

0-
84131-
01

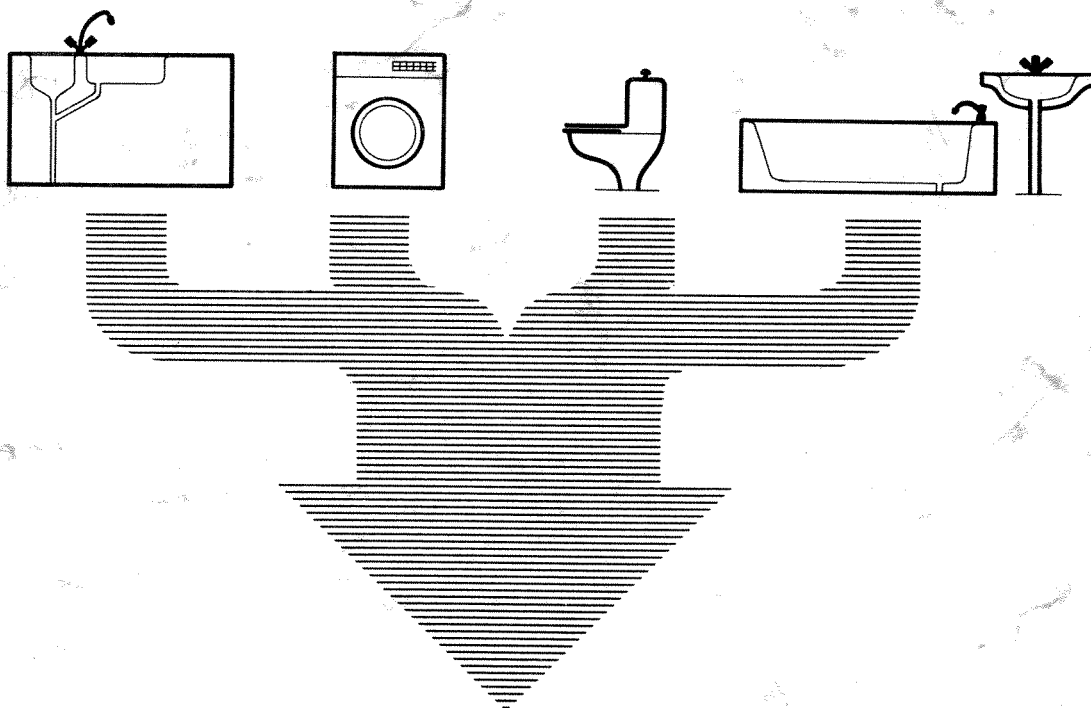


RAPPORT 185

0-84131-01

Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning.

ENKEL LITTERATURSTUDIE



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

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

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

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

Rapportnummer: 0-84131-01
Undernummer:
Løpenummer: 1712
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning Enkel litteraturstudie	Dato: 15. mars 1985
	Prosjektnummer: 0-84131-01
Forfatter (e): Lasse Vråle	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn, SFT	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

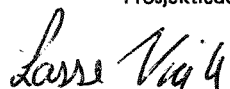
Ekstrakt:

Det er gjennomført et enkelt litteraturstudie som viser at de tradisjonelle spesifikke tallene som er anvendt i Norge i en årrekke er basert på teoretiske verdier og skjønn. Nærmere undersøkelser viser at spesifikke tall ofte er basert på voksne personer, full tilstedeværelse og fosforinnholdet i 60-årens vaskemidler. En ny oppstilling viser at forurensningsbidraget fra husholdningen er mindre enn tidligere antatt.


4 emneord, norske:
1. Spesifikk forurensningsproduksjon
2. Tilføringsgrad
3. Forurensningstilførsler
4. Avløpsvann fra husholdning

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

Prosjektleder:



Lasse Vråle
Divisjonssjef:




Oddvar Lindholm

ISBN 82-577-0897-6

For administrasjonen:


O.E. Samdal


Lars N. Overrein

0-84131-01

SPESIFIKK FORURENSNINGSPRODUKSJON FRA HUSHOLDNING

Enkel litteraturstudie

Oslo, mars 1985

Lasse Vråle

FORORD

Denne rapporten inngår som en delundersøkelse i prosjektet "Spesifikk forurensningsproduksjon" som finansieres av SFT. ANØ og NIVA samarbeider i dette prosjektet som består av 4 deler.

