttet til overføringssystemet mellom Ski vannverk og Ski-byen. Etter at feilen ble rettet, i november 1982, viser en undersøkelse, fra 4. januar til 11. januar 1983, at driftsavdelingen i Ski kommune, har bedre overensstemmelse med den trykkende telleren. Resultatene av disse målingene er vist i delrapport nr. 2 (7).

#### 4.2.4 Timeregistrert vannforbruk i Siggerud

Delrapport 2 (7) gir også et inntrykk av hvordan vannforbruket fordeler seg over døgnet og det er presentert noen grafiske fremstillinger som viser vannforbruket fra time til time i noen typiske døgn. En nærmere analyse av dette vil fortelle hvilke aktiviteter som pågår i Siggerud og hvilke vannmengder de krever.

#### 4.2.5 Døgnregistrert vannforbruk

Alle registreringene av døgnforbruket ved Siggerud vannverk i perioden fra 4. mai 1982 til og med uke 44, 3. november 1982 altså etter at hovedundersøkelsen er avsluttet, er presentert i delrapport nr. 2 (7). Målingene av nattforbruket som er uttrykk for lekkasjevannmengden er også fremstilt i rapporten. Resultatene viser at vannforbruket varierer mye i sommerhalvåret, men at vannforbruket blir meget stabilt utover høsten. Nedbørforholdene er presentert i vedlegg 2. Det er vanskelig å se noen direkte sammenheng mellom øket vannforbruk til hagevanning og tørre dager. Dette skyldes sannsynligvis at det har vært hagevannings-restriksjoner i Siggerud.

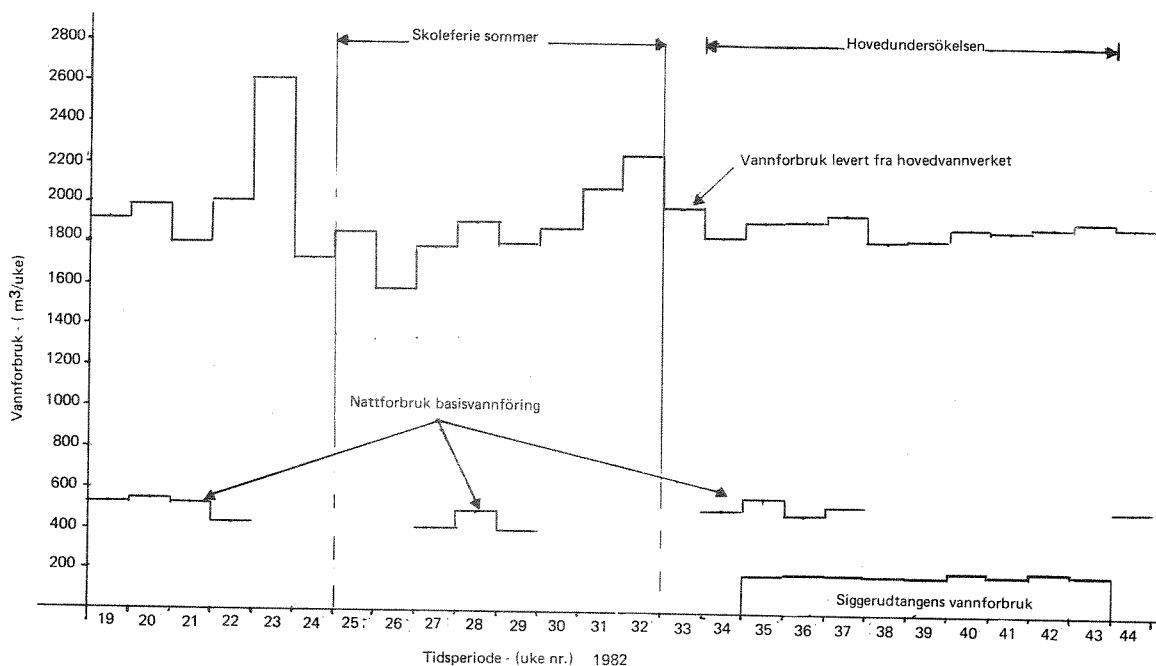
Det er vanskelig å si om det stabile vannforbruket som inntreer i uke 33 i 1982, og som faller sammen med at hovedundersøkelsen i Siggerud tar til, skyldes skoleferiens slutt eller at nedbørsmengdene øker tilfeldigvis fra dette tidspunkt. Det vesentlig mer stabile vannforbruket fra uke 33 og utover gjør det i allefall enklere å benytte vannforbruket som en viktig faktor i forurensningsvurderingene.

Det man kan si om de døgnregistrerte vannforbrukene i perioden før uke 33 i 1982, er at de laveste forbrukene nesten uten unntak finner sted på fredag, lørdag og søndag med laveste registreringer på lørdagene. Vannforbruket er vesentlig høyere midt i uken. 17. og 18. mai utgjør et unntak ved et meget lavt forbruk på den 17. mai og et tilsvarende høyt forbruk på den 18. mai. For øvrig er vannforbruket ellers påvirket av spesielle episoder som inntreffer på vannledningsnettet. For en nærmere analyse av spesifikke vannforbruk etc. synes det riktig å legge perioden for hovedundersøkelsen uke 33 1982 til uke 43 til grunn også fordi vannforbruket her har vært spesielt stabilt.

#### 4.2.6 Uke registrert vannforbruk

Hovedundersøkelsen i Siggerud ble basert på ukeblandprøver. Det er derfor interessant å studere vannforbruket i Siggerud utfra ukeregistreringer. Resultatene av vannforbruket ved hovedvannverket og i Siggerudtangen er vist i tabell 13. Ukevannforbruket er grafisk fremstilt i figur 13. Resultatene viser at vannforbruket har variert endel før og under sommerferien som påvist i forrige avsnitt. Utover høsten har variasjonene i det ukentlige vannforbruket vært mer stabilt.

Nedbørsdata er bearbeidet og vist i vedlegg 2 og resultatene er angitt i tabell 13. Resultatene viser at gjennomsnittlig vannforbruk levert fra Siggerud vannverk inklusiv lekkasjer i perioden uke 19 til og med uke 44 i 1982 har vært  $1927,7 \text{ m}^3/\text{uke}$ . Tilsvarende vannforbruk i perioden uke 33 til og med uke 44 samme år har vært  $1903,0 \text{ m}^3/\text{uke}$  med et standard avvik på  $52,1 \text{ m}^3/\text{uke}$  som utgjør 2,7 % av gjennomsnittet.



Figur 3. Ukentlig registrert vannforbruk levert fra Siggerud vannverk, nattforbruk og vannmengder levert til Siggerutangen.

Nattforbruket har mellom uke 19 og 44 vært  $498 \text{ m}^3/\text{uke}$  og  $522 \text{ m}^3/\text{uke}$  i perioden mellom uke 33 og 44. Dette utgjør 26,2 % vannlekkasje i perioden uke 19 til uke 44 og 26,9 % i perioden uke 33 til uke 44.

Tabell 13. Ukentlig registrering av vannforbruk på hovedvannverket i Siggerud og vannforsyning til Siggerudtangen i perioden fra 10.5.82 uke 19 til og med 7.11.82 uke 44.

Tidspunkt Dato		1982 uke nr	Vannforbruk levert fra Siggerud r. $\text{m}^3/\text{uke}$	Nattforbruk basisvannfør- ing gj.snitt $\text{m}^3/\text{uke}$	Ukentlig lekkasje %	Vannleveranse tid Siggerud- tangen $\text{m}^3/\text{uke}$	Nedbør gj.snitt As-Nor- strand-Østmarka $\text{mm}/\text{uke}$
Fra og med	Til og med						
10.5	16.5	19	1926,6	523,6	27,2		6,9
17.5	23.5	20	1993,4	553,9	27,8		19,3
24.5	30.5	21	1803,5	549,6	30,5		28,5
31.5	6.6	22	2041,9	438,0	21,5		2,7
7.6	13.6	23	2602,7	-	-		3,3
14.6	20.6	24	1731,3	-	-		2,9
21.6	27.6	25	1860,6	-	-		30,4
28.6	4.7	26	1582,3	-	-		21,9
5.7	11.7	27	1793,1	419,3	23,4		0,3
12.7	18.7	28	1916,4	484,1	25,3		27,0
19.7	25.7	29	1810,3	400,2	22,1		0
26.7	1.8	30	1888,3	-	-		0
2.8	8.8	31	2086,9	-	-		0
9.8	15.8	32	2247,9	-	-		10,1
16.8	22.8	33	1998,3	-	-		31,6
23.8	29.8	34	1852,1	512,7	27,7		30,0
30.8	5.9	35	1930,3	575,2	29,8	188	27,9
6.9	12.9	36	1870,9	480,7	25,7	197	14,2
13.9	19.9	37	1975,3	527,5	26,7	198	3,1
20.9	26.9	38	1817,1	-	-	189	47,8
27.9	3.10	39	1855,4	-	-	183	32,1
4.10	10.10	40	1908,4	-	-	205	6,9
11.10	17.10	41	1884,6	-	-	193	19,2
18.10	24.10	42	1901,4	-	-	205	20,9
25.10	31.10	43	1938,2	-	-	202	16,5
1.11	7.11	44	1904,5	517,4	27,2		
Gj. snitt uke 19 - 44			1927,7	498,5	26,2		16,1
Gj. snitt uke 33 - 44			1903,0	522,4	26,9	195,5	22,7

Beregning av vannlekkasjeforhold bør skje på grunnlag av vannmengden målt over en periode en uke. Nattforbruket og følgelig lekkasjevannmengden vil stort sett være relativt konstant, mens vannforbruket vil variere. Resultatene i tabell 13 viser at beregnet lekkasje prosent er lavere i uker med høyt vannforbruk og høy i uker med lavt vannforbruk. Det kan derfor være riktig å finne andre metoder å fremstille lekkasjevannmengde på.

Vannleveransen til Siggerudtangen feltet viser et gjennomsnittlig vannforbruk på 195,5 m<sup>3</sup>/uke altså 10,3 % av total leveransen fra Siggerudtangen.

#### 4.2.7 Spesifikt vannforbruk i Siggerud

På grunnlag av det vannforbruket som registreres ved Siggerud vannverk og den bosatte befolkning i Siggerud som betjenes (se tabell 1) er det beregnet spesifikke tall som vist i tabell 14.

Tabell 14. Oversikt over spesifikt vannforbruk i Siggerud.

Målested	Tidsperiode 1982	Antall bosatt befolkning p	Antall boliger b	Totalt gj.snitt vannforbruk		Nattforbruk lekkasjeforhold			Vannforbruk til erverv og bedrifter	
				m <sup>3</sup> /uke	l/pd	m <sup>3</sup> /uke	lekkasje %	l/pd	m <sup>3</sup> /uke	l/pd
Lever fra Siggerud vannverk	uke 19 til og med uke 44	1403	378	1927,7	196	498,5	26,5	51	154	16
Lever fra Siggerud vannverk	uke 33 til og med uke 44	1403	378	1903,3	194	522,4	26,9	53	154	16
Lever til Siggerudtangen	uke 35 til og med uke 43	173	50	195,5	161	-	-	-	2	17

Det totale vannforbruk levert fra hovedvannverket er 196 l/pd for hele perioden uke 19 til uke 44. For høstens hovedundersøkelse har tilsvarende tall vært 194 l/pd. Lekkasjeprosenter har vært på 26 % som tilsvarer en spesifikk lekkasje på 53 l/pd i hovedundersøkelsen.

På grunnlag av opplysningene i tabell 14 kan det settes opp følgende spesifikke tall for Siggerud vannverk som presentert i nedenforstående tabell 15.

Tabell 15. Spesifikke tall for Siggerud vannverk.

		Sommerhalvåret uke 19 (mai 83) til uke 44 (nov 83) 1/p·d	Hovedundersøkelsen uke 33 (aug.83) uke 43 (nov.83) 1/p·d
Totalt vannforbruk levert fra hoved- vannverket	+	196	194
Nattforbruk/lekk- asjevann	-	51	53
Netto ekte forbruk tilhusholdning og erverv	=	145	141
Vannforbruk levert til lokale bedrif- ter, skoler etc.	-	16	16
Netto levert til husholdning	=	129	125
Vannforbruk til husholdning ved 100 % tilstede- værelse		143	138

Disse vannforbrukstallene er svært like med det vi fant ved Sydsbogen undersøkelsen. Fraværsprosenten i begge områder er beregnet til 37 % på vannforbruk (korrigeres ikke for kroppsvekt). Persontettheten i boligene er noe høyere i Siggerud, 3,71 mot 3,26 på Sydsbogen. Dette tyder på at det spesifikke vannforbruket skal være litt lavere i Siggerud enn i Sydsbogen (kfr. Delrapport 1 figur 10). Dette synes også å stemme bra hvis vi legger hovedundersøkelsen til grunn fordi det i denne perioden har vært lite hagevanning og Sydsbogenundersøkelsen er en vinterundersøkelse.

#### 4.3 Forurensningstilførsler til Siggerud renseanlegg

##### 4.3.1 Oppsamlingssystemet for spillvann

Alle boliger i Siggerud som har "kommunal tilknytning til offentlig ledning", renses spillvannet (kloakken) sitt i Siggerud renseanlegg



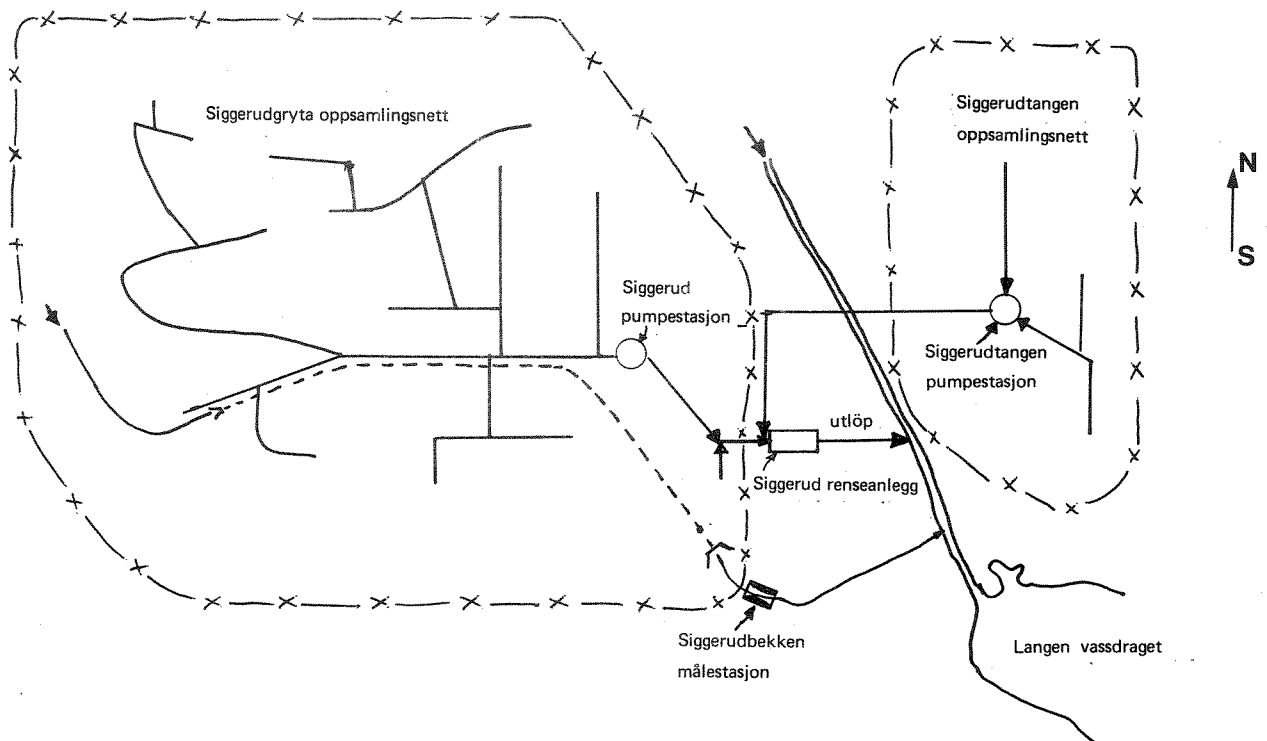
under forutsetning av at vannet kommer frem. Oppsamlingsnettene er bygd opp slik det fremgår av figur 4. Renseanlegget mottar spillvann fra tre grener. Siggerud pumpestasjon tar mesteparten fra Siggerudgryta og trykkledningen munn ut i en 80 meter lang ledning frem til renseanlegget. Spillvannet fra Siggerud skole som utgjør resten innenfor Siggerudgryta, tas inn på den korte selvfølgelig. Spillvannet fra Siggerudtangen oppsamlingsnett lokalisert på østsiden av Langenvassdraget pumpes direkte inn i renseanlegget via Siggerudtangen pumpestasjon. Ved renseanleggets innløp er de tre delstrømmene blandet. Siggerud pumpestasjon går mer eller mindre kontinuerlig, mens Siggerudtangen pumpestasjon slår hyppig inn og lager støtbelastning.

Vannmålerrenne for innløpsvannet ligger inne i anlegget mellom biologisk og kjemisk rensetrinn. Ledningssystemene i Siggerud er oppbygd etter konvensjonelt norsk separatsystem (OVK normen) med overvannsledning i bunnen av grøftene.