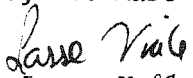
- Del 1. Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning. Enkel litteraturstudie.
- Del 2. Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området.
- Del 3. Forurensningsproduksjon i Ask-feltet, Gjerdrum kommune (nye målinger).
- Del 4. Spesifikk forurensningsproduksjon Nordkisa Rensedistrikt (nye målinger).

Del 1 og 2 utføres av undertegnede ved NIVA. Del 3 utføres av Kjell Terje Nedland ved ANØ og del 4 utføres av Jostein Skjefstad ved Ullensaker kommune. Kjell Terje Nedland er hovedansvarlig for prosjektet overfor SFT. Hele prosjektet er utført i nært samarbeid med alle involverte parter.

De opprinnelige rammene for delprosjekt 1 og 2 var på kr 25.000 hver. Arbeidsomfanget i begge disse delprosjektene ble vedtatt utvidet i lys av de viktige forholdene som etterhvert ble avdekket og rammen ble utvidet til kr 40.000 for del 1 og kr 35.000 for del 2. I tillegg til dette har NIVA skutt til med kr 25.000 for at prosjektet i sin nåværende form skulle bli mulig. Det er også besluttet å utgi begge disse delrapportene som egne NIVA rapporter.

Jeg ønsker å takke spesielt Kjell Terje Nedland og Jostein Skjefstad for verdifulle kommentarer til rapporten.

Oslo, 15. mars 1985


Lasse Vråle

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
2. HENSIKTEN MED UNDERSØKELSEN	6
3. SPESIFIKKE FORURENSNINGSMENGDER FRA HUSHOLDNINGEN	7
3.1. Hva som menes og hva de omfatter	7
3.2. Hva bruker vi de til?	9
4. PRESENTASJON AV SPESIFIKKE TALL FOR AVLØPSVANN FRA HUSHOLDNINGEN	11
4.1. De tradisjonelle norske tall	11
4.2. Hvordan har de norske tallene oppstått og hvor sikre er de?	12
4.2.1. Opphavet til det spesifikke tallet for fosfor på 2,5 g P/p.d.	12
4.2.2. Opphavet til det spesifikke tallet for total nitrogen på 12 g N/p.d.	17
4.2.3. Opphavet til spesifikke tall for organisk stoff	18
4.2.4. Opphavet til tall for fysiologisk utskilt fosfor	22
4.2.5. Konklusjoner på hvordan de norske tallene har oppstått og hvor sikre de er	24
5. GJENNOMGANG AV VIKTIGE UNDERSØKELSER SOM HAR BETYDNING FOR SPESIFIKKE TALL FOR AVLØP FRA HUSHOLDNINGEN	25
5.1. Innledning	25
5.2. Eskil Olssons undersøkelse av forurensningsproduksjonen i en boligblokk i Sverige i 1965	27
5.3. Amerikanske undersøkelser	31
5.3.1. Avløp fra vannklosett	32
5.3.2. Avløp fra kjøkken og oppvaskmaskin	34
5.3.3. Avløp fra tøyvaskemaskin	35
5.3.4. Avløp fra bad og dusj	35
5.3.5. Avløp totalt fra husholdning	36
6. VURDERINGER	38
6.1. Oppklarende forhold	38
6.2. Forurensningsbidrag fra klosettavløp	38
6.2.1. Målte forurensningsmengder fra vannklosettene er vesentlig lavere enn de teoretisk fastsatte tallene på grunn av pendlertapet	38
6.2.2. Gjennomsnittspersonene er mindre og forurenser mindre enn voksne som deltar i lab-undersøkelser	41
6.2.3. Kostholdsinntaket bestemmer de personlige forurensningsutslippene	41
6.2.4. Det daglige urinutslippet står for 72 % av fosformengden og 90 % av nitrogenmengden fra fysiologisk utskilte stoffer	43
6.3. Fosforbidraget fra vaskemidler fra 50-årene og til idag	44
6.4. Foreløpig sammenstilling	50
7. REFERANSER	52

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Denne litteraturundersøkelsen tar for seg opprinnelsen til de tradisjonelle spesifikke tallene for avløp fra husholdning. Det viser seg at tallene er hentet fra NIVA's Oslofjordundersøkelse delrapport 11 "Totaltilførsler av forurensningskomponenter via elver, bekker og kloakkledninger til indre Oslofjord" (1) 1967. Det er spesielt tallene for fosfor 2,5 g P/p.d. og nitrogen 12,0 g N/p.d. som har blitt stående uimotsagt i alle disse årene og er referert i en rekke senere rapporter og lærebøker.

Litteraturstudiet viser at tallene ikke er basert på målinger, men på skjønnsmessige vurderinger av fysiologisk utskilte stoffer fra voksne personer. Tallenes bakgrunn er dessuten vanskelig å fastslå. Det kan videre slås fast at fastsettelsen av tallene er svært tilfeldig og at en revvurdering av de spesifikke tallene bør gjennomføres.

Litteraturstudiet har i tillegg tatt for seg de viktigste undersøkelsene for avløp fra enkeltkildene i husholdningen. De avdekker flere viktige forhold som kan oppsummeres i følgende konklusjoner:

1. Forurensningsmengdene fra vannklosettene er vesentlig lavere i undersøkelser hvor det er foretatt målinger, enn når bidraget er basert på teoretiske beregninger utfra fysiologiske utskilte mengder.
2. Siegrist et al. (2) fant utslipp fra vannklosettet alene på 0,55 g P/p.d. fosfor og 4.14 g N/p.d. nitrogen fra 4 amerikanske eneboliger. Tilsvarende tall fra to andre amerikanske undersøkelser Laak (3) og Ligman (4) hvor utslippet fra vannklosettet var basert på teoretiske verdier viste 1.74 g P/p.d. fosfor og 15.7 g N/p.d. nitrogen i gjennomsnitt. Differansene skyldes i hovedsak pendlertapet.
3. Målingene fra Sydsbogen har tidligere vist verdier fra boliger totalt på 1,71 g P/p.d. fosfor og 7,90 g N/p.d. nitrogen som synes i overensstemmelse med Siegrist's målinger.

4. Forurensningsmengdene fra fysiologisk utskilt fosfor synes i hovedsak å være basert på voksne personer. Gjennomsnittspersonene i et boligområde er selvfølgelig mindre og forurenser mindre enn voksne personer.
5. Foreløpige studier av tidligere undersøkelser tyder på at gjennomsnittspersonen totalt skiller ut 1,3 til 1,4 g P/p.d. fosfor og ca. 12 g N/p.d. nitrogen.
6. De fysiologisk utskilte stoffmengdene er avhengige av det daglige kostholdet og vil variere med spisevanene.
7. Kostholdsundersøkelser viser at kvinner forurenser mindre enn menn og barn mindre enn voksne (se figur 2).
8. Nærmere undersøkelser viser også at det daglige urinutslippet utgjør hele 72 % av fosformengden og 90 % av nitrogenmengden av den totale fysiologiske utslippsmengden fra mennesker. Det store fosforinnholdet i urinen er oppsiktsvekkende fordi mange til nå har trodd at dette i hovedsak er knyttet til feces.
9. Undersøkelsen viser store variasjoner i de fosformengdene som kommer fra vaskemiddelfosfor. De største bidragene fra vaskemidler finner sted i USA mens Norge har minst.
10. I 1983 var fosforbidraget fra tøyvaskemidler i husholdningen i gjennomsnitt 0,54 g P/p.d. i Norge, mens det i USA var 1,49 g P/p.d og i Sverige 0,96 g P/p.d. Innholdet i norske vaskemidler har vært gradvis synkende fra midten av 60-årene.
11. Ut fra en foreløpig vurdering (se avsnitt 6.4) synes den spesifikke forurensningsproduksjonen fra en norsk gjennomsnittshusholdning i 1983 ved 0 % fravær å være 2,15 g P/p.d. Ut fra et "gamle" tallet på 2,50 g P/p.d betyr dette en senkning på 0,35 g P/p.d, altså en senkning på 14 %. Imidlertid har man vanligvis lagt til et sanitærbidrag fra ansatte på toppen av 2,50 g P/p.d når man har beregnet tilføringsgrad, slik at den reelle senkningen er større.