Imidlertid ligger overvannsledningene i Siggerudgryta på de nedre partiene mot Siggerudbekken høyere enn spillvannsledningen (svensk system) fordi bekken og bekkelukningen ligger relativt grunt. Dette forholdet fører til at sjansene for at spillvann trenger over i bekkesystemet er mindre på de nedre partiene mot Siggerud pumpestasjon, mens faren for at fremmedvann trenger inn i oppsamlingsystemet for spillvann, er tilsvarende større.

Hovedproblemet i Siggerud er imidlertid at Siggerud pumpestasjon i perioder med mye nedbør ikke klarer å pumpe unna innkommende avløpsvann slik at avløpsvannet stuver opp i lavtliggende kjellere. Det har vært antatt at store fortynnende fremmedvannsmengder har trengt inn på oppsamlingsnettene.

På denne bakgrunn har Siggerud kommune engasjert konsulentfirma A/S Hjellnes for å utarbeide et forprosjekt for å skaffe grunnlag for sanning og rehabiliteringsplaner i Siggerud tettsted. Siktemålet har



Figur 4. Skjematisk oversikt over oppsamlingsnett, pumpestasjon i renseanlegget og overflatevannsystem i Siggerud.

vært å få fremmedvann ut av oppsamlingsnett. Spørsmålet om å unngå tap av spillvann til resipientene er tillagt liten vekt i konsulentoppdraget.

#### 4.3.2 Målestasjon for forurensningstilførsler til renseanlegget

Vannføringsmålingene for spillvannet inn i renseanlegget måles i et Thomsen-overløp som er lokalisert mellom biologisk og kjemisk rensetrinn. Nivået registreres ved hjelp av ekkolydprinsippet og vannføringen overføres både til skrive- og telleverk. Vannmengdene som passerer måleprofilen er identiske med spillvannsmengdene inn i renseanlegget altså summen av spillvannsbelastningen fra Siggerud - og Siggerudtangen pumpestasjon.

Opprinnelig var planen å anvende Siggerud pumpestasjon som vannmålersystem etter samme prinsipp som i Sydsbogenundersøkelsen, men mulighetene for dette var ikke tilstede, både fordi pumpekapasiteten var så liten at stasjonen sjelden stanser, og fordi infiltrasjonen antagelig var for stor.

Alternativet for å oppnå spillvannsbelastningen fra Siggerudgryta er å måle totalbelastningen inn til renseanlegget og belastningen for Siggerudtangen pumpestasjon. Differansen mellom de to belastningene gir spillvannsbelastningen fra Siggerudgryta som danner utgangspunkt for spillvannstapet til Siggerud bekken.

Måling av spillvannsbelastningen fra Siggerudtangen pumpestasjon krever at både egen vannmålerstasjon og egen prøvetaker installeres. Siggerudtangen pumpestasjon er prefabrikert og er av samme fabrikat som Sydskogen pumpestasjon. Det var derfor nærliggende å anvende samme prinsipp som ved Sydskogen med satsteller for hver utpumping og automatisk prøvetaker styrt proporsjonalt etter pumpepulser.

Det viste seg imidlertid at oppsamlingsnettet for Siggerudtangen pumpestasjon var av en helt annen kvalitet enn nettet på Sydskogen. Under nedbør økte vannføringen drastisk og maksimumnivået i pumpestasjonen var ikke konstant. Ved et tilfelle gikk det så mye vann i overløp at flottørene som styrer pumpen, fulgte med strømmen og la seg i utløpet. Dette skyldes nok også det faktum at differansen mellom maksimum og minimum nivået i pumpestasjonene var innstilt alt for lite, nemlig 13 cm.

Konklusjonen for målingene i Siggerudtangen pumpestasjon er at vannføringen best bestemmes ut fra pumpenes gangtid som også ble registrert parallelt med strømforbruk.

#### 4.3.3 Vannføringsmålinger, forureningskonsentrasjoner og forureningsmengden til Siggerud renseanlegg og Siggerudtangen pumpestasjon

Resultatet fra ukentlige vannmengdemålinger, spillvannskonsentrasjoner i ukeblandprøver og beregnet spillvannsbelastning for renseanlegget totalt og fra Siggerudtangen pumpestasjon er vist i tabell 16.

#### Spillvannsbelastning

Målt spillvannsmengde pr uke som kommer frem til renseanlegget og fra Siggerudtangen pumpestasjon er presentert i figur 5 sammen med ukentlig

nedbør. Vannføringen øker når nedbørsmengdene øker, men det virker som det tar litt tid etter de 3 ukene uten nedbør. Det tyder på stor infiltrasjon av nedbør etter tørken og følgelig lav avrenningskoeffisient.

Tabell 16. Oversikt over vannmengder og forurensningsbelastning fra Siggerudtangen pumpestasjon og til Siggerud ca. totalt.

Tidsrom 1982		Nedbør mm/uke	Til Siggerud renseanlegg totalt								Fra Siggerudtangen pumpestasjon					
Dato Fra - Til	uke nr		Vann- mengde m <sup>3</sup> /uke	Fosfor		Nitrogen		KOF		Vann- mengde m <sup>3</sup> /uke	Fosfor		Nitrogen		KOF	
				mgP/l	kgP/uke	mgN/l	kgN/uke	mgO/l	kgO/uke		mgP/l	kgP/uke	mgN/l	kgO/uke	mgO/l	kgO/uke
23.8 - 30.8	34	30,0	1389 <sup>1</sup> (1620) <sup>2</sup>	8,6 <sup>1</sup>	13,9 <sup>2</sup>	37,6 <sup>1</sup>	60,9 <sup>2</sup>	270 <sup>1</sup>	438 <sup>2</sup>	249 <sup>1</sup> (290) <sup>2</sup>	8,3 <sup>1</sup>	2,41 <sup>2</sup>	38,8 <sup>1</sup>	11,3 <sup>2</sup>	260 <sup>1</sup>	75,5 <sup>2</sup>
30.8 - 6.9	35	27,9	2352	8,6	20,2	NH <sub>3</sub>		310	729	451	6,1	2,75	-	-	170	76,7
6.9 - 13.9	36	14,2	2177	8,4	18,3	33,2	72,3	230	500	418	6,6	2,76	30,4	12,7	140	58,5
13.9 - 20.9	37	3,1	1847	8,6	15,9	39,2	72,4	330	609	357	8,0	2,85	35,6	12,7	220	78,5
20.9 - 27.9	38	47,8	3096	3,2	9,91	6,4	19,8	80	247	1581	-	-	-	-	-	-
27.9 - 4.10	39	32,1	3065	4,5	13,8	10,4	31,8	110	337	1964	2,0	3,93	11,2	22,0	47	92,3
4.10 - 11.10	40	6,9	2345	7,5	17,6	26,4	61,9	280	657	801	3,4	2,72	14,6	11,7	60	48,0
11.10 - 18.10	41	19,2	2487	6,5	16,2	18,0	44,7	240	596	968	3,1	3,00	10,6	10,2	60	58,0
18.10 - 25.10	42	20,9	2608	5,2	13,6	15,2	39,6	100	261	1536	1,9	2,92	9,5	14,6	44	67,5
Gjennomsnitt			2399	6,21	15,5	23,3	50,4	217	486	930	4,93	2,91	21,5	11,8	125	69,4

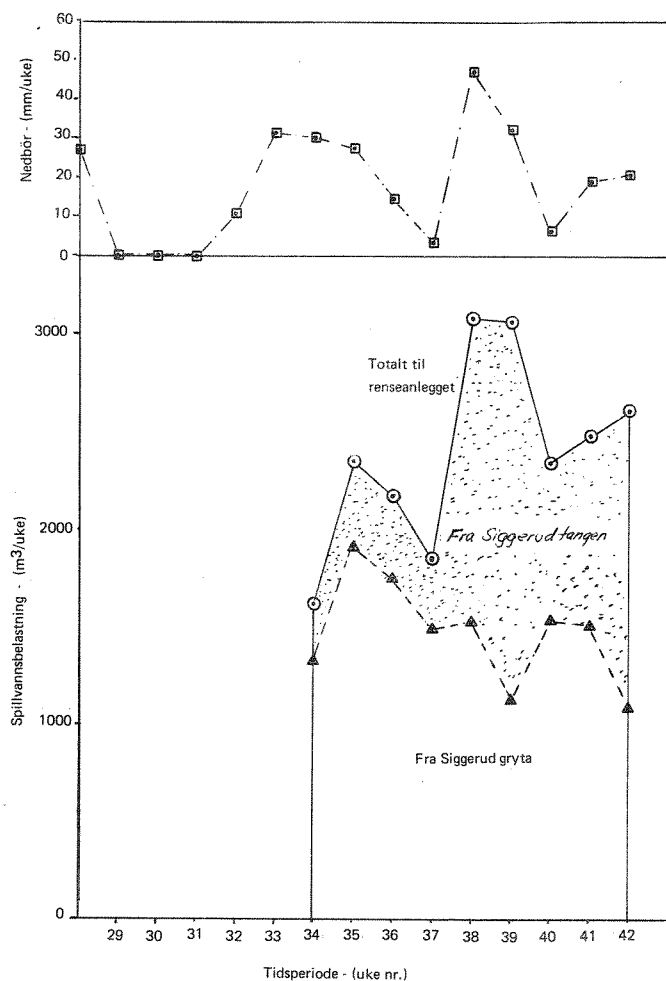
<sup>1</sup> Basert på måling fra tirsdag til mandag 6 dager.

<sup>2</sup> Omregnet til 7 dagers uke.

Fra uke 35 etter metning i jordsmonnet synes spillvannsmengdene å svinge i takt med nedbørsmengdene. Imidlertid synes spillvannsmengden fra Siggerudtangen langt mer påvirket av nedbør enn vannføringen totalt. Spillvannsmengdene fra Siggerudtangen utgjør en stor del av renseanlegget særlig når det regner mye. Den prosentvise andelen er beregnet til 17,9 % som laveste andel og 64,1 % som høyeste. Det tilsvarende forholdet mellom bosatt befolkning i de to områdene er:

$$\frac{173 \text{ personer}}{1403 \text{ "}} \times 100 \% = 12,3 \%$$

Dette tyder på stort inntak av fremmedvann i Siggerudtangen når det regner. Det er sannsynligvis åpen forbindelse mellom oppsamlingsnett for spillvann og enten bekkeinntak, grøft eller sluk, for det ble observert frosk i pumpe-sumpen ved Siggerud da instrumentene ble montert!



Figur 5. Spillvannsmengder til Siggerud rensanlegg og fra Siggerudtangen og nedbør i undersøkelsesperioden.

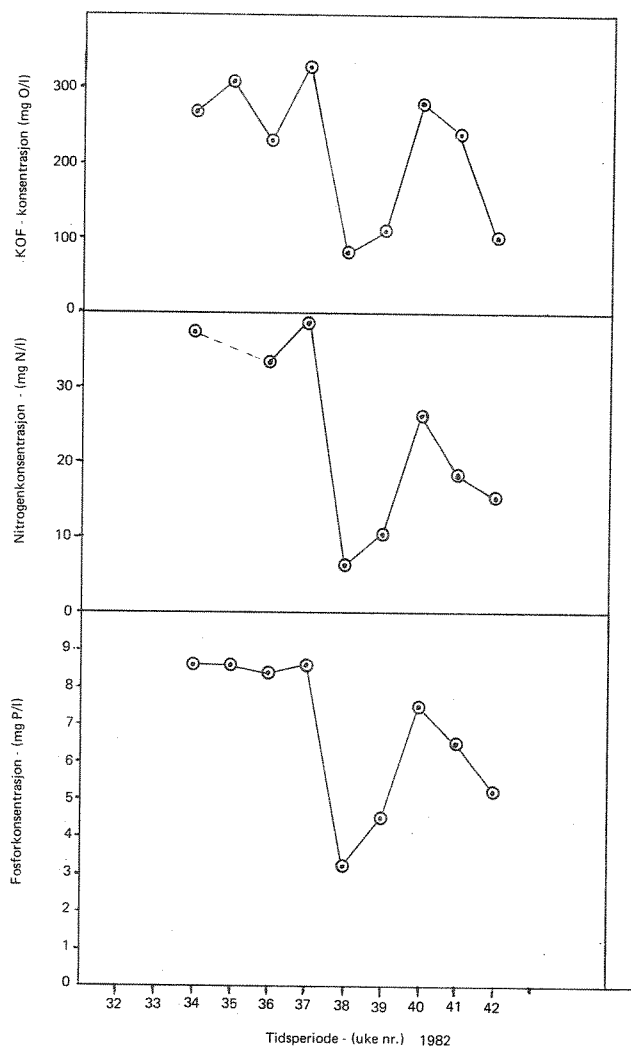
Spillvannsbelastningen fra Siggerudgryta viser en mer stabil tendens enn fra Siggerudtangen. Dette er naturlig fordi pumpestasjonen i Siggerudgryta arbeider mer eller mindre kontinuerlig og er således i nærheten av sin kapasitetsgrense.

Gjennomsnittlige spillvannsbelastninger for uke 34 til og med uke 42 har vært  $2\,399\text{ m}^3/\text{uke}$  for hele rensanlegget som gir en spesifikk avløpsvannmengde på 244 liter/pd. For Siggerudtangen har tilsvarende avløp vært  $930\text{ m}^3/\text{uke}$  som gir 768 l/pd. Dette viser at infiltrasjonen er spesielt stor fra Siggerudtangen.

#### Spillvannskonsentrasjoner

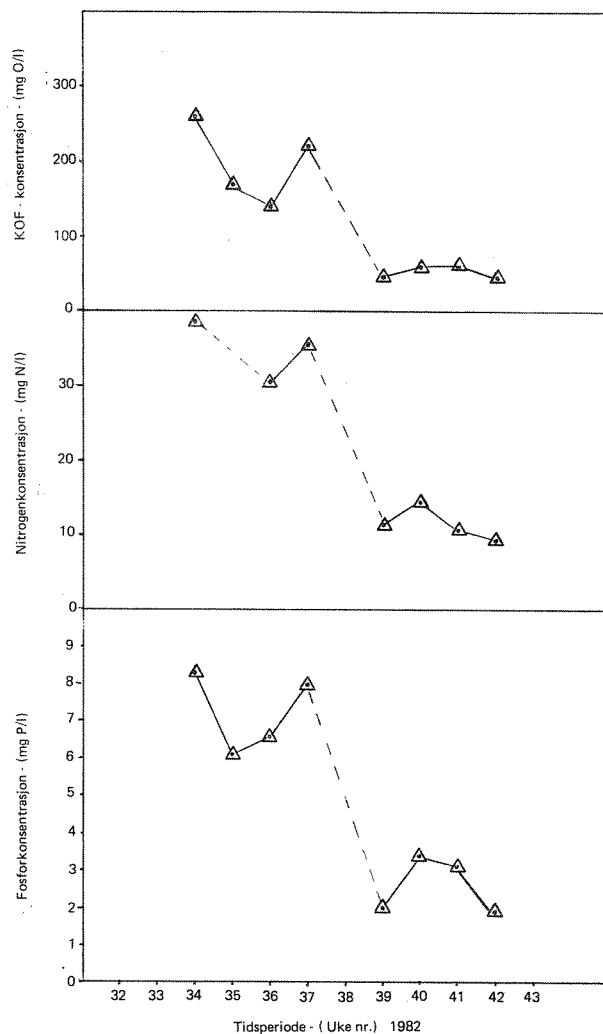
Spillvannskonsentrasjonene i innløpsvannet til rensanlegget og i pumpestampen i Siggerudtangen er også presentert i tabell 16. Begge steder

tas spillvannsprøvene ved hjelp av automatiske prøvetakere. Resultatene er grafisk fremstilt i figur 6 for renseanlegget og i figur 7 for Siggerudtangen pumpestasjon. De tre parametrene total fosfor, total nitrogen og KOF synes å variere i takt avhengig av fortynnende vannmengder. Analyseresultatene blir derfor også et uttrykk for påliteligheten i vannføringsmålingene og hver av de tre kjemiske analyseparametrene.



Figur 6. Spillvannskonsentrasjoner i ukeblandprøver ved Siggerud renseanleggs innløp høsten 1982.

Alle synes å være i god overensstemmelse med hverandre. De store vannmengdene som pumpes over fra Siggerudtangen (se figur 5) i siste del av undersøkelsesperioden, stemmer godt med de lave konsentrasjonene i spillvannet fra Siggerudtangen i samme periode.



Figur 7. Spillvannskonsentrasjonen i ukeblandprøver fra Siggerudtangen pumpestasjon høsten 1982.

### Forurensningsmengder

Forurensningsmengdene eller massetransporten er også vist i tabell 16. Resultatene er grafisk fremstilt i figur 8 og viser relativt stabile forurensningsmengder fra Siggerudtangen pumpestasjon på tross av store forskjeller i ukevannføringen som skyldes inntak av fremmedvann. Det oppsto driftsproblemer ved pumpestasjonen i uke 38.