12. Denne senkningen av husholdningens forurensningsbidrag med hensyn på fosfor, har stor betydning på en rekke områder. Ledningsnettene's og renseanleggenes tilføringsgrader vil øke. Ledningsnettets tilstand blir noe bedre enn tidligere antydnet. Betydningen av utlekkende fosfor fra husholdningen blir mindre, mens fremmedvannets forurensningsbidrag (diffuse kilder og avrenning fra jordbruk) relativt sett, blir større.

2. HENSIKTEN MED UNDERSØKELSEN

Hensikten med denne enkle litteraturundersøkelsen er å bringe klarhet i hvordan de tradisjonelle tallene for spesifikk forurensningsproduksjon har oppstått. Bakgrunnen er å gi et bedre grunnlag for å vurdere de "gamle" tallene opp imot de nyere undersøkelsene som er gjennomført de siste årene. Det er påvist avvik i de resultater som er oppnådd, og det er viktig å undersøke hvorfor avviket oppstår.

De avvikende resultatene har skapt usikkerhet omkring de spesifikke forurensningstallene fra husholdning. Det er derfor viktig både å repetere bakgrunnen for hvordan de tradisjonelle tallene har oppstått og undersøke litt nærmere hvilke faktorer som bestemmer størrelsen på de spesifikke tallene fra husholdningen. En økt forståelse på dette området vil forhåpentligvis fjerne usikkerhetene.

3. SPESIFIKKE FORURENSNINGSMENGDER FRA HUSHOLDNINGEN

3.1. Hva som menes og hva de omfatter?

Med spesifikk forurensningsmengde menes mengden av et bestemt stoff som finnes i forurensningsstrømmen fra visse aktiviteter. For at stoffmengden skal bli spesifikk må stoffmengden som vanligvis måles som vekt, divideres med et eller annet uttrykk for produksjonsstørrelsen.

I forbindelse med avløpsvann er det vanligst å omtale vektmengden av følgende forurensningsparametre:

- Total fosfor Tot-P
- Total nitrogen Tot-N
- Kjemisk oksygenforbruk KOF

Men det benyttes også spesifikke tall for

Biokjemisk oksygenforbruk

Suspendert tørrstoff

Totalt tørrstoff

og mange andre.

Det er egentlig ingen begrensning på hvilke parametre som kan benyttes. Kravet er at forurensningsparameteren kan kvantifiseres og at den foreligger i en form som er relativt stabil. Det er også viktig at forskjellige analysemetoder kan gi forskjellige konsentrasjoner for en bestemt parameter. Analysemetoden blir derfor en viktig opplysning for enkelte parametre hvor dette kan slå særlig ut.

Vanligvis angis stoffmengden i gram av stoffet, men andre vektenheter kan selvfølgelig også anvendes. Dessuten vil vannmengder bli angitt i liter og det kan også være aktuelt å angi antall av en parameter for eksempel antall bakterier. Stoffmengden må også angis i forhold til en tidsenhet, for eksempel:

- a) vekt pr. døgn
- b) vekt pr. uke
- c) vekt pr. år

De spesifikke forurensningsmengdene som omtales i denne rapporten angis vanligvis som gram pr. døgn.

Det betyr ikke at man kan forvente den samme stoffproduksjonen hver dag. Produksjonen kan variere betydelig fra dag til dag og det er nødvendig å foreta målinger over en lengre tidsperiode for å få et representativt gjennomsnitt som omregnes til gram pr. døgn.

Det siste momentet er at stoffproduksjonen pr. døgn må angis i forhold til en bestemt produksjonsstørrelse. Følgende enheter kan være uttrykk for slike størrelser:

- a) vekt pr. døgn og person
- b) vekt pr. døgn og bolig
- c) vekt pr. døgn og arealenhet.

Det vanligste i forbindelse med spesifikke tall for forurensning fra avløpsvann er å angi tallene pr. person.

Her kan det lett oppstå usikkerhet fordi kommunale avløpsledninger vanligvis ligger nedgravet og boligtilknytning og lekkasjeforhold er vanskelig å få rede på. Skal tallet bli riktig må det selvfølgelig divideres med det faktiske antallet personer som er med på å produsere avløpsvannet. Et annet moment er at personer kan være svært ulike i størrelse og har derfor en forskjellig forurensningsproduksjon. Dessuten vil pendling og tilstedeværelse spille en viktig rolle for produksjonen.

Til slutt er det viktig å vite hvor man måler slik at forurensningsmassen er representativ for den aktivitet man lager spesifikke tall for. I denne rapporten gjelder det spesifikke tall fra husholdning. Det er da viktig at det måles på forurensningen som kun stammer fra husholdningsaktiviteter. Det vil si på steder hvor det ikke kan komme

forurensninger fra fremmedvann. I praksis betyr det at det enten må måles på spillvannsledningen rett utenfor bygningene eller på ledningsnett som er helt tett og ikke tar inn fremmedvann av noen art. Slikt fremmedvann kan inneholde andre forurensninger slik at forurensningsmengden øker.

Mange undersøkelser stammer fra målinger på renseanlegg og ledninger med tvilsom kvalitet. Spesifikke tall beregnet fra målingene på slike steder kan gi andre resultater enn undersøkelser som bare innbefatter avløpsvann fra husholdningen.

En tredje type målinger vil være de som også omfatter avløpsvann fra arbeidsplasser og ervervsvirksomhet. Dette vil også øke de spesifikke tallene hvis ikke disse virksomhetene tas med i produksjonsstørrelsen.

Siden denne rapporten konsentreres om den våte forurensningstransporten fra husholdningen er det på sin plass å nevne de aktivitetskil-dene i boligene som bidrar med forurensningsmengder. Det er følgende:

1. vannklosett
2. kjøkken, utslagsvask
3. automatisk kjøkkenvaskemaskin
4. automatisk tøyvaskemaskin
5. bad og dusjavløp
6. søppelkvern (vanligvis ikke tillatt i Norge).

3.2. Hva bruker vi de til?

De spesifikke forurensningstallene har et meget stort bruksområde, og det gjøres daglig en rekke usikre beslutninger på grunnlag av disse tallene i mange sammenhenger. Følgende oversikt viser noen av de områder hvor de spesifikke tallene danner grunnlag i vurderingene:

1. Ved beregning av tiltak mot forurensningstilførsler og bruk i modeller for ressursbudsjetter.

2. Ved prioritering av tiltak mot forurensningskilder som forårsaker forurensningseffekter i resipienter.
3. Ved beregning av nytten ved kost/nytte vurderinger av tekniske tiltak og investeringer.
4. Ved tilføringsgradberegninger
5. Som grunnlag for aksjoner for begrensning av vaskemiddelfosfor.

Feilaktige tall kan føre til feil investeringer for millioner av kroner, og det er derfor av største betydning å komme videre i dette arbeidet.

4. PRESENTASJON AV SPESIFIKKE TALL FOR AVLØPSVANN FRA HUSHOLDNINGEN

4.1. De tradisjonelle norske tall

Spesifikke forurensningsmengder fra husholdning er presentert i en rekke rapporter opp gjennom tidene. Etter hvert har man begynt å omtale disse tallene som de tradisjonelle norske.

For fosfor og nitrogen har de fleste offisielle rapportene holdt tallverdien konstante opp igjennom 70- og 80-årene. Verdiene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Tradisjonelle spesifikke tall som er anvendt i Norge for forurensninger fra husholdning.

Fosfor Tot-P	:	2,5 g P/p.d.
Nitrogen Tot-N	:	12 g N/p.d.
KOF	:	150 - 120 g O/p.d.
BOF ₇	:	70 - 75 g O/p.d.

For organisk stoff har verdiene variert. BOF₇ anvendes ikke i sammenheng med tilføringsgrad, og her finner man både tallene 70 og 75 g O/p.d. som vanlige norske referansetall. De fleste referanser har angitt 70 g O/p.d. den siste tiden.