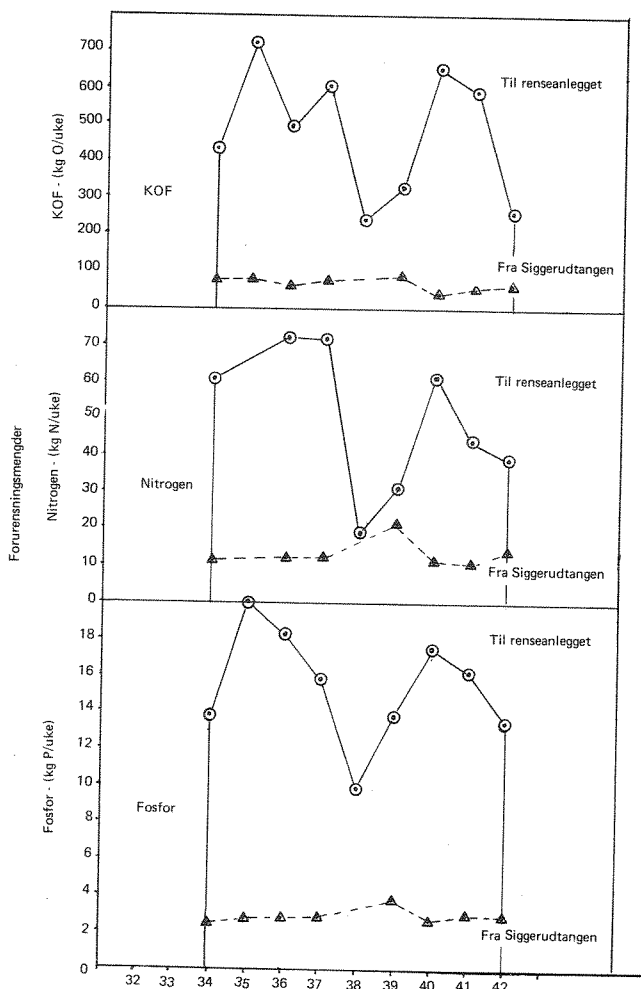
### 4.4 Forurensningstransport i resipienten/bekken

#### 4.4.1 Forurensningskilder og transportårer

Forurensningen i Siggerudbekken, som er Siggerudgrytas eneste overflate-resipient, har tre forurensningskilder:

1. Spillvannstapet fra oppsamlingsnettets i Siggerudgryta.
2. Oppstrøms bakgrunnsforurensning som når bekken før den renner inn i Siggerudgrytas tettsted.
3. Eventuelle overflateforurensninger fra Siggerudgrytas tettsted.

Siggerud rensanlegg er lokalisert utenfor Siggerudgryta og spillvannsproduksjonen innenfor gryta løftes opp i rensanlegget ved hjelp av den eldre Siggerud pumpestasjon. Overløpet og utslippsledningen fra Siggerud rensanlegg ledes direkte til Langenvassdraget og kortslutter således Siggerudgrytas egen resipient. Alle eventuelle spillvannstap fra oppsamlingsnett og nødløp i Siggerudtangen pumpestasjon vil heller ikke påvirke resipienten i Siggerudgryta fordi disse sogner direkte til Langenvassdraget.



Figur 8. Forurensningsmengder fra Siggerudtangen og til Siggerud ra.



Forurensningstransporten i Siggerudgrytas resipientbekk vil derfor være et direkte uttrykk for det netto spillvannstapet som finner sted fra Siggerudgrytas oppsamlingsnett. Imidlertid vil bakgrunnsforurensningene fra skogsområdet oppstrøms komme i tillegg til eventuelle overflateforurensninger fra tettstedet. Disse belastningene kan separeres ved egne målestasjoner og ut fra værforhold.

På den annen side vil sannsynligvis bare en del av spillvannstapet fra oppsamlingsnettet nå frem til bekkeresipienten, litt avhengig av hvordan tapet skjer. Midlertidig og permanent selvrensing i bekkeresipienten kan også forekomme, og det er foretatt enkelte målinger for å klarlegge dette nærmere.

#### 4.4.2 Målestasjon i resipientbekken

Det ble anlagt en målestasjon i bekken som ble driftsklar august 1982. Måleprofilen består av en 6" Parshallrenne bygget i 6 mm stålplater. Rennet er støpt ned i bekken med demninger på siden. Over rennet er det bygget et vinterisolert overbygg med plass for utstyr. Automatisk prøvetaker, kjøleskap og automatisk nivåmåler tilkoblet skriver og telleverk ble montert før undersøkelsen startet.

Vannprøvene fra resipienten tas ved hjelp av automatisk prøvetaker som styres proporsjonalt med vannføringen i bekken som ledes gjennom Parshallrenna. Vannprøven suges ved hjelp av vakuum fra kulpen nedstrøms renna hvor bekevannet er meget godt blandet (god turbulens). Prøvetakerne er av typen Ulma sampler. Vannprøven oppbevares kaldt i kjøleskap og prøven konserveres ikke. Prøvene hentes hver mandag og kjøres direkte til NIVAs laboratorium for analyse.

Vannføringen i bekken overvåkes nøye ved anvendelse av Deber ekkolyd nivåmåler i Parshallrennens flottørkammer. Telleverket for  $m^3$  vannføring som passerer målerennen, leses av hver uke samtidig med at resipientvannets vannprøve avhentes for kvalitetsanalyse .

Massetransporten i bekken må derfor sies å ha vært under meget god kontroll for den perioden som er undersøkt. Resipientens totale forurensningsbelastning er med andre ord nøye overvåket.

Det ble også tatt vannprøver hver time ved hjelp av en automatisk Manningprøvetaker ved målestasjonen for å klarlegge forurensningskonsentrasjonen over døgnet. Dette har betydning for å øremerke kildene og for å klarlegge behovet for blandprøver med automatiske prøvetakere.

I tillegg til å ta vannprøver av resipientvannet ved målestasjonen ble det også tatt vannprøver fra bekken oppstrøms tettstedet og 300 meter nedstrøms målestasjonen. Begge disse stedene ble prøvene tatt som stikkprøver. Prøvene oppstrøms ble tatt for å få et bilde av vannkvaliteten før påvirkning av tettstedet finner sted. Prøvene nedstrøms ble tatt for å få et bilde av selvrensingen i bekken.

#### 4.4.3 Vannføringsmålinger, forurensningskonsentrasjoner og forurensningsmengder fra Siggerudgryta målt i resipientbekken ved hovedmålestasjonen

Resultatene av forurensningsmålingene i resipientbekken som er basert på ukeblandprøver er presentert i tabell 17.

Tabell 17. Vannmengder, konsentrasjoner og forurensningsmengder i resipientbekken målt nedstrøms Siggerudgrytas tettsted.

Tidsrom 1982		Nedbør mm/uke	Vann- mengde m <sup>3</sup> /uke	Utfra Siggerudgryta totalt via resipient					
Dato Fra - Til	uke nr.			Fosfor		Nitrogen		KOF	
				mg P/l	kgP/uke	mgN/l	kgN/uke	mgO/l	kgO/uke
28.8 - 30.8	34	30,0	850	150	0,13	6,3	5,36	31	26,3
30.8 - 6.9	35	27,9	1390	360	0,50	NH <sub>3</sub>	-	24	33,4
6.9 - 13.9	36	14,2	2000	250	0,50	3,3	6,60	24	48,0
13.9 - 20.9	37	3,1	2830	220	0,62	3,0	8,49	21	59,4
20.9 - 27.9	38	47,8	31810	93	2,96	2,0	63,6	24	763
27.9 - 4.10	39	32,1	30010	79	2,37	1,4	42,0	37	1110
4.10 - 11.10	40	6,9	12080	280	3,38	1,0	12,0	32	386
11.10 - 18.10	41	19,2	13480	110	1,48	2,0	26,9	24	232
18.10 - 25.10	42	20,9	27083	54	1,46	1,3	35,2	26	704
Gjennomsnitt			13503	177	1,49	2,54	25,0	27,0	384

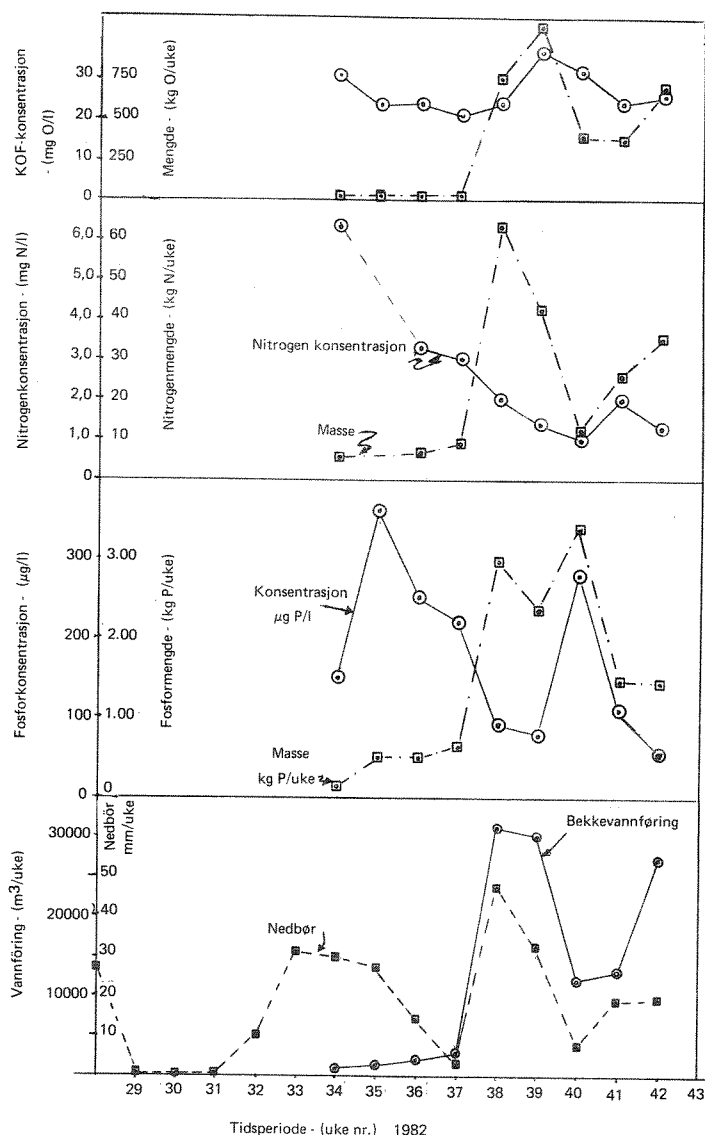
Resultatene er også grafisk fremstilt i figur 9. Bekkevannføringen viser en kraftig variasjon med svært små vannføringer om sommeren på tross av regnvær. Figuren viser at nedbørsukene fra uke 32 til uke 36 etter en tørrperiode gav liten vannføringsøkning i bekken. Først etter

uke 37 med påfølgende nedbør øker vannføringen kraftig og er nærmere 100 ganger høyere enn om sommeren, da bekken i perioder nærmest gikk tørr. Utover høsten svinger vannføringen langt mer i takt med nedbørmengdene. Dette tyder på stor infiltrasjon om sommeren.

Fosforkonsentrasjonen i Siggerudbekken viser karakteristiske svingninger. Med unntagelse av uke 35 synker konsentrasjonen når vannføringen øker og omvendt, men ikke i samme grad. Det går klart frem at fosfortransporten ut av Siggerudgryta øker når vannføringen øker.

Nitrogendata viser stort sett samme tendens, men nitrogenmengden ut av feltet er mer markert knyttet til vannføringstoppen i bekken.

Konsentrasjonene for organisk stoff KOF viser mindre variasjoner og et annet variasjonsmønster enn fosfor og nitrogen konsentrasjonene. Konsentrasjonene øker når vannføringen i bekken øker. Dette slår ut ved at nedbørssituasjonene dominerer massetransporten. Det tyder på at spillvannstap neppe alene bidrar med KOF forurensning ut fra Siggerudgryta.



Figur 9. Oversikt over forurensningstransporten fra Siggerudgryta ut via bekkeresipienten høsten 1982.

#### 4.4.4 Bakgrunnsforurensninger tilført Siggerudbekken fra oppstrøms tettstedet

For å skaffe oversikt over forurensningsbidraget som tilføres bekken ovenfor tettstedet ble det hver uke, mens målingene pågikk tatt prøver av bekkevannet ovenfor de områdene som påvirkes av eventuelle spillvannsutslipp. Etter at endel analyser var tatt, ble dette punktet flyttet ytterligere lenger opp da det forelå mistanke om at det teoretisk sett kunne være mulig at prøvetakingsstedet lå for langt nede. Disse prøvene er tatt manuelt som stikkprøver og resultatene er antatt å være representative for hele uken. Vannføringen er beregnet utfra et relativt forhold sett i sammenheng med hovedmålestasjonen.

Resultatene er vist i tabell 18.

Tabell 18. Forurensningsbidrag i bekken som kommer ovenfor tettstedet.

Tidsrom		Vann- mengde m <sup>3</sup> /uke	Fosfor		Nitrogen		KOF	
Dato Fra - Til	Uke nr.		µg P/l	kg P/uke	mg N/l	kg N/l	mg O/l	kg O/uke
Tatt: 28.8 - 30.8	34	280						
Tatt: 6.9 30.8 - 6.9	35	460	12	0,005	NH <sub>3</sub>		13	6,0
Tatt: 6.9 6.9 - 13.9	36	670	12	0,008	NH <sub>3</sub>		13	8,7
Tatt: 13.9 Tatt: 14.9 (regna) 13.9 - 20.9	37	950	21 26	0,022	0,7 0,7		17 30	22,8
Tatt: 21.9 20.9 - 27.9	38	10 600	22	0,233	0,9		35	350
Tatt: 28.9 27.9 - 4.10	39	10 000	14	0,140	0,8		32	320
Tatt: 5.10 4.10 - 11.10	40	4 000	12	0,048	0,7		34	136
Tatt: 11.10 11.10 - 18.10	41	4 500	15	0,068	0,8		20	90
Tatt: 26.10 18.10 - 25.10	42	9 000	24	0,216	1,3		40	360
Gjennomsnitt			18,5	0,093	0,84		27,6	161

Det fremgår at vannkvaliteten er vesentlig bedre oppstrøms tettstedet og forurensningsbidragene blir små i forhold til hva som skjer med vannet gjennom tettstedet.

#### 4.4.5 Tettstedets innvirkning på bekkevannskvaliteten

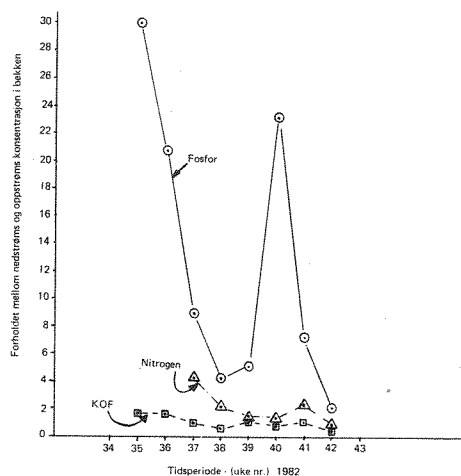
Resultatene viser at forurensningskonsentrasjonene i bekken med hensyn til fosfor og nitrogen øker betydelig når vannet passerer Siggerudgrøttas tettsted. For fosfor øker konsentrasjonen gjennomsnittlig fra 18,5 µgP/l til 177 µgP/l altså nesten 10 ganger så mye. Nitrogen konsentrasjonen øker fra 0,84 mgN/l til 2,54 mgN/l, ca 3 ganger, mens organisk stoff målt som KOF ikke øker i det hele tatt, men er 27 mgO/l i gjennomsnitt både ved oppstrøms og nedstrøms målestasjon i bekken. Forholdet mellom nedstrøms og oppstrøms forurensningskonsentrasjon for hver enkelt ukeblandprøve er vist i figur 10. Konsentrasjonsøkningen er spesielt stor for fosfor, men varierer mye og avtar i ukene med store

nedbørs- mengder. Figuren viser at tettstedet har en særlig stor inn-  
virkning på fosforkonsentrasjonen, men forteller ikke hele sannheten.  
For å få et komplett bilde av situasjonen må det også tas hensyn til  
bakgrunns-forurensningen som er med på å dempe forurensningsvirkningen  
fra tettstedet.

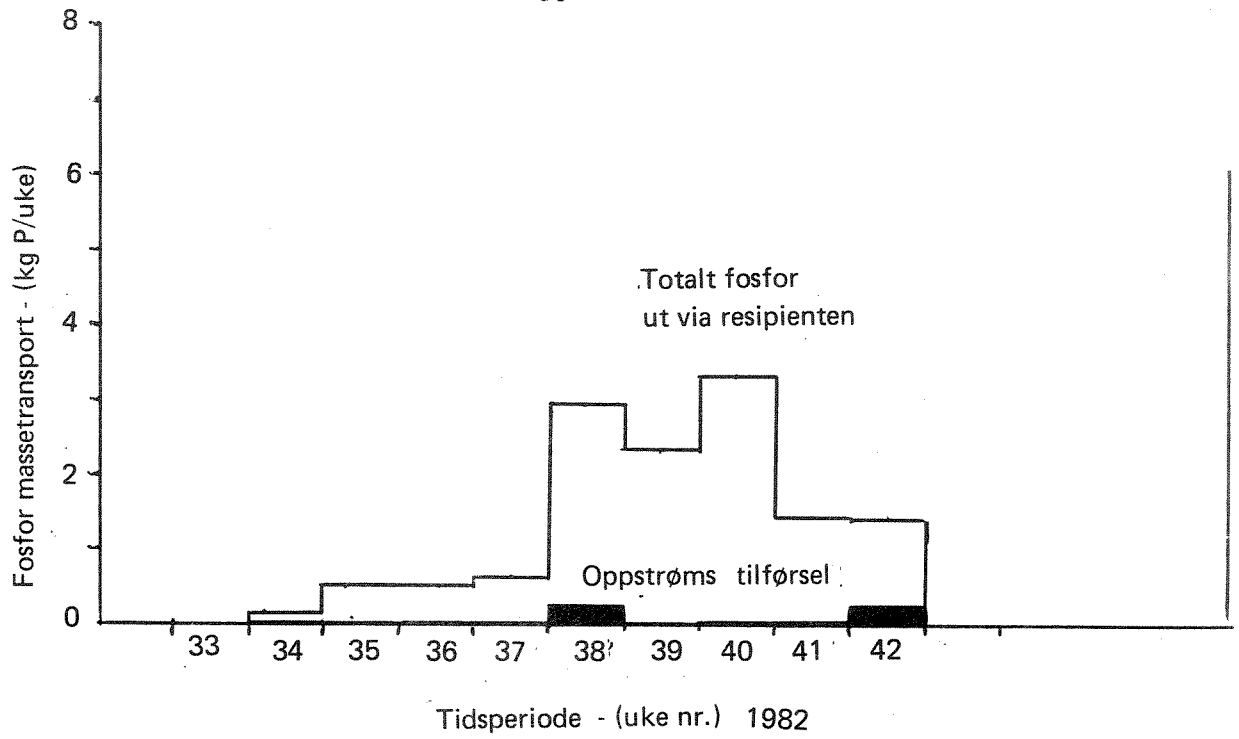
Figur 11, 12 og 13 viser massetransporten for både fosfor, nitrogen og  
KOF målt oppstrøms før påvirkning av tettstedet og nedstrøms etter at  
eventuelle spillvannstap påvirker bekke-resipienten. Det fremgår at  
bakgrunnstilførselen i bekken utgjør en vesentlig del av totaltransport-  
ten i bekken og varierer, avhengig av nedbør og bekkevannføring. Det  
prosentvise bidraget som genereres oppstrøms tettstedet er beregnet i  
tabell 19.