Det har heller ikke vært vanlig å avende KOF-tallene ved beregning av tilføringsgrad. KOF-resultatene har imidlertid ofte vist god sammenheng med fosfor og nitrogen-tilførslene og er sporadisk benyttet som støtteparameter ved beregning av tilføringsgrad. Imidlertid fikk man svært ofte lavere tilføringsgrader med KOF. Derfor ble verdien av KOF justert fra 150 g O/p.d. til 120 g O/p.d. som gir vesentlig bedre samsvar med hovedparameterene fosfor og nitrogen. Idag anvendes 120 g O/p.d. som det tradisjonelle tallet når tilføringsgrad også kontrolleres med hensyn til KOF-tilførslene.

4.2. Hvordan har de norske tallene oppstått og hvor sikre er de?

Det er et faktum at mange norske utredninger og rapporter har referert de samme tallene for fosfor og nitrogen i lengre tid. Når slike tall refereres mange ganger, vokser tilliten til tallene uten at grunnlaget endres. Det er derfor viktig med et tilbakeblikk for å oppspore hvordan disse tallene har oppstått.

Litteraturundersøkelsen viser at de tradisjonelle tallene Total fosfor: 2,5 g P/p.d. og Total nitrogen: 12 g N/p.d. stammer fra rapporten "Totaltilførsler og forurensningskomponenter via elver, bekker og kloakkledninger til indre Oslofjord (1)". Dette er en NIVA-rapport fra Oslofjordundersøkelsen, datert juni 1967.

4.2.1. Opphavet til det spesifikke tallet for fosfor på 2,5 g P/p.d.
Vi må tilbake til Stene Johansen's rapport fra 1967: "Totaltilførsler av forurensningskomponenter via elver, bekker og kloakkledninger til indre Oslofjord" (1) for å se hvordan tallet 2,5 g P/p.d. har blitt "født". Rapporten omfatter en kartlegging av forurensningstilførslene til indre Oslofjord. Kartleggingen er vesentlig basert på vannføringsmålinger, prøvetakinger og analytiske bestemmelser av en rekke forurensningsparametere. Den praktiske del av undersøkelsen fant sted i tidsrommet juli 1964 - januar 1966, etter at et omfattende anleggsarbeid med oppføring av målestasjoner for registrering av vannføring var avsluttet i en rekke forurensede elver og sterkt belastede kloakker.

Resultatene for de spesifikke avløpstallene for denne undersøkelsen er presentert i tabell 2.

Tabell 2. Spesifikke avløpstall fra Osloområdet (1).

Kol.	Prøvetakings- stasjon	Total- fosfat g P/- p.d.	Orto- fosf. g P/- p.d.	BOF ₅ g O/ p.d.	KOF g O/ p.d.	Jern g Fe/ p.d.	BFA g N/ p.d.	Nitrat inkl. nitritt g N/p.d.	Totalt nitro- gen g N/p.d.	Midl. vannf. m ³ /d	Ant. pers. tilsl. m.st.	Sp.f. avløp l/p.d.
1	0310 Nordre Nesøya kloakkrenseanlegg	2,54	1,35	49,16	-	-	10,740	0,303	9,93	120	500	240
2	0410 B Markalleen	3,37	2,30	17,40	71,50	1,976	14,875	9,025	23,90	21600	8000	2700
3	0410 E Vollsveien	0,56	0,32	2,43	15,60	-	2,285	0,603	8,00	864	4000	216
4	0410 A Franzebråten	3,79	1,98	-	-	0,864	15,771	-	16,00	2074	1750	1185
5	0410 C Mustads vei	1,45	3,64	-	29,30	0,178	10,129	0,013	10,00	2851	7750	367
6	0516 A Skarpsno kloakk- renseanlegg	1,24	0,84	10,90	64,50	0,150	2,220	1,760	8,00	9504	40500	234
7	0520 Filipstad rensekive	4,02	2,06	54,26	10,30	0,343	16,850	1,750	20,00	9763	15600	625
8	0601 A Festningen kloakkrenseanl.	1,83	0,90	32,80	54,60	0,411	6,150	0,008	6,0	70416	182000	386
9	0617 A Bekkelaget kloakkrenseanl.	0,85	0,46	36,70	20,00	0,510	4,764	0,044	5,00	51597	178000	290
10	0617 X Bølerskrenten	2,22	1,09	-	-	-	10,880	0,011	11,16	141	1118	126
11	Gj.snitt kol. 1 og 10	2,38	1,22	48,16	-	-	10,810	0,167	10,50	131	809	162
12.	Gj.snitt kol. 1-10	2,19	1,49	30,52	37,97	0,633	9,466	1,490	11,80	16879	43922	384

Det fremgår av resultatene at det spesifikke avløpet målt i l/p.d. er svært høyt for flere av prøvetakingsstasjonene. Fremmedvannsinntaket er med andre ord svært høyt noen steder, ledningsnettets inkluderer flere bekkelukninger og er av svært variabel kvalitet. De spesifikke forurensningsmengdene er angitt som vekt pr. person og døgn. Målingene i de urbane områdene vil derfor inkludere tilførslene fra industriavløp og sanitæravløpene fra de ansatte. De beregnede spesifikke forurensningstilførslene vil bli lavere hvis det tas hensyn til personequivalentene fra industri og erverv.

Man må dessuten regne med at det på denne tiden (1964-1965) var høye spillvannstap som gikk utenom prøvetakingsstasjonene på kloaknettet. Dette senker de beregnede spesifikke tallene. På den annen side går det klart frem at kloakkledningene med høyt spesifikt avløp, mye fremmedvann og industriavløpsvann får høyere spesifikke forurensningstilførsler.

Det er regnet ut to gjennomsnittsverdier i tabell 2. Det første gjennomsnittet gjelder prøvetakingsstasjon Nordre Nesøya og Bølerskrenten. Disse data opplyses å være mest pålitelige da de respektive kloakkeringfeltenes belastning er nøye kartlagt og det foreligger et stort antall prøver. Det andre gjennomsnittet gjelder alle stasjonene.

Resultatene i tabellen er interessante på flere måter, og de representerer sannsynligvis de første systematiske målingene på forurensningsmengder fra spillvann (kloakk) med mer eller mindre tilførsler fra fremmedvann og industribidrag. Målingene med hensyn på totalfosfor viser imidlertid store variasjoner. Sett i lys av dagens kunnskap er disse variasjonene logiske.

Filipstad renseskive har høyest fosformengde pr. døgn og person. Dette er naturlig fordi det bor få i området, og ervervsbidraget er stort. Belastningen målt pr. bosatt person blir derfor meget stor. Fosfor- og nitrogenbelastningen fra Markalleen og Franzebråten er også stor, men her er også fremmedvannsbidraget meget stort. Store fremmedvannsinntak øker nitrogenbidraget spesielt.

Fosforbelastningen for Vollveien, Mustadsvei, Skarpsno og Bekkelaget er spesielt lave og tyder på at spillvannstapet er betydelig. Spesielt er det kjent at den avskjærende ledningen i Vollveien senere viste seg å være i meget dårlig forfatning med store spillvannslekkasjer til Lysakerelven.

Det må kunne trekkes den konklusjon fra målingene i denne undersøkelsen at de var meget verdifulle som tilføringsmålinger til indre Oslofjord, men representerer et svært variabelt og usikkert grunnlag for å bestemme norske spesifikke tall for forurensningsproduksjon fra husholdningen.

Dette har prosjektlederen tydeligvis selv tatt konsekvensen av fordi fastsettelsen av de spesifikke tall i stedet baseres på teoretiske vurderinger av målinger og vanskelig kontrollerbare litteraturopplysninger.

Fastsettelse av fosfortallet

Det sentrale i dette litteraturstudiet er imidlertid å vise hvordan de 2,5 g P/p.d. har oppstått. Derfor presenteres følgende sitater fra rapporten (1).

"Kloakkvannets kjemiske sammensetning kan deles opp i en rekke analysekomponenter, og vi vil i det følgende forsøke å angi mengden av de viktigste, uttrykt som vekt pr. person og døgn. Resultatene er dels hentet fra litteraturen, dels basert på NIVA's målinger i Oslofjordområdet.

For at våre egne målinger skal være representative, må de være foretatt i kloakkledningssystemet hvor kloakkledningsfeltet er kontrollerbart hva belastning angår. Felter med industriavløp vil i sterk grad kunne innvirke på resultatene, og kan kun benyttes i unntakstilfelle. Vannprøvene bør dessuten være tatt automatisk kontinuerlig over flere døgn i tørrvårsperioder.