Tabell 19. Forurensningsbidraget oppstrøms Siggerud tettsted i prosent  
av totalbidraget ut bekkeresipienten i Siggerudgryta.

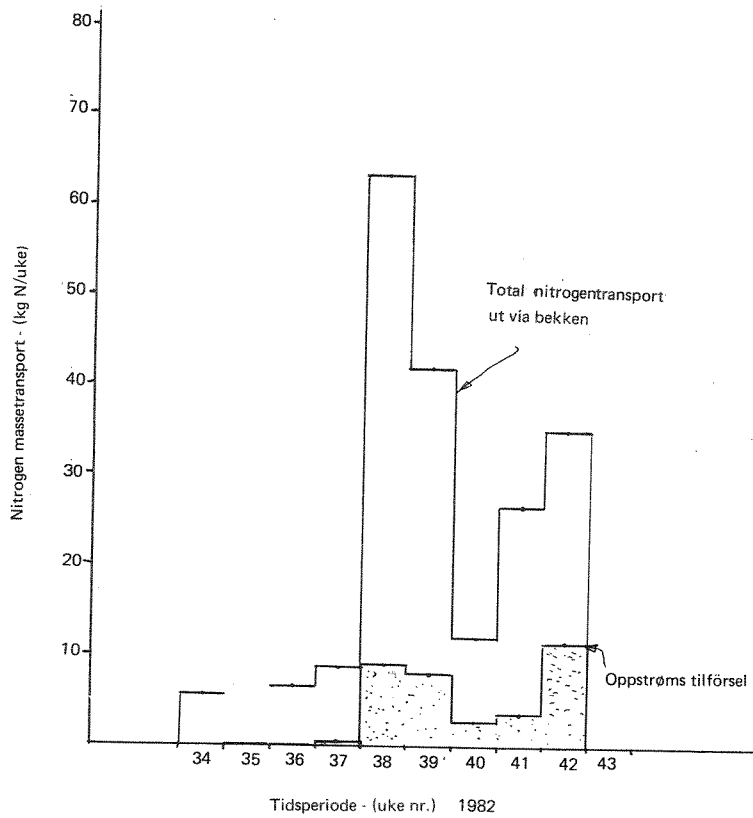
Uke nr	Vangføring m <sup>3</sup> /uke	Fosfor		Nitrogen		KOF	
		Konsentrasjon %	Massetransport %	Konsentrasjon %	Massetransport %	Konsentrasjon %	Massetransport %
34	850						
35	1 390	3,3	1,0			54,1	17,9
36	2 000	4,8	1,6			54,1	18,1
37	2 830	10,2	3,5	23,3	7,9	104,8	38,4
38	31 810	23,7	7,9	45,0	14,2	145,8	45,9
39	30 010	17,7	5,9	57,1	19,0	86,5	28,8
40	12 080	4,3	1,4	70,0	23,3	106,3	35,2
41	13 480	13,6	4,6	40,0	13,4	83,3	27,9
42	27 083	44,4	14,8	100,0	33,3	153,8	51,1
Gjennomsnitt		15,2	5,1	55,9	18,5	98,5	32,9



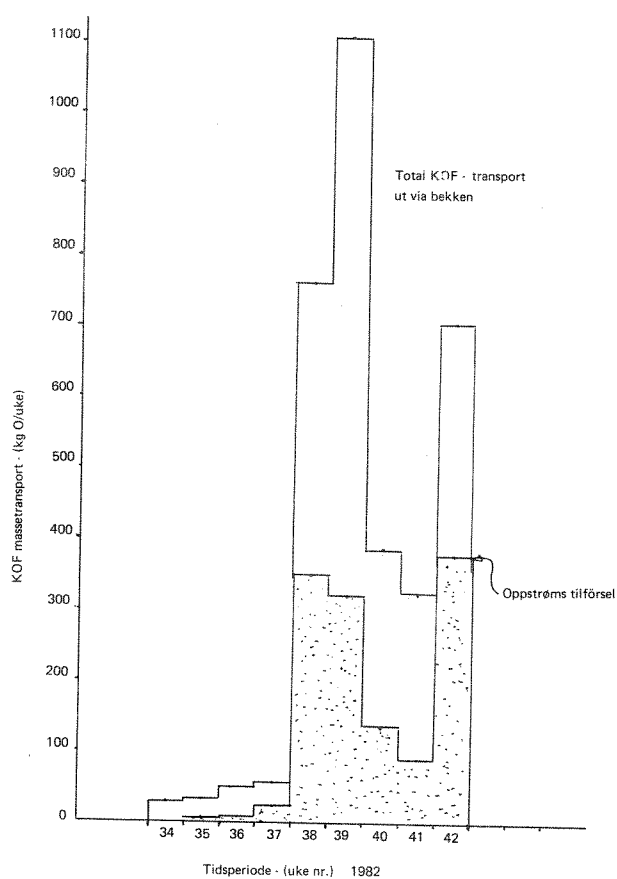
Figur 10. Forholdet mellom nedstrøms og oppstrøms forurensningskon-  
sentrasjon for Siggerudgrytas tettsted høsten 1983.



Figur 11. Massetransport for fosfor oppstrøms og nedstrøms Siggerudgrytas tettsted.



Figur 12. Massetransport for nitrogen oppstrøms og nedstrøms Siggerudgrytas tettsted.



Figur 13. Massetransport for organisk stoff KOF oppstrøms og nedstrøms Siggerudgrytas tettsted.

Det fremgår av tabellen at forurensningsbidraget basert på massetransport oppstrøms utgjør 5,1 % for fosfor, 18,5 % for nitrogen og 32,9 % for organisk stoff. Det må tas forbehold om disse absoluttverdiene er riktige fordi ukevannføringen er anslått til en tredjedel av vannføringen i målestasjonen.

Under nedbør synes konsentrasjonene oppstrøms å øke relativt mer enn nedstrøms, men det kan ha sin naturlige forklaring i at konsentrasjonene oppstrøms er relativt lave i utgangspunktet. Det gjelder ikke for KOF-verdiene. Oppstrømskonsentrasjonene er høyere enn nedstrømsverdiene i flere tilfeller. Det er nok et uttrykk for at KOF verdier i bekkevann er en dårlig parameter for å uttrykke spillvannspåvirkning.

Hovedkonklusjonen må allikevel bli at tettstedet i Siggerudgryta påvirker vannkvaliteten betydelig i negativ retning med hensyn til totalfosfor og total nitrogen, mens økningen i KOF bidraget ikke er fullt så stort.



#### 4.5 Kartlegging av årsak og kilde til forurensningsøkningen i bekkersipienten

##### 4.5.1 Bruk av kjemiske vannkvalitetsendringer over døgnet

Det er viktig å klarlegge årsaken til forurensningsøkningen i Siggerudbekken. F.eks. i hvilken grad den skyldes spillvannstap fra oppsamlingsnett. En metode er å se på om forurensningsparametrene i bekken svinger i takt med den menneskelige døgnrytmen i tettstedet.

Mandag 13. september 1982 ble det installert en automatisk vannprøvetaker av typen Manning i målestasjonen i Siggerudbekken. Denne prøvetakeren er i stand til å ta individuelle vannprøver f.eks. hver time.

På et tidligere tidspunkt, nemlig den 4. mai, før undersøkelsen ble bestemt gjennomført, ble en tilsvarende Manning prøvetaker installert på renseanleggets innløp. Hensikten var å klarlegge om fosforkonsentrasjonene ved Siggerud renseanlegg var normale. Det var nemlig over flere år målt svært høye fosfor-konsentrasjoner i området 20-40 mg/liter.

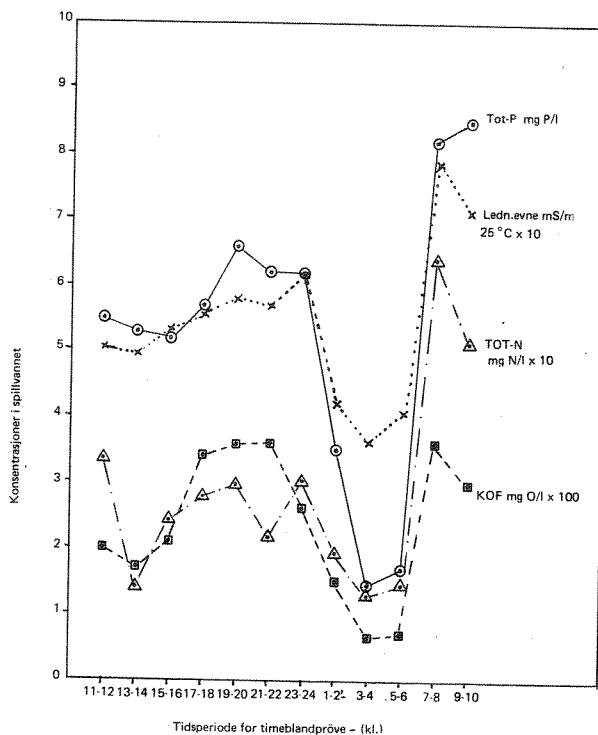
Fylket hadde reagert på dette og foretok undersøkelsen i Siggerud fordi de mente at det måtte være bedrifter i Siggerud med spesielle fosforutslipp, men fikk ingen svar på problemet. Det var viktig for vår undersøkelse at det ikke forelå unormale forhold. Derfor ble den spesielle prøvetakingsmetoden igangsatt for å avsløre spesielle kilder. Prosjektlederen foreslo overfor kommunen at analyseverdiene fra Siggerud renseanlegg som sendes Akershus fylke, kanskje angis som  $PO_4$  og ikke som P som er vanlig. Dette viste seg å holde stikk.

Analyseverdiene fra innløpet i Siggerud renseanlegg viste seg nemlig å ha normale verdier. For å se hvordan den menneskelige døgnrytmen i Siggerud innvirker på spillvannets konsentrasjoner, presenteres resultatene i vedlegg 2 og figur 14. Resultatene viser som ventet store svingninger over døgnet og laveste verdier om natten mellom kl 3 og 6. De høyeste konsentrasjonene for TOT-N, KOF og ledningsevne fremtrer på vannprøven tatt mellom kl 7 og 8. Følgende forhold mellom maksimumsverdi og middelvei, angitt i %, fremkommer:

	TOT-N	KOF	Ledningsevne
Prosent : $\frac{\text{maks}}{\text{middel}} \cdot 100 \%$	224 %	152 %	143 %

Fosforverdien får sitt maksimum noe senere, mellom kl 0900 og 1000 med 159 %. Fosforverdiene har også en topp om kvelden med gjennomsnitt fra kl 19 til 24 på 119 %. Total nitrogen konsentrasjonen viser et litt annet mønster enn fosfor ved å ha markerte lavpunkt (foruten om natten både mellom kl 1300 og 1400 og kl 2100 og 2200. Konsentrasjonen mellom kl 1300 og 1400 er faktisk like lav som om natten og utgjør 50 % av middel konsentrasjonen. Dette viser det som tidligere ble påvist i Sydskogenundersøkelsen (6), nemlig at befolkningens tilstedeværelse innvirker kraftig på nitrogenbelastningen. Folk tar sitt nitrogenbidrag med seg i form av urea som spaltes til ammonium/ammoniakk.

Det ble også tatt en separat døgnblandprøve av innløpsvannet i en egen automatisk prøvetaker mens timeblandprøvene ble tatt. Disse resultatene er også presentert i vedlegg 4 og viser god overensstemmelse med gjennomsnittsanalysene av timeblandprøvene. Dette bekrefter at prøvetakingssystemet virker bra.



Figur 14. Endringer i spillvannskonsentrasjonen over døgnet målt ved innløpet til Siggerud rensanlegg fra kl 1100 4. mai til kl 1100 5. mai 1982.

Undersøkelsene av konsentrasjonsendringer i Siggerudbekken den 13. - 14. september 1982 ble utført ved at det ble tatt prøve annenhver time. Manningprøvetakerens innsugningsledning i vannkulpene nedstrøms Parshall rennen hvor det er god innblanding på samme sted som innsugningsledningen til ukeblandprøvetakeren.

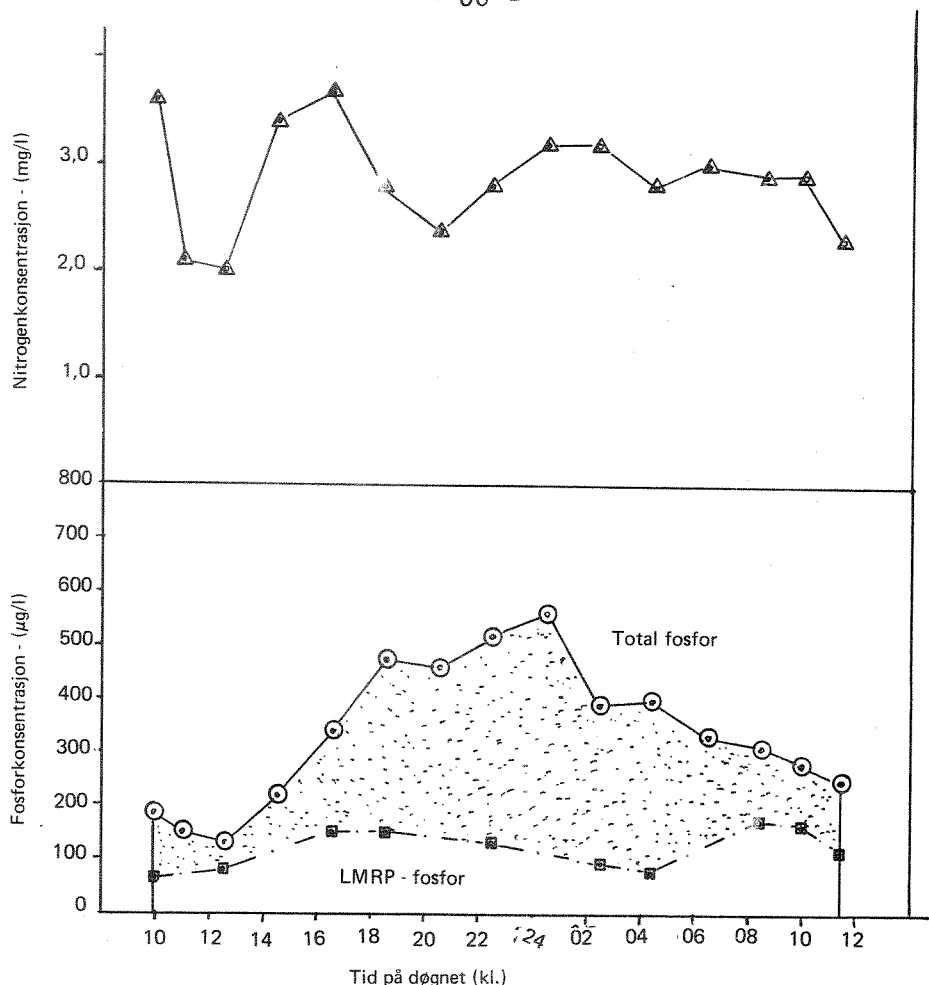
Resultatene er presentert i vedlegg 3 og i figur 15 og viser samme type variasjonsmønster som i spillvannet inn til renseanlegget som vist i figur 14. Svingningene i konsentrasjonen er selvfølgelig noe mer dempet på grunn av bakgrunnsfortynning. Dessuten synes det å være noen timers tidsforskyvning som er naturlig. Med større ressurser ville det vært enkelt i større grad å øremerke svingningene og sette de direkte i relasjon til variasjonene på oppsamlingsnettene. Bestemmelse av oppholdstider etc. ville også vært mulig.

Resultatene gir allikevel grunnlag for å si at mesteparten av forureningsbidraget målt i bekken tyder på direkte spillvannstap-påvirkning fra mer eller mindre direkte kortslyttede strømmer.

Figuren viser dessuten at bare en mindre del av fosforbidraget foreligger som ortofosfat målt som (LMRP-fosfor). Resten er bundet til partikler. Utfra gjennomsnittsverdiene for hele døgnet da det ble tatt timeprøver i Siggerudbekken, ble det oppnådd følgende resultat.

	TOT-P µg/l	LMR-P µg/l	LMR-P TOT-P · 100	TOT-N mgN/l
Gjennomsnittsverdi for 15 prøver tatt fra kl 1000 13.9.1982 til kl 1122 14.9.1982.	334	118	35	2,87

Vannføringen i 24 timer i prøvetakingsdøgnet har vært 260 m<sup>3</sup>/døgn som gir et TOT-P transport på 86,8 g P/døgn eller 0,61 kg P/uke og 746,2 g N/døgn eller 5,2 kg N/uke. Disse transporttallene er i god overensstemmelse med ukeverdiene i tabell 17 og indikerer at mesteparten av forureningstransporten er direkte spillvannstap.



Figur 15. Konsentrasjonsvariasjoner i Siggerudbekken over 24 timer fra 13. - 14. september 1982.

#### 4.5.2 Bruk av bakteriologiske analyser

For ytterligere å få bekreftet i hvilken grad forurensningstransporten via bekken ut av Siggerudgryta består av spillvannstap, var det ønskelig å ta bakteriologiske analyser av bekkevannet. Fordelen med å benytte bakteriologiske analyser er at de er relativt følsomme og raske. Ulempen er at de har ord på seg for å være vanskeligere å kvantifisere, krever sterile flasker og at avdødning kan være et problem ved lengre tids lagring. Kravet til sterilitet vil imidlertid være mindre når prøven hentes fra forurensede bekker.

Ifølge Kari Ormerod, NIVA, er det tilstrekkelig å ta Termostabile Coliforme bakterier på filter (44<sup>0</sup>). Vanlig E.coli 37<sup>0</sup> benyttes ikke. Kimtall og alle andre former har liten hensikt. Rørmetoden er dyr og gir ikke noe nøyaktigere tall, men sikrer et resultat. Ved å styre seg inn på riktige fortyninger blir analyseomkostningene overkommelige.

Mandag 6. september 1982, en uke før timefordelingsanalysen ble igangsatt, ble det tatt en enkelt stikkprøve ved vannmålestasjonen. Prøven ble tatt kl 1500, og med en fortykning fra 10 ml til 100 ml viste EMF - 44<sup>o</sup> 230 kolonier. Dette tyder på markert spillvannsforurensning. Ut fra mistanken om at forurensningstransporten i bekken varierer som i spillvannet, ble det også gjennomført termostabile Ecoli 44<sup>o</sup>C analyser på de samme timeprøvene fra 13.-14. september som omtalt i forrige avsnitt. Samtidig ble det tatt to stikkprøver oppstrøms tettstedet og to nedstrøms målestasjonen.

Resultatene av alle målingene er vist i tabell 20 nedenfor og er grafisk fremstilt i figur 16.

Tabell 20. Bakteriologiske analyser fra Siggerudbekken.

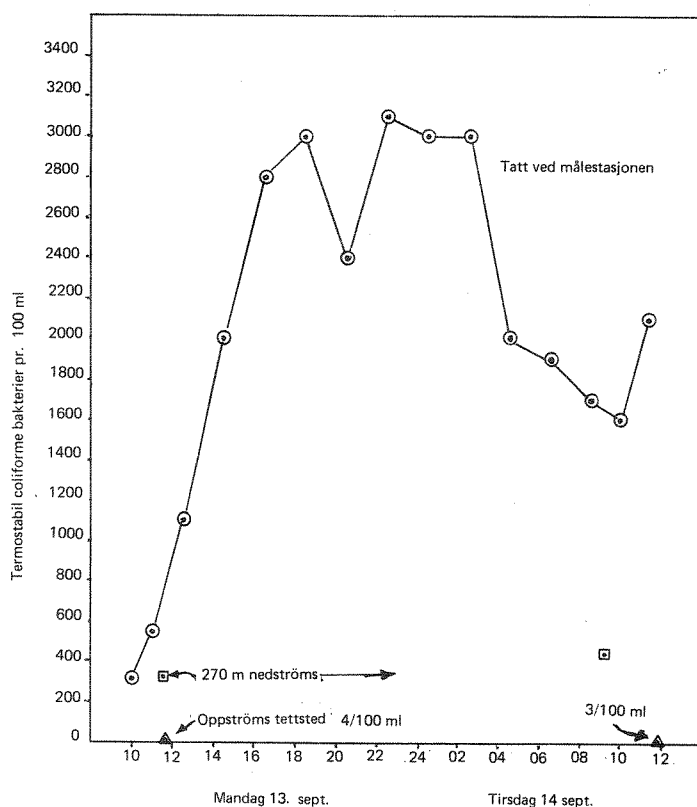
Dato	Kl for prøvetak.	Oppstrøm tettsted EMF 44 <sup>o</sup> C Antall/100 ml	Målestasjon i Siggerudbekken EMF 44 <sup>o</sup> C Antall/100 ml	Nedstrøms målestasjon EMF 44 <sup>o</sup> C Antall/100 ml
6.9	1500		230	
13.9	1000		310	
	1100		550	
	1141			320
	1155	4		
	1230		1100	
	1430		2000	
	1630		2800	
	1830		3000	
	2030		2400	
13.9	2230		3100	
14.9	0030		3000	
	0230		3000	
	0430		2000	
	0630		1900	
	0830		1700	
	0910			440
	1000		1600	
	1122		2100	
14.9	1130	3		

Figuren viser markert økning i bakteriekonsentrasjonen i nær sammenheng med den menneskelige aktivitetskurve. En sammenligning med figur 15 viser best sammenheng med totalfosfor-kurven. Analyseresultatene oppstrøms i bekken viser bra vannkvalitet med lave verdier, henholdsvis 3

og 4 termostabile E.coli/100 ml. Dette bekrefter at forurensningsbidraget må komme fra tettstedet og at kildene må være direkte spillvannstap til bekken.

Stikkprøvene tatt 270 meter nedenfor målestasjon hvor bekken har slakt fall og stor begroing, tyder på selvrensing med hensyn til termostabile E-coli. Målestedets plassering spiller derfor en vesentlig rolle.

Når selvrensing i bekkesystemet undersøkes, må det legges opp til hyppige automatiske prøver slik at svingningene kan sammenlignes. Alternativt må det brukes tracer med merking av vannet eller automatiske blandprøver tatt over lengre tidsrom.



Figur 16. Konsentrasjonen av termostabile coliforme bakterier målt over et døgn i Siggerudbekken ved målestasjonen oppstrøms tettstedet og nedstrøms målestasjon.

Foreløpig tyder målingene på at termostabile E.coli er en brukbar og følsom parameter for påvisning av spillvannstap, men hvor godt det kvantifiseres er usikkert. Vannføringen i bekken i undersøkelsesdøgn har variert mellom 2,5 og 3,4 l/s som tilsvarer ca 260 m<sup>3</sup>/døgn.

#### 4.5.3 Bruk av analyser på coprostanol

Bruk av coprostanol analyser for å påvise fecal forurensning fra mennesket, er en relativt ny og lovende metode som blant annet utføres ved NIVA. Fordelen med analysen er at coprostanol fra tarmen ikke brytes ned i samme grad som E-coli. Det er derfor et bestemt håp om at analysen er lettere å kvantifisere enn E-coli, ulempen ved analysen er at den er meget dyr. Påvisning av coprostanol er imidlertid et sikkert bevis for at det er fecal forurensning fra menneske i vannet.

Det ble tatt analyser av coprostanol på noen av de samme vannprøvene som ble analysert for termostabile E-coli. Alle disse vannprøvene er tatt som stikkprøver unntagen ukeblandprøven ved renseanleggets innløp. Resultatene er vist i tabell 21.

Tabell 21. Bestemmelse av coprostanol i vannprøver fra Siggerud høsten 1982.

Prøvetakingstidspunkt	Renseanleggets innløp coprostanol $\mu\text{g/l}$	Siggerudbekken oppstrøms coprostanol $\mu\text{g/l}$	Siggerudbekken målestasjon coprostanol $\mu\text{g/l}$
Ukeblandprøve 6.9-13.9.1982	1580	-	-
14.9.82 k1 1130-1122	-	0,9	43,9
21.9.82 k1 0810-0820	-	0,15	3,5

Resultatene viser en markant økning i coprostanolkonsentrasjonen når bekken passerer gjennom Siggerud tettsted, henholdsvis 49 og 23,3 ganger økning. Prøvene i bekken er tatt som stikkprøver, og sannsynligvis vil analyser i prøvene tatt fra målestasjonen også være utsatt for markerte svingninger over døgnet. Resultatene bekrefter igjen markert spillvannstap til Siggerudbekken.

#### 4.6 Forurensningskonsentrasjoner og vannkvalitetsendringer i Siggerudgryta

##### 4.6.1 Spillvannskonsentrasjoner - råkloakk

Det er tatt en rekke analyser på de to største råkloakk kildene i Siggerud, henholdsvis ved renseanleggets innløp og i pumpeumpen i Siggerudtangen pumpestasjon. Det er tatt 9 ukeblandprøver fra hver av stasjonene fra samme tidsperiode, men på grunn av svært høyt fremmedvannsinn-tak i Siggerudtangen pumpestasjon fikk man ikke tatt prøver i uke 38, men har til gjengjeld tatt en ukeprøve i tillegg ved denne stasjonen, nemlig i uke 43.

Gjennomsnittssverdiene for alle ukene har gitt resultater som vist i tabell 22.

Tabell 22. Gjennomsnittlige spillvannskonsentrasjoner i råkloakk ved Siggerud renseanlegg og Siggerudtangen pumpestasjon.

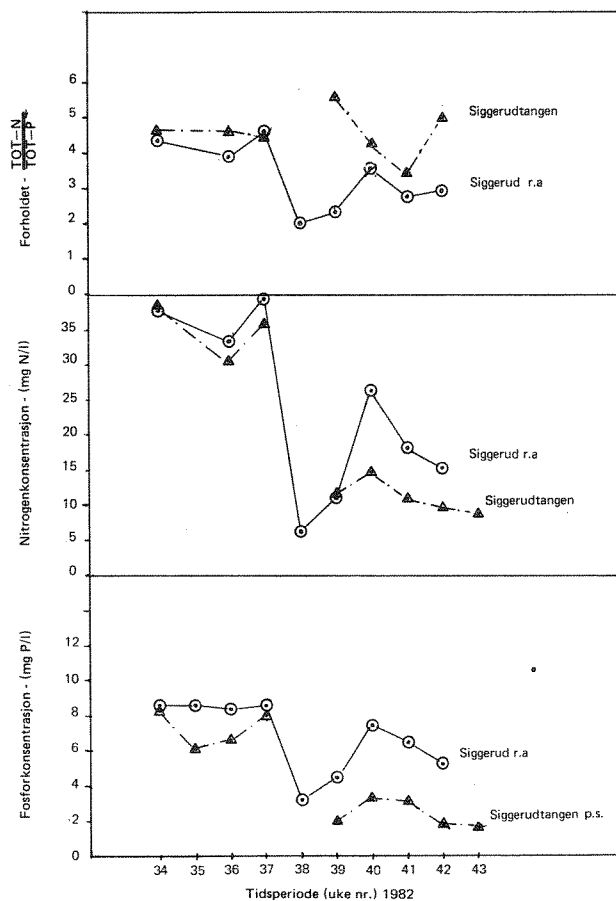
Sted og tid	Ledn. evne	Fosfor			Nitrogen			Tot-N Tot-P	KOF mgO/l	Susp.stoff mg/l
		Tot-P mgP/l	LMR-P mgP/l	% LMR-P Tot-P	Tot-N mgN/l	NH <sub>4</sub> -NE mgN/l	% NH <sub>4</sub> Tot-N			
Innløps Siggerud-reseanlegg fra uke 39 til/og med uke 42.	(69,2)	6,78	5,04	74,9	23,3	(28,1)	76,6	3,30	217	(225)
Siggerudtangen pumpestasjon uke 34 til og med uke 43 minus uke 38	(63,4)	4,56	3,13	69,5	19,9	(28,6)	81,9	4,65	115	(133)
Siggerudt.kons x 100	91,6 %	65,8 %	62,1 %	-	85,4 %	101 %	-	-	53 %	-
Siggerud ra.kons										

Tallene i parentes gjelder parametre som ikke er analysert for alle ukeblandprøvene, men tallverdiene er sammenlignbare, for de gjelder de samme ukene.

Resultatene viser gjennomgående lavere konsentrasjoner i spillvannet fra Siggerudtangen. Dette skyldes en vesentlig større fremmedvannsfortynning i Siggerudtangen pumpestasjon. En nærmere analyse av konsentrasjonene for total fosfor og total nitrogen for de enkelte ukene viser sterk fortynning i de nedbørrike ukene. Dette er vist i figur



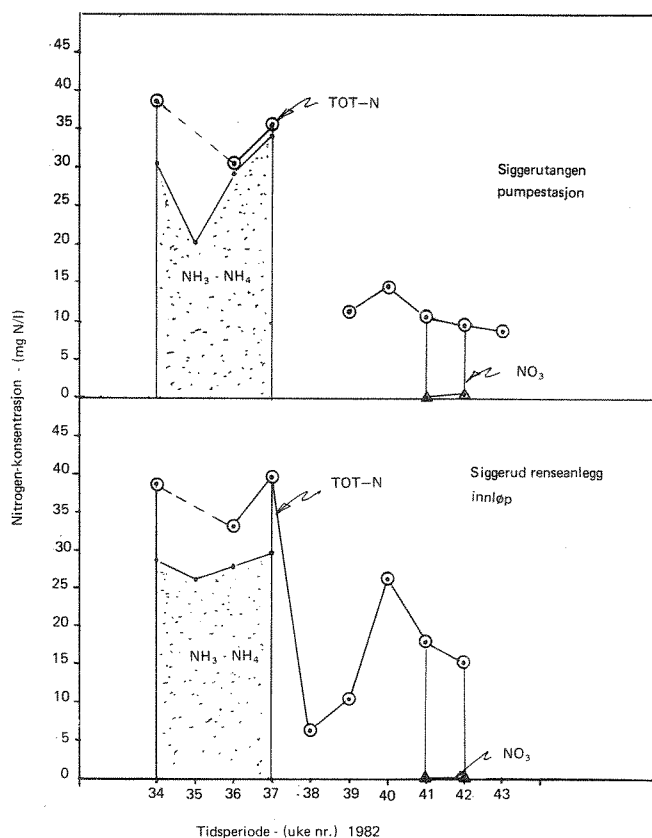
17 og har særlig gjort seg gjeldende i Siggerudtangen pumpestasjon. Konsentrasjonene svinger i takt med nedbørforholdene ved begge prøvetakingsstedene. Dette er også en indikasjon på gode analyseverdier. Forholdet TOT-N/TOT-P er i gjennomsnitt lavere ved rensesanleggets innløp enn i Siggerudtangen pumpestasjon, med verdiene 3,30 og 4,65. Tradisjonelt har man regnet med 4,80 som normalt ( $\frac{12}{2,5} = 4,80$ ). En nærmere analyse av enkelt-verdiene i figur 17 viser at forholdet TOT-N/TOT-P synker i den kraftige nedbørsperioden i uke 38 ved rensesanlegget, mens forholdet heller viser noe høyere verdier i tilsvarende periode i Siggerudtangen. Årsakene til dette er ikke klarlagt, men det virker blant annet som om nitrogenkonsentrasjonene ved Siggerud rensesanlegg synker relativt mer enn fosforkonsentrasjonen i nedbøruka 38. Fosforkonsentrasjonen synker med 53 %, mens nitrogenkonsentrasjonen synker med 73 % i uke 38 i forhold til gjennomsnittsverdiene. De to mulige forklaringene på dette er enten at fosforkonsentrasjonene "buffres" på grunn av at tørrværsavsetninger i rørene bidrar til å heve fosforverdiene, eller at nitrogentapet ut av systemet er større enn fosforverdiene.



Figur 17. Sammenligning av spillvannskonsentrasjonen ved Siggerud rensesanlegg og ved Siggerudtangen pumpestasjon.

Resultatene viser at 75 % av totalt fosfor foreligger som løst molybdat reaktiv fosfor (LMR-P) ved rensanleggets innløp og tilsvarende 70 % i Siggerudtangen pumpestasjon.

For noen uker ble det tatt analyser av fritt ammonium, og for en uke ble det også tatt en nitrat analyse av spillvannet. Økonomien har begrenset analysene. Resultatene er grafisk fremstilt i figur 18 og viser at fritt ammonium utgjør 77 % av totalt nitrogen ved Siggerud rensanlegg og 82 % i Siggerudtangen. Analysene av nitrat viser at det praktisk talt ikke forekommer nitrat  $\text{NO}_3$  i spillvannet. Ved store fremmedvannsinntak kan imidlertid  $\text{NO}_3$ -verdien gi utslag.



Figur 18. Ammonium, nitrat og total nitrogen analyser i spillvann i Siggerud høsten 1983.

#### 4.6.2 Endringer i bekkevannskvaliteten

Analysene for vannprøvene tatt i de tre prøvetakingsstasjonene i Siggerudbekken viser følgende gjennomsnittlige resultater som vist i tabell 23.

Tabell 23. Endringer i bekkevannskvaliteten i Siggerudgryta.