Med de krav som er nevnt ovenfor, har det ikke vært lett å finne brukbare målestasjoner hvor vi uten altfor store omkostninger kunne rigge til utstyr for kontinuerlig prøvetaking og registrering av vannføring."

Videre siteres. "Som tidligere nevnt, er spesielt verdiene fra stasjonene 0310 og 0617 X pålitelige, og vi har derfor også lagt mest vekt på resultatene herfra.

Tilsvarende data for totalfosfat hentet fra litteraturen, angir følgende verdier:

Tyskland ³⁾	3,22 g P/person/døgn
England	1,65 - 3,61 g P/person/døgn

Ifølge tabell 20 (her 1) varierer gjennomsnittsverdiene, kol. 11 og 12 for totalfosfat i området 2,19 - 2,38 g P/person/døgn.

Ifølge egne beregninger får vi:

a) Fra menneskelige ekskrementer ⁴⁾	1,610 g P/person/døgn
b) Oppvaskvann, skylling, matrester etc., antatt	0,160 "
c) <u>Forbruk av vaskemidler</u>	<u>0,670 "</u>
SUM	<u>2,440 g P/person/døgn</u> =====

Størsteparten av ledningssystemet er bygget som kombinert system, og da våre undersøkelser ikke gir opplysninger om hvilken økning forurensningstilførselen får som følge av utspyling i regnperioder, synes et valg av spesifikt avløpstall på 2,5 g P/person/døgn å være realistisk."

Denne gjennomgangen viser for det første at måten man har kommet frem til 2,5 g P/person/døgn er basert på en egen og teoretisk beregning. Det fremgår også at man har "sjelet" til resultatene i undersøkelsen

med spesiell vekt på data fra Nordre Nesøya (2,54 g P/p.d.) og Bøler-skrenten 2,22 g P/p.d. Man har nok også sett på de to utenlandske referansene hvor den tyske er meget høy og hvor den engelske viser stor spredning.

Det er også helt tydelig at man her mener person med p og ikke person-enhet eller personekvivalent. Det betyr at man ikke har tatt hensyn til ervervsbelastningen. Hadde man gjort det, ville tallene for de urbane områdene i Oslo blitt lavere. Det er også klart at beregningen er satt opp for en husholdning, mens i vurderingene avrundes tallet oppover fra 2,44 g P/p.d. til 2,5 g P/p.d. med et utgangspunkt i fellessystem og økning i forurensningstilførslene på grunn av utspyling i regnperioder.

Det er også feil å angi ekskrementer som kilde til de 1,610 g P/p.d., siden det egentlig er urinen som bidrar med mesteparten.

Hovedkonklusjonen er at de 2,5 g/p.d. er bestemt på et skjønnsmessig grunnlag, og at de ikke tar utgangspunkt i målinger fra kontrollerte felt i husholdningen. De to feltene som hovedsaklig gir avløp fra boligområder gir 2,38 g P/p.d. i gjennomsnitt.

4.2.2. Opphavet til det spesifikke tallet for total nitrogen på 12 g N/p.d.

Siden det tradisjonelle nitrogentallet stammer fra samme rapport, vil diskusjonen om usikkerhetene rundt undersøkelsen (1) i foregående avsnitt også være representative for nitrogentallet. Følgende sitat fra rapporten trekkes frem:

"Nitrogen er i denne undersøkelse bestemt som:

Bundet og fri ammonium (BFA) uttrykt som N

Nitrat inkl. nitrit uttrykt som N.

Summen av disse komponenter blir i det følgende kalt totalt nitrogen.

Data fra litteraturen angir følgende verdier:

Tyskland ³⁾	13,53	g N/person/døgn
Tyskland	11,5-14,0	"
Holland	11,5-14,0	"
Geigi Scientific tables ⁴⁾	16,3	"

Som det fremgår av tabell 20, ko. 11, 12 og 13, ligger gjennomsnittsverdiene for våre egne målinger i området 10,5-12,00 g N/person/døgn.

Et spesifikt tall på 12,00 g N/person/døgn synes å være realistisk