Sted		Fosfor			Nitrogen			Tot.-N Tot.-P	KOF mgO/l
		Tot-P µgP/l	LMR-P µgP/l	LMR-P Tot-P	Tot-N mgN/l	NH <sub>4</sub> -NE mgN/l	NH <sub>4</sub> Tot-N		
Oppstrøms tettsted	1	18	6	36 %	0,84	<0,07	<8 %	46,3	28
Ved målestasjon nedenfor tettstedet	2	154	67	47 %	2,35	1,23	26 %	20,3	28
Antall ganger økning fra 1 til 2		7,6	10,2	-	1,8	<16,5	-	-	0
270 meter nedstrøms målestasjonen	3	90	38	44 %	1,74	0,19	9 %	22,2	25
Prosentvis reduksjon fra 2 til 3		42 %	43 %	-	26 %	85 %	-	-	11 %

Total fosforkonsentrasjonen øker 7,6 ganger og løst molybdat reaktiv fosfor øker 10,2 ganger når bekkevannet passerer tettstedet i Siggerudgryta. Løst fosfor i form av ortofosfat (LMR-P) utgjør 36 % av tot-P i bekkevannet før det når tettstedet. Forholdet øker til 47 % når det passerer målestasjonen nedenfor tettstedet. Denne økningen skyldes etter alt å dømme spillvannstap til bekken.

Total nitrogenkonsentrasjonen øker bare 1,8 ganger, sannsynligvis fordi bakgrunnskonsentrasjonen av total nitrogen er relativt høy. Enkeltanalyser viser svært lave ammoniumanalyser i oppstrøms bekkevann (mindre enn 8 % av totalen) som tyder på at det ikke kommer noen forurensning fra søppelplassen som ligger like ovenfor på andre siden av vannskillet. Nitratverdiene tyder på noe høyere NH<sub>3</sub>-belastning (ca 11 % av totalen), men hovedsakelig må nitrogenverdiene oppstrøms bestå av organisk bundet nitrogen. Derimot viser ammoniumkonsentrasjonene en stor økning på minst 16,5 ganger når vannet passerer tettstedet. Da utgjør ammoniumkonsentrasjonen 27 % av total nitrogen.

Organisk stoff uttrykt som KOF viser derimot ingen økning. Dette viser at KOF-analysene er en dårlig parameter for å påvise forurensning i recipienten.

Forholdet mellom totalt nitrogen og totalt fosfor er på hele 46,3 i bekkevannet oppstrøms tettstedet og viser at nitrogenet er dominerende. Forholdet TOT-N/TOT-P synker til 20,3 etter at vannet har passert tettstedet. I foregående avsnitt ble det vist at det tilsvarende forholdet

i spillvannet i Siggerudgryta er 3,30. Det er viktig å minne om i denne sammenheng at spillvannet i Siggerudgryta i undersøkelsesperioden bare utgjør ca 10 % av vannføringen i bekken ved målestasjonen.

Tabell 23 viser også at alle konsentrasjoner 270 meter nedstrøms målestasjonen er lavere enn ved bekkestasjonen. Det forekommer en betydelig reduksjon. Imidlertid er disse prøvene tatt som stikkprøver mellom kl 0800 - 1200 og gir derfor neppe et riktig bilde av konsentrasjonene. For å måle selvrensing på denne strekningen er det nødvendig å benytte automatisk prøvetaker også nedstrøms. Det er imidlertid viktig å merke seg at ammoniumkonsentrasjonen nedstrøms målestasjonen er redusert til 9 prosent av totalnitrogen samtidig som en enkelt analyse av  $\text{NO}_3$  viser en økning til 41 prosent. Dette tyder på at ammoniumkonsentrasjonene i bekken hurtig oksyderes til nitrat.

#### 4.7 Selvrensing i Siggerudbekken

Som et ledd i undersøkelsen i Siggerud ble det lagt vekt på å se nærmere på mulighetene for selvrensing i bekkeresipienten. Bakgrunnen for dette var at hvis det forekommer en selvrensing i området, er følgende forhold viktig:

1. Plasseringen av målestasjonen i bekken vil innvirke på materialbalansen.
2. Forurensningsvirkningen av enkelte komponenter i spillvannsutslipp reduseres, avhengig av overflateresipientens egenskaper.

Foreløpig er disse undersøkelsene begrenset til at det ble tatt ukentlige stikkprøver av vannkvaliteten i bekken 270 meter nedstrøms hovedmålestasjonen. Det ble tatt prøver både med hensyn til en rekke parametre, og i de aller fleste tilfeller er konsentrasjonene nedstrøms i bekken lavere enn ved målestasjonen. De kraftige svingningene i løpet av dagen som ble registrert ved hovedmålestasjonen (se figur 15), må man imidlertid påregne også forekommer ved den nederste målestasjonen. Det er derfor påkrevet med automatisk prøvetaker nedstrøms for å kvantifisere selvrensingseffekten.

Det er derfor vanskelig å trekke noen endelig konklusjon på omfanget av selvrensing i den åpne bekken, men de foreløpige målingene tyder på at selvrensing er tilstede.

#### 4.8 Forurensningsoversikt i Siggerudgryta

##### 4.8.1 Forurensningsutslipp og oppsamlet spillvannsmengde

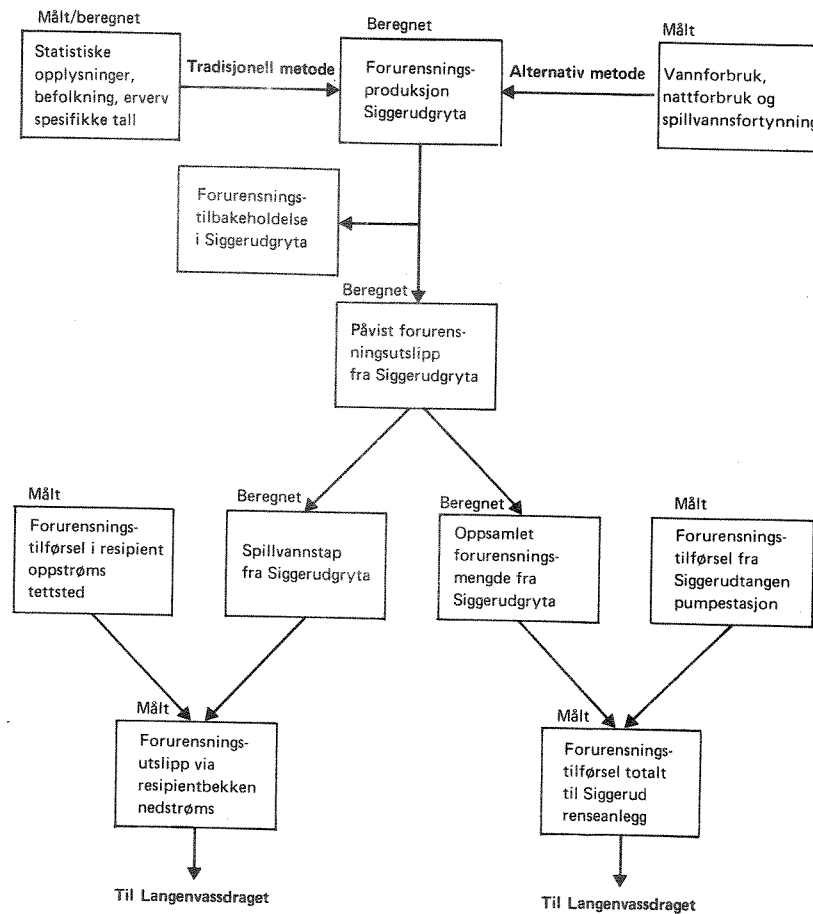
Fremgangsmåten for forurensningsberegningene er vist i figur 19.

På grunnlag av resultatene i undersøkelsen kan det utarbeides oversikter over fosfor-, nitrogen- og KOF-mengdene i oppsamlet spillvann til renseanlegget og utslipp til bekken fra tettstedet. Resultatet av disse beregningene er presentert i vedlegg 4 for henholdsvis fosfor, nitrogen og KOF.

Spillvannstapet minus eventuelt bundet P i jord er beregnet som differansen mellom forurensningstransporten målt i målestasjonen i resipientbekken, og oppstrøms forurensningsbidrag. Det er ikke helt riktig å omtale dette som spillvannstap fordi nedbørmengdene har vært relativt store i enkelte av ukene i undersøkelsesperioden. Overflateforurensning fra tettstedet og eventuelle utspylinger av sedimenterte forurensninger kan være inkludert i spillvannstapet. På tross av dette er det totale forurensningsbidraget fra Siggerudgryta lavt. Gjennomsnittsbetlastningene for hele måleperioden er som vist i tabell 24.

Tabell 24. Gjennomsnittlig forurensningsbelastning i Siggerudgryta i undersøkelsesperioden uke 34 til uke 42 høsten 1982.

1	2	3	4	5	6	7
Parameter	Oppstrøms bidrag kg/uke	Prosent oppstrøms bidrag av sum påvist %	Spillvannstap + eventuelt bundet P kg/uke	Oppsamlet spillvann kg/uke	Sum påvist forurensningsbidrag fra Siggerudgryta kg/uke	Prosent spillvannstap + eventuelt bundet P %
Total fosfor	0,093	0,7	1,40	12,6	14,0	10,1
Total nitrogen	5,96	10,3	20,4	37,1	57,6	35,4
Organisk stoff KOF	161	24,5	239	417	656	32,4



Figur 19. Oversikt over fremgangsmåte for forurensningsberegninger.

Det fremgår her at spillvannstapet i prosent er 10,1 for fosfor, hele 35,4 for nitrogen og 32,4 for KOF. Resultatene for hver enkelt uke er vist i figur 20. Oppsamlet spillvannsmengde fra Siggerudgryta varierer kraftig, særlig for fosfor i nedbør uke 38 og 39 øker lekkasjene betydelig. Hver av de tre parametrene varierer etter samme mønster, men en forholdsvis større andel av nitrogen mengden og KOF mengden synes å gå tapt. Store deler av den nitrogenmengden og KOF-mengden som tapes, finnes imidlertid igjen i bekken.

Her er det imidlertid litt usikkert hvor stor andel som skyldes overflateforurensninger og eventuelt rør og bekke-avlagringer. Det er imidlertid bare KOF-belastningene som er størst i nedbørsuken 39. Nitrogen-belastningen målt som summen av oppsamlet spillvann og spillvannstap (inkl. overflateforurensninger og utspylinger), viser en rela-

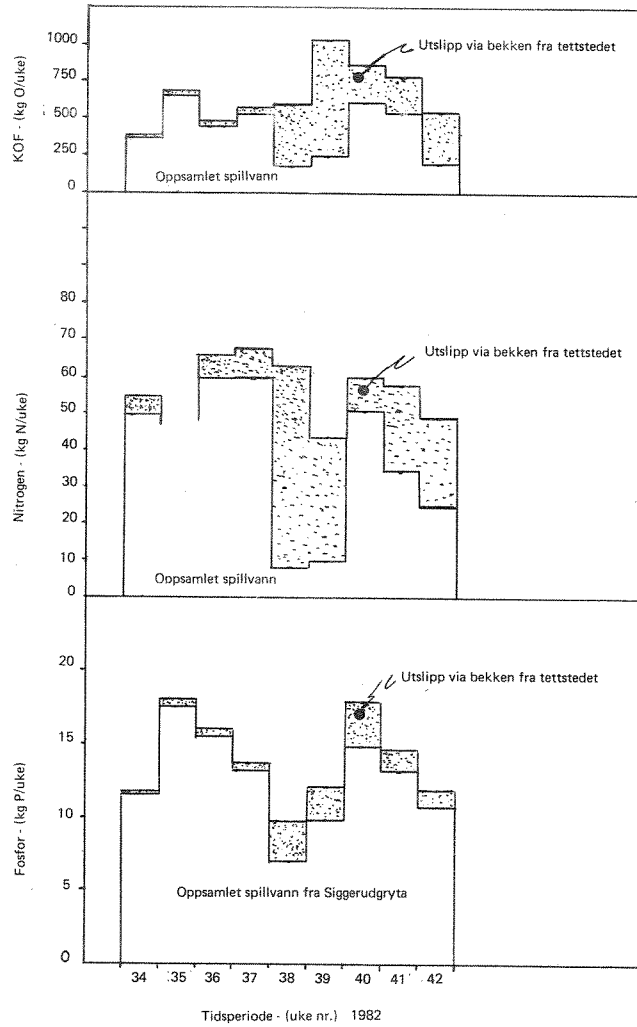
tivt gjevn belastning målt som kg/uke. Fosfor derimot viser variasjoner med lavere totalbelastning i nedbør-ukene, selv om utslippet ut via bekken da er på sitt største. Årsakene til disse variasjonene er ikke klarlagt. Det kan imidlertid tenkes at de økende nedbørmengdene i uke 35 og 36 etter lang tørke er uttrykk for rørutspyling som slår relativt mye ut for fosfor. Bekkevannføringen øker imidlertid lite på tross av nedbør i 3 uker på grunn av høy infiltrasjon. Økt tap til resipienten ved store nedbørmengder i uke 38 og 39 er ikke unaturlig. Økt forurensningsbelastning både til renseanlegg og via bekken i den nedbørfattige uke 40 er rimelig fordi kommunen denne uken gjennomførte rørspyling og opprensing på oppsamlingsnettet som et ledd i rehabiliteringsundersøkelsene sine.

Utslipp via bekken generert innenfor tettstedet i Siggerudgryta, angitt i prosent av summen av oppsamlet og tapt spillvann, er vist i figur 21. Disse resultatene viser relativt stabile spillvannstap under 10 % for alle tre parametrene i ukene 34 til 37, men med store tap spesielt for nitrogen og KOF i nedbøruken. Sett som undersøkelsesperiode under ett kan man ikke si at mulighetene for tilbakeholdelse har vært særlig gode, de store nedbørmengdene tatt i betraktning. Det totale forurensningsbidraget fra Siggerudgryta vil derfor være av stor interesse.

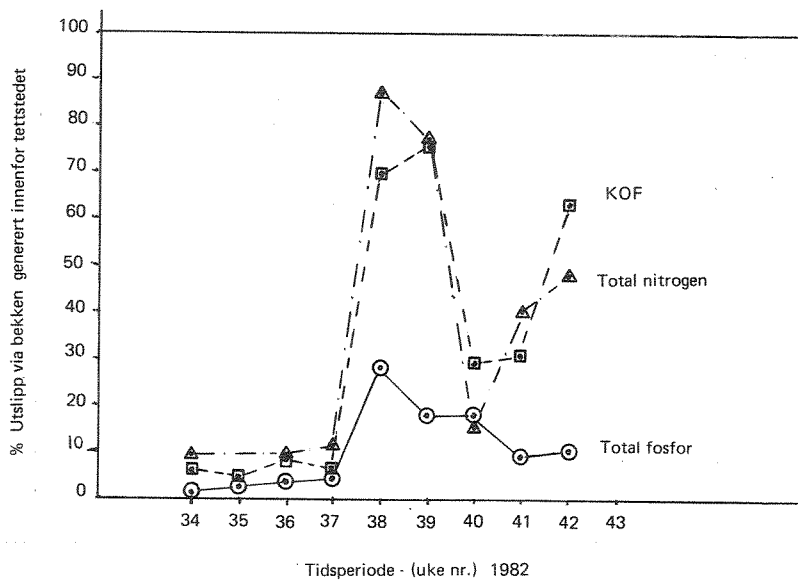
#### 4.8.2 Spesifikke forurensningsmengder fra Siggerudgryta

Hvis resultatene fra forurensningsbelastningen i Siggerudgryta, summen av oppsamlet spillvann og utslippet fra tettstedet, settes i relasjon til befolkningmengden i tettstedet, kan det beregnes spesifikke tall for forurensningsmengdene. Hvis man benytter totalt antall bosatt befolkning i Siggerudgryta fra tabell 1, 1230 personer, uten tanke på grad av tilstedeværelse og lokale arbeidsplasser, fås følgende spesifikke tall:

Parameter	Spesifikke tall utfra rådende forhold (37 % fravær) sum oppsamlet + spillvannstap.	Spesifikke tall fra Sydsjøen undersøkelse rådende forhold (37 % fravær) (6)
Tot fosfor	1,63 g P/p·d	1,55 g P/p·d
Tot nitrogen	6,69 g N/p·d	8,17 g N/p·d
Org. stoff, KOF	76,2 g O/p·d	53,8 g O/p·d



Figur 20. Forurensningsmengder fra Siggerudgrytas tettsted som slippes ut via bekken og oppsamlet spillvannsmengde i Siggerudgryta.



Figur 21. Prosentvis utslipp fra tettstedet via bekken i forhold til summen av oppsamlet og tapt spillvann høsten 1982.



Resultatene er svært lik de resultater som ble oppnådd på Sydskogen hvor grad av tilstedeværelse er svært lik med hensyn til fosfor-verdiene. For nitrogen er imidlertid verdiene noe lavere mens KOF-verdiene er høyere. De høyere KOF-verdiene kan muligens forklares utfra at tettstedets bakgrunnsforurensningsbidrag i nedbøruken (overflateforurensning + rør- og bekkebunnsutspyling) synes å være stort. De lavere nitrogenverdiene er vanskeligere å forklare, men forurensningstapet av nitrogen i nedbørukene er uforholdsmessig stort. Det foreligger dessuten mistanke om at bekkevannføringen under ekstreme forhold er noe høyere enn den målte.

Omregning til spesifikke tall under 100 prosent tilstedeværelse kan dessuten slå ut på litt forskjellig måte. Bakgrunnsopplysningene tyder i alle fall på at selv om grad av tilstedeværelse er omtrent lik i de to feltene, er gjennomsnittssalderen høyere i Siggerud med relativt sett større barn. Det blir en liten strek i regningen hvis man trekker frem forurensningsmengdene fra Siggerudtangen pumpestasjon og den befolkningen som er bosatt i dette dremsområdet.

Fra dette feltet oppnås følgende spesifikke tall sett i forhold til bosatt befolkning.

Parameter    Spesifikke tall under rådene forhold

---

$$\text{Fosfor} \quad \frac{2,91 \cdot 1000}{7 \cdot 173} = 2,40 \text{ } \rho: \text{ g P/p}\cdot\text{d}$$

$$\text{Nitrogen} \quad \frac{11,8 \cdot 1000}{7 \cdot 173} = 9,74 \text{ } \rho: \text{ g N/p}\cdot\text{d}$$

$$\text{KOF} \quad \frac{69,4 \cdot 1000}{7 \cdot 173} = 57,3 \text{ } \rho: \text{ g O/p}\cdot\text{d}$$

Her er spesielt fosforbelastningen høyere enn i Siggerudgryta og Sydskogen, uten at man kan påvise noen spesiell årsak til dette. Imidlertid er både vannmålingene og produksjonsgrunnlaget av lavere kvalitet.

#### 4.8.3 Tilføringsgradberegninger ved tradisjonell metode

Beregning av tilføringsgrad ble først beskrevet av Vråle i NIVAs årbok av 1975 (2) og senere i NIVA-rapport (3) og SFT-rapport (4). Det for-

utsettes når denne metoden benyttes, at det bare legges til grunn tilførte forurensningsmengder basert på tørrværmålinger, og at det tas hensyn til grad av tilstedeværelse etc. Det er imidlertid syndet stort mot beregningsmetoden for tilføringsgrad slik det fremgår av (4). Man har imidlertid hele tiden vært klar over at metoden har vært relativt grov. Man har derfor i flere år søkt om å få undersøke hvorvidt de spesifikke tallene fra befolkningen er i overensstemmelse med de tradisjonelle spesifikke tallene. Dette har det først blitt anledning til gjennom Sydskogen-undersøkelsen.

Undersøkellesperioden inneholder få uker som kan karakteriseres som tørrværsuker, slik at det allerede i utgangspunktet er vanskelig å beregne tilføringsgrad på tradisjonell måte. På den annen side er det heller ikke sikkert at rørtutspyling og overflateforurensning under nedbør er spesielt utslagsgivende. Beregning av tilførte personenheter basert på det datagrunnlaget som foreligger med tradisjonelle spesifikke tall og ukorrigert for utpendling, gir følgende resultater:

Tilførte PE basert på fosfor:

$$\frac{12,6 \cdot 1000}{7 \cdot 2,5} = 720 \quad \text{PE}$$

Tilførte PE basert på nitrogen:

$$\frac{37,1 \cdot 1000}{7 \cdot 12,0} = 441 \quad \text{PE}$$

Tilførte PE basert på KOF:

$$\frac{417 \cdot 1000}{7 \cdot 120} = 496 \quad \text{PE}$$

Det er imidlertid helt klart at disse resultatene må korrigeres for pendlereffekten under forutsetning av at de tradisjonelle forurensningstallene gjelder under 100 % tilstedeværelse.

Korreksjonsfaktorere for de tre parametrene bestemmes ut fra følgende forutsetninger. (Nærmere omtalt i delrapport 1 (6).

$$I \quad A = B + (B + X) \cdot \frac{C}{100} \cdot \frac{D}{100}$$

$$II \quad A = X + B$$

A = Forurensningsmengde ved 100 prosent tilstedeværelse (brutto) (g/pd) eller kg/tidsenhet.

B = Forurensningsmengde slik den er målt (netto) (g/pd) eller kg/tidsenhet.

X = Spesifikk forurensningsproduksjon via vannklosettet, som blir borte på grunn av at deler av befolkningen ikke er til stede (g/p.d).

C = Prosentfordelingen som skyldes bidrag fra vannklosettet sett i forhold til totalbidraget (%).

D = Prosent fravær i forhold til våkne hverdagstimer korrigert for befolkningens kroppsvekt (%).

En av de viktigste faktorene som inngår i beregningsformlene er C, prosentfordelingen som viser hvilket bidrag av totalbidraget som produseres via vannklosettet. Det hersker usikkerhet om dette og de forutsetningene som til nå har vært mest vanlig å anvende, er vist nedenfor:

Parameter	Antall prosentfordeling som skyldes bidrag fra vannklosett sett i forhold til totalbidraget
1. Vannforbruk/avløpsvannmengde	30 %
2. Total-fosfor	60 %
3. Total-nitrogen	80 %
4. Organisk stoff - KOF	60 %

Den andre viktige faktoren D er for Siggerud beregnet til  $D = 37,9 \%$ . For vannforbruk er det ikke riktig å korrigere for kroppsvekt fordi

vannklosettet trekker like mye vann for både store og små. D-faktoren i Siggerud uten kroppsvekt korrigering er  $D = 32,5 \%$ .

Formel I og II kan omskrives til følgende uttrykk:

$$A = \frac{B}{1 - \frac{C \cdot D}{100}}$$

Korreksjonsfaktoren blir da  $\frac{A}{B} = \frac{1}{1 - \frac{C \cdot D}{100}}$

Ut fra dette beregnes følgende korreksjonsfaktorer for 100 prosent tilstedeværelse:

Fosfor : 1,294

Nitrogen : 1,435

KOF : 1,294

Vannmengder : 1,107

Korrigert for pendling til 100 % tilstedeværelse som de tradisjonelle tallene forutsetter, kan følgende tilførte personenheter beregnes.

Tilførte PE basert på fosfor:

$$\frac{12,6 \cdot 1000}{7 \cdot 2,5} \cdot 1,294 = \underline{932 \text{ PE}}$$

Tilførte PE basert på nitrogen:

$$\frac{37,1 \cdot 1000}{7 \cdot 12} \cdot 1,435 = \underline{633 \text{ PE}}$$

Tilførte PE basert på KOF:

$$\frac{417 \cdot 1000}{7 \cdot 120} \cdot 1,294 = \underline{642 \text{ PE}}$$

Tilføringsgrad vil følgelig gi følgende resultater:

$$\text{Tg fosfor: } \frac{932 \cdot 100}{1230} = \underline{75,8 \%}$$

$$\text{Tg nitrogen: } \frac{634 \cdot 100}{1230} = \underline{51,5 \%}$$

$$\text{Tg KOF: } \frac{642 \cdot 100}{1230} = \underline{52,2 \%}$$

Disse tilføringsgradene er lavere enn hva de målte spillvannstapene tilsier (se tabell 24).

	Målt på grunnlag av "spillvannstap" i resipient.	Beregnet T <sub>g</sub> ved tradisjonell metode
Fosfor (100 ÷ 10,1) % =	89,9 %	75,8 %
Nitrogen (100 ÷ 35,4) % =	64,6 %	51,4 %
KOF (100 ÷ 32,4) % =	67,6 %	52,2 %

Det er her forutsatt at de tradisjonelle spesifikke tallene gjelder ved 0 % fravær når tilføringsgrad beregnes ved tradisjonell metode. Det faktum at den beregnede tilføringsgrad ved tradisjonell metode er lavere enn den som måles utfra spillvannstapet i resipienten, kan bety at tradisjonell metode gir for lave verdier. Men det kan også bety at en del av spillvannstapet holdes tilbake i jordsmonnet, selv under den nedbør-rike høstperioden da målingene pågikk.

#### 4.8.4 Tilføringsgradberegning ved ny alternativ metode

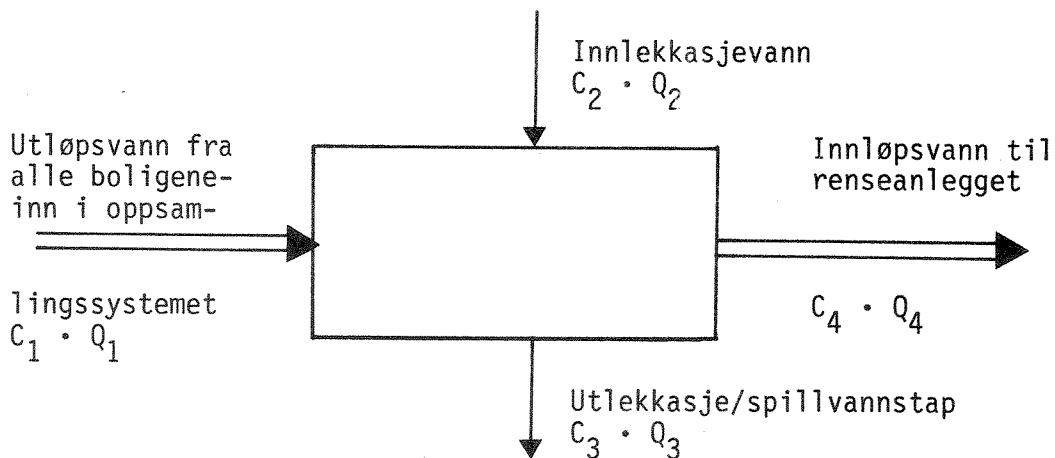
Delrapport 2 beskriver nærmere hvordan tilføringsgrad kan beregnes ut fra ekte vannforbruk. Derved unngås bruk av usikre spesifikke tall,

og innvirkningen av unøyaktige vannmengdemålinger for spillvannet reduseres. Dessuten tas hensyn til pendlereffekt og tilstedeværelse uten at dette er kjent.

For beregning av innløpsvannets fortynningsgrad benyttes de gjennomsnittlige konsentrasjonene i ukeblandprøven tatt av uforynnet spillvann for Sydskogen-undersøkelsen (6). Disse var følgende:

Tot-P : 12,2 mg P/l  
Tot-N : 63,3 mg N/l  
KOF : 425 mg O/l

Det er nødvendig å gjøre flere forutsetninger, og noen av dem kan være usikre. Systemet er som vist nedenfor.



$$\text{Ligning nr I } C_1 \cdot Q_1 + C_2 \cdot Q_2 = C_3 \cdot Q_3 + C_4 \cdot Q_4$$

Av disse anses  $Q_1$  kjent ut fra ekte vannforbruk.

$C_1$  = Gjennomsnittlig konsentrasjon i uforynnet spillvann mg/l anses kjent hvis erfaringene fra Sydskogen legges til grunn.

$Q_2$  = Innlekkasjevannmengde  $\text{m}^3/\text{uke}$  anses ukjent.

$C_2$  = Innlekkasjevannets gjennomsnittlige konsentrasjon mg/l ukjent, men kan være relativt lav.

$Q_3$  = Utlekkasjevannets/spillvannstapets vannmengde  $m^3$ /uke kan anses som ukjent.

$C_3$  = Spillvannstapets konsentrasjon mg/l. Delvis kjent.

$Q_4$  = Innløpsvannmengde til renseanlegget  $m^3$ /uke kjent.

$C_4$  = Innløpsvannets konsentrasjon ved renseanlegget kjent.

Vi har her 8 variabler hvorav 4 anses som kjente størrelser utfra målinger. Hvis utlekkasjevannets konsentrasjon settes lik konsentrasjonen i ufortynnet spillvann, gjenstår 3 ukjente. Det store spørsmålet knytter seg til innlekkasjevannets konsentrasjon. Hvis dette settes til 0, betyr det at forurensningsbidraget fra innlekkasjevannet er 0, og konsentrasjonssenkningen fra ufortynnet spillvann til innløpsvannet ved renseanlegget blir et rent fortynningsforhold.

Det vil utfra dette være mulig å beregne hvor mye spillvann som er for-  
tynnet, og konsentrasjonene for både Tot-P, Tot-N og KOF kan benyttes  
for å beregne gjennomsnittlig fortykning. Utfra gjennomsnittlig for-  
tykning og oppsamlet spillvannsmengde er det mulig å beregne hvor mye  
ufortynnet spillvann som er oppsamlet. Forholdet mellom oppsamlet  
spillvannsmengde i ufortynnet form og total spillvannsmengde i Sigge-  
rudgryta gir et uttrykk for tilføringsgrad. Resultatene av beregning-  
ene er vist i tabell 25 og viser en gjennomsnittlig tilføringsgrad på  
75 %. Resultatene viser også at tilføringsgraden varierer med nedbør-  
forholdene og er svært lav og nede i 44 % i uke 38 da nedbørmengdene  
var størst. Disse beregningene indikerer at tilføringsgraden er høyere  
enn den tradisjonelle metoden viser.

Tabell 25. Beregning av tilføringsgrad utfra ekte vannforbruk levert fra Siggerud vannverk og ufortynnet spillvann oppsamlet ved Siggerud renseanlegg.

Uke nr	Nedbør- mengde mm/uke	Vannlever- anse fra Siggerud vannverk m <sup>3</sup> /uke	Nattfor- bruk/ tekkasje m <sup>3</sup> /uke	Ekte vann- forb.spill- vannsmengde m <sup>3</sup> /uke	Innløps- mengder til Siggerud renseanl. m <sup>3</sup> /uke	Beregning av fortynningsgrad					Beregnet ufortyn- net spill- vannsm. inn til ra	Beregnet tilfør- ingsgrad. %
						Konsentrasjon i innl.v.			Gj.snitt fortynning innl.v.			
						TOT-P mgP/l	TOT-N mgN/L	KOF mgO/l				
34	30,0	1852,1	512,7	1339	1620	8,6 (70,5)	37,6 (59,4)	270 (63,5)	64,5	1044	78	
35	27,9	1930,3	575,2	1355	2352	8,6 (70,5)	-	310 (72,9)	-	-	-	
36	14,2	1870,9	480,7	1390	2177	8,4 (68,9)	33,2 (52,4)	230 (54,1)	58,4	1271	91	
37	3,1	1975,3	527,5	1448	1847	8,6 (70,5)	39,2 (61,9)	330 (77,6)	70,0	1292	89	
38	47,8	1817,1	520 <sup>1</sup>	1297	3096	3,2 (26,2)	6,4 (10,1)	80 (18,8)	18,3	566	44	
39	32,1	1855,4	520 <sup>1</sup>	1335	3065	4,5 (36,9)	10,4 (16,4)	110 (25,9)	26,4	809	61	
40	6,9	1908,4	520 <sup>1</sup>	1388	2345	7,5 (61,5)	26,4 (41,7)	280 (65,9)	56,4	1322	95	
41	19,2	1884,6	520 <sup>1</sup>	1365	2487	6,5 (53,3)	18,0 (28,4)	240 (56,5)	46,1	1146	84	
42	20,9	1901,4	520 <sup>1</sup>	1381	2608	5,2 (42,6)	15,2 (24,0)	100 (23,5)	30,0	782	57	
Gjennomsnitt					2400						75 %	

<sup>1</sup> Interpolerte verdier  
( ) Tallene i parentes angir fortynningsgrad



En lignende oversikt kan gis for Siggerudtangen område. Vannforsyningen som leveres til Siggerudtangen, avleses manuelt på en egen rentvannsmåler, men det foreligger ikke målinger av nattforbruk og derved eventuelle lekkasjevannmengder. Resultatene er som vist i tabell 26.

Tabell 26. Beregning av tilføringsgrad utfra vannforbruk levert til Siggerudtangen og ufortynnet spillvann oppsamlet fra samme område.

Uke nr.	Vannleveranse til Siggerudtangen m <sup>3</sup> /uke	Spillvannsm.levert fra Siggerudt. m <sup>3</sup> /uke	økning %	Beregning av fortynning				Beregnet ufortynnet spillvannsmengde	Beregnet tilføringsgrad	Fortynning utfra vannm. forutsatt 100 % T <sub>g</sub>
				Konsentrasjon			Gj.sn. fortynning %			
				TOT-P mgP/l	TOT-N mgN/L	KOF mgO/l				
34										
35	188	451	140	6,1	-	170	45	203	100	41,7
36	197	418	112	6,6	30,4	140	45	188	95,4	47,1
37	198	357	80	8,0	35,6	220	58	207	100	55,5
38	189	1581	737	-	-	-	-	-	-	12,0
39	183	1964	973	2,0	11,2	47	15	294	100	9,3
40	205	801	291	3,4	14,6	60	17	136	?	25,6
41	193	968	402	3,1	10,6	60	19	184	95,3	19,9
42	205	1536	649	1,9	9,5	44	14	215	100	13,2
Gjennom snitt	194,7	1009	376					203,8	100	28,0

Beregningene viser at metoden gir noe variable resultater, sannsynligvis på grunn av at forutsetningene ikke er gode nok. Dessuten blir tilføringsgraden i gjennomsnitt noe høyere enn 100 prosent. Dette tyder på at ledningsnettets har lavt spillvannstap og nær 100 prosent tilføringsgrad fra Siggerudtangen.

Undersøkelsene viser også at spillvannsmengden som kommer tilbake fra pumpestasjonen, viser en kraftig økning (376 %) i forhold til levert vannmengde. Hvis en dessuten går utfra at spillvannstapet fra Siggerudtangen området er nær null, altså 100 prosent tilføringsgrad, kan man også beregne fortynningen ut fra levert og oppsamlet vannmengde, også dette er vist i tabell 26. Den gjennomsnittlige fortynningen basert på vannmengder viser 28 % i gjennomsnitt, altså levert vannmengde i forhold til oppsamlet spillvannsmengde. Man ser dessuten at nitrogenkonsentrasjonene gir best samsvar ved fortynningsberegningene. Fosforkonsentrasjonene gir noe mindre fortynning, som tyder på at ufortynnet spillvann fra Siggerud kan ha en noe høyere konsentrasjon enn ved Sydskogen-undersøkelsen. Dette kan være forårsaket av noe hardere vann fordi det er grunnvannsforsyning med noe økt vaskeaktivitet.

#### 4.9 Diskusjon av resultatene

Det knytter seg størst interesse til hvor stort spillvannstapet har vært i Siggerudgryta, hvilke spesifikke forurensningsmengder som skal benyttes for beregning av forurensningsproduksjonen, og i hvilken grad de enkelte forurensningskomponenter holdes tilbake i jordsmonnet.

Da prosjektet ble startet, var planen å benytte det beste grunnlaget man hadde til da, nemlig de tradisjonelle spesifikke tall og den tradisjonelle tilføringsgradmetoden som prosjektlederen selv har vært ansvarlig for å utvikle innenfor de aktivitetsrammer som er stilt til rådighet.

Hensikten med å gjennomføre Sydskogen-undersøkelsen delrapport 1 (6) var nettopp å få en kontroll av de tradisjonelle spesifikke tallene som er et viktig ledd i tilføringsgradberegningene for å kontrollere om de beregnede tilføringsgrad tallene og derved spillvannstapene virkelig er så store som man tradisjonelt har beregnet. De overraskende lave fosfor- og KOF-tallene (ikke nitrogen) fra Sydskogen-undersøkelsen har imidlertid sådd tvil om hvilket grunnlag som bør benyttes for beregning av forurensningsproduksjonen, og man er derfor tvunget til å endre fremgangsmåte og analyse-metode.

Hvis Sydskogen resultatene legges til grunn, blir nemlig spillvannstapet mindre og tilføringsgraden høyere. Slike resultater vil selvfølgelig få en avgjørende innvirkning på undersøkelser av hva som skjer med spillvannstapet.

Det man dog kan slå fast er hvor stort det påviste spillvannstapet i bekkeresipienten er i forhold til påvist forurensning fra tettstedet i Siggerudgryta hvor oppstrøms forurensningsbidrag er fratrukket. Disse resultatene er presentert i tabell 24 og viser at 10,1 % fosfor, 35,4 % nitrogen og 32,4 % KOF-belastning i undersøkelsesperioden går ut som spillvannstap. Dette representerer gjennomsnittet av 9 ukeblandprøver, noen relativt nedbørfattige og noen meget nedbørrike. Spillvannstapet angitt ovenfor inkluderer derfor overflateavrenning innenfor tettstedet og eventuelle rør- og bekkedunnutspylinger. Dette kan være en av grunnene til at nitrogen-tallene og KOF-tallene er større enn fosforbidra-

get. Men det er også viktig å merke seg at særlig oppsamlet nitrogenmengde til renseanlegget fra Siggerudgryta synker drastisk under nedbøruken. Det er derfor grunn til å tro at spillvannstapene representert ved de forskjellige komponentene, kan være forskjellige under nedbør. Tradisjonelt er det ikke anbefalt å ta med nedbørsperioden når tilføringsgrad skal beregnes, på grunn av de usikkerhetene som oppstår i beregningene, men det er naturlig at spillvannstapene er større i disse periodene. Det er all grunn til å regne med at nitrogen i liten grad holdes tilbake i gryta. Derimot er det vanlig akseptert at fosfor under optimale forhold lettere bindes i jordsmonnet. Spørsmålet er om den type lekkasjetap som forekommer i et konvensjonelt norsk ledningssystem, gir mulighet for slike optimale bindingsforhold. Man kan f.eks. ikke se bort fra at noe av årsaken til det lavere spillvannstapet for fosfor (10,1 % mot 35,4 % for nitrogen) skyldes tilbakeholdelse i jordsmonnet. I denne sammenhengen kan det være nyttig å se noe nærmere på hvilke spesifikke forurensningstall man får i Siggerud når man legger til grunn summen av påvist spillvannstap fra Siggerudgryta og oppsamlet spillvann.

Tabell 27. Oversikt over spesifikke tall målt og beregnet i spillvannstap prosjektet.

Parametre	Siggerudgryta rådende forhold 37 % fravær sum spillvannstap + opps. spillv	Siggerudgryta korrigert til 0 % fravær	Sydsbogen rådende forhold 37 % fravær (6)	Sydsbogen korrigert for 0 % fravær (6)	Tradisjonelle tall
Tot-Fosfor g P/p·d	1,63	2,11	1,55	2,12	2,50
Tot-Nitrogen g N/p·d	6,69	9,60	8,17	12,8	12,0
KOF (dikromat) g O/p·d	76,2	98,6	53,8	73,7	120,0

Beregningene viser at de spesifikke tallene for fosfor er i samme størrelsesorden som på Sydskogen, nitrogen-tallene er noe lavere mens KOF-tallene er noe høyere. Avvikene kan skyldes måletekniske forhold, feil forutsetninger for hvordan dagpendlingen slår ut og regionale forskjeller. For KOF-tallene er det grunn til å tro at bakgrunnsbelastningen fra bekken og overflateavrenning er noen av årsakene til de høyere tallene.

De like fosfor-tallene kan selvfølgelig være en tilfeldighet, men hvis det forutsettes at datagrunnlaget er riktig, må det forekomme tilbakeholdelse av fosfor og nitrogen hvis spillvannstapet ut av oppsamlingsnettene i virkelighet er større, slik at de tradisjonelle tallene er mer korrekte.

Hvis man går ut fra at de tradisjonelle spesifikke tallene er korrekte, betyr det at tilbakeholdelsen av produsert fosfor har vært 16 % og for nitrogen 20 %. Det er særlig tvilsomt om tilbakeholdelsen av nitrogen kan være riktig, og forklaringen på dette er nok heller måletekniske feil, ukorrekte forutsetninger, eller, mest sannsynlig, at de tradisjonelle spesifikke tallene er for høye.

Undersøkellesperioden i Siggerud har vært i korteste laget og bør kanskje utvides. Målemetodene kan dessuten undersøkes nærmere og forenkles hvis Ski kommune installerer en egen vannføringsmåler i Siggerud pumpestasjon. Allikevel kan det slås fast at undersøkelsen tyder på relativt god overensstemmelse med målingen på Sydskogen (6).

## 5. REFERANSER

- (1) Vråle, L.: "Programforslag for undersøkelse av fosfortilførsler fra spillvann som ikke kommer frem til rensenanlegg". Notat, NIVA-prosjekt 0-81041, 20 februar 1981.
- (2) Vråle, L.: "Tilføringsgrad - Et nyttig begrep ved prioritering mellom rensing og transport av avløpsvann". Artikkel i NIVAs årbok 1975.
- (3) Vråle, L.: "Tilføringsgrad for rensenanlegg". NIVA-rapport 0-116/76. September 1978.
- (4) Vråle, L.: "Tilføringsgrad for oppsamlingsnett. Statusrapport for eksisterende målinger". NIVA-rapport 0-80055 og SFT-rapport august 1981.
- (5) Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett", delrapport 4, "Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet i Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune". 0-81041, under rapportering.
- (6) Vråle, L.: "Spillvannstap på oppsamlingsnett", delrapport 1, "Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydskogen", Røyken kommune. 0-81041, april 1983.
- (7) Vråle, L.: "Spillvannstap fra oppsamlingsnett", delrapport 2. Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som alternativ metode for beregning av tilføringsgrad. Vannforbruk og lekkasjevannmålinger fra Sydskogen-, Buhrestua- og Siggerudundersøkelsene, Røyken, Nesodden og Ski kommuner. 0-81041, under rapportering.
- (8) Statistisk Sentralbyrå, Kongsvinger: Kommunehefte, "Folke- og bolig-telling 1980, 0213 Ski, ISBN - 82 - 587 - 0127 - 4, februar 1982.
- (9) Statistisk Sentralbyrå, Kongsvinger: Kommunepakka, "Folke- og bolig-telling 1980, 0213 Ski.
- (10) Documenta Geigy Scientific Tables, seventh edition, edited by K. Diem and C. Lentner, CIBA-Geigy Limited, Basle Switzerland.

VEDLEGG 1

Daglige og ukentlige nedbørsmengder  
i Siggerud 1982

Vedlegg 1. Ukentlige nedbørsmengder i Siggerud basert på gjennomsnitt fra  
As nr. 1785, Østmarka 1805 og Nordstrand 1876.

Tidspunkt 1982			Nedbørstasjon			Beregnet gjennomsnitt Siggerud mm/uke
Dato		Uke- nr	As nr.1785 mm/uke	Østmarka nr.1805 mm/uke	Nordstrand nr.1876 mm/uke	
Fra og med	Til og med					
10. 5	16. 5	19	2,8	9,0	9,0	6,9
17. 5	23. 5	20	19,7	22,3	16,0	19,3
24. 5	30. 5	21	32,9	27,2	25,5	28,5
31. 5	6. 6	22	0,1	6,0	2,0	2,7
7. 6	13. 6	23	0	4,0	6,0	3,3
14. 6	20. 6	24	2,0	4,5	2,3	2,9
21. 6	27. 6	25	35,6	28,0	27,6	30,4
28. 6	4. 7	26	35,6	16,5	13,7	21,9
5. 7	11. 7	27	0,8	0	0,1	0,3
12. 7	18. 7	28	23,7	24,2	33,0	27,0
19. 7	25. 7	29	0	0	0	0
26. 7	1. 8	30	0	0	0	0
2. 8	8. 8	31	0	0	0	0
9. 8	15. 8	32	12,7	7,6	10,2	10,1
16. 8	22. 8	33	20,9	37,0	37,0	31,6
23. 8	29. 8	34	36,9	32,5	20,7	30,0
30. 8	5. 9	35	35,2	26,3	22,2	27,9
6. 9	12. 9	36	19,3	14,4	9,0	14,2
13. 9	19. 9	37	1,6	3,8	3,9	3,1
20. 9	26. 9	38	45,5	47,9	50,1	47,8
27. 9	3.10	39	33,3	38,1	24,9	32,1
4.10	10.10	40	12,5	4,8	3,3	6,9
11.10	17.10	41	16,7	22,2	18,6	19,2
18.10	24.10	42	29,8	23,6	9,2	20,9
25.10	31.10	43	19,9	15,5	14,2	16,5

Vedlegg 1. Daglige nedbørmengder i Siggerud, mai 1982 til og med oktober 1982. Basert på gjennomsnittet fra Ås nr. 1785, Østmarka nr. 1805 og Nordstand nr. 1876.

Dato	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
1	3,7	0	0,5	0	3,0	16,1
2	0	0	1,1	0	0	0
3	0,3	0	5,2	0	0	0,9
4	12,7	0	8,4	0	4,8	0
5	1,5	0	0,3	0	1,1	0
6	3,8	2,7	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0,6
8	12,3	0	0	0	10,5	0,4
9	5,8	0	0	0	0	2,1
10	6,9	0	0	0,5	0	3,6
11	0	0	0	0	3,6	0
12	0	3,3	0	9	0	0
13	0	0	0	0,3	2,2	0,3
14	0	0,2	0	0	0,3	11,3
15	0	0,7	0	0	0	7,0
16	0	0	25,9	0	0	0,6
17	0	2,0	0,7	7,5	0	0
18	0	0	0	9,5	0	0,2
19	0	0	0	7,8	0,5	0
20	14,3	0	0	4,5	7,7	8,9
21	0,1	27,9	0	0,7	18,3	1,2
22	1,1	0	0	1,5	11,0	0,2
23	4,0	0	0	1,5	0	8,3
24	6,1	0	0	17,7	0,1	2,0
25	2,6	2,3	0	2,7	10,4	0,4
26	1,7	0	0	3,9	0,2	11,2
27	0	0,1	0	3,9	11,7	4,2
28	18,0	3,3	0	0,2	0,3	0,3
29	0	2,0	0	0,1	0,3	0,2
30	0	1,3	0	5,4	2,6	0
31	0	0	0	13,5	0	0,3



VEDLEGG 2

Variasjoner i spillvannets konsentrasjoner  
over døgnet målt ved innløpet til  
Siggerud renseanlegg 4.-5. mai 1982.

Vedlegg 2. Variasjoner i spillvannets konsentrasjoner over døgnet målt ved innløpet til Siggerud renseanlegg fra kl 1100 4. mai til kl 1100 5. mai 1982.

Prøvetakings- tidspunkt Fra - Til	Analyse-parametere					% $\frac{\text{TOT-N}}{\text{TOT-P}}$
	pH	Ledn. eyne $\frac{\text{mSm}}{25^{\circ}\text{C}}$	TOT-P mg P/l	TOT-N mg N/l	KOF mg O/l	
11 - 12	7,37	50,6	5,5	33,8	200	6,15
13 - 14	7,33	49,0	5,3	14,2	170	2,68
15 - 16	7,33	53,4	5,2	24,2	210	4,65
17 - 18	7,27	55,6	5,7	27,8	340	4,87
19 - 20	7,35	57,8	6,6	29,8	360	4,51
21 - 22	7,35	57,2	6,2	21,8	360	3,51
23 - 24	7,70	61,1	6,2	30,2	260	4,87
01 - 02	7,55	42,9	3,5	19,4	150	5,54
03 - 04	7,62	36,3	1,4	12,9	65	9,21
05 - 06	7,69	40,7	1,7	14,3	70	8,41
07 - 08	8,24	78,1	8,2	64,0	360	7,80
09 - 10	7,90	71,0	8,5	51,2	300	6,02
Gjennomsnitt	7,56	54,5	5,33	28,6	237	5,68
4.5 kl 1100 - 5.5 kl 1100						
Blandprøve fra egen må- ler styrt et- ter tid. En prøve pr 10 minutter.	7,50	52,8	5,3	23,8	250	

1) Time-blandprøvene er tatt med 4 delprøver hvert kvarter.

VEDLEGG 3

Vannkvalitetsvariasjoner over døgnet målt i  
Siggerudbekken 13. - 14. september 1983.

Vedlegg 3, Vannkvalitetsvariasjoner over døgnet målt i Siggerudbekken 13.-  
- 14. september 1983.

Tidspunkt for prøvetaking Kl.	TOT-P µgP/l	LMRP µgp/l	TOT-N	% $\frac{\text{TOT-N}}{\text{TOT-P}}$	pH	Termostabile E-coli 44 °C pr 100 ml
<u>13. september</u>						
1000	190	57	3,6	18,9	7,12	310
1100	150	-	2,1	14,0	7,15	550
1230	130	82	2,-	15,3	7,14	1100
1430	220	-	3,4	15,4	7,17	2000
1630	340	150	3,7	10,8	7,19	2800
1830	480	150	2,8	5,83	7,22	3000
2030	460	-	2,4	5,21	7,18	2400
2230	520	130	2,7	5,19	7,20	3100
<u>14. september</u>						
0030	560	-	3,2	5,71	7,24	3000
0230	390	97	3,2	8,20	7,24	3000
0430	400	75	2,8	7,00	7,31	2000
0630	330	-	3,-	9,09	7,30	1900
0830	310	170	2,9	9,35	7,39	1700
1000	280	160	2,9	10,4	7,39	1600
1122	250	110	2,3	9,2	-	2100
Gjennomsnitt	334	118	2,87		7,23	2037

#### VEDLEGG 4

Ukentlig prosentvis tap av fosfor, nitrogen og  
organisk stoff (KOF) fra spillvannstap  
påvist i resipientbekken i Siggerudgryta

Tabell A. Fosfor-mengder fra spillvannstap og påvist forurensning i Siggerudgryta høsten -82.

Uke nr.	Spillvannstap kgP/uke	Oppsamlet sp. vann fra Sig- gerudgryta kgP/uke	Sum påvist for- urensn. fra Siggerudgryta kgP/uke	% spillvanns- tap basert på fosfor
34	0,13	11,5	11,6	1,1
35	0,49	17,5	18,0	2,7
36	0,49	15,5	16,0	3,1
37	0,60	13,1	13,7	4,4
38	2,73	7,0	9,7	28,1
39	2,23	9,9	12,1	18,4
40	3,33	14,9	18,2	18,3
41	1,41	13,2	14,6	9,7
42	1,24	10,7	11,9	10,4
Gjennomsnitt	1,41	12,6	14,0	10,1

Tabell B. Nitrogenmengder fra spillvannstap og påvist forurensning i Siggerudgryta høsten -82.

Uke nr.	Beregnet sp. vannstap kgN/uke	Oppsamlet sp. vann fra Sig- gerudgryta kgN/uke	Sum påvist for- urensn.fra Sig- gerudgryta kgN/uke	Spillvanns- tap %
34	5,0	49,6	54,6	9,2
35	-	-	-	-
36	6,0	59,6	65,6	9,1
37	7,8	59,7	67,5	11,6
38	54,6	8,0	62,6	87,2
39	34,0	9,8	43,8	77,6
40	9,2	50,2	59,4	15,5
41	23,3	34,5	57,8	40,3
42	23,5	25,0	48,5	48,5
Gjennomsnitt	20,4	37,1	57,6	35,4

Tabell C. KOF-mengder fra spillvannstap og og påviste forurensningsmengder i Siggerudgryta høsten -82.

Uke nr.	Beregnet sp. vannstap kg0/uke	Oppsamlet sp. vann fra Siggerudgryta kg0/uke	Sum påvist forurensn. fra Siggerudgryta kg0/uke	Spillvannstap basert på organisk st.KOF %
34	22	362	384	5,7
35	27	652	679	4,0
36	39	442	481	8,1
37	37	530	567	6,5
38	413	177	590	70
39	790	245	1035	76,3
40	250	609	859	29,1
41	233	538	771	30,2
42	344	194	538	63,9
Gjennomsnitt	239	417	656	32,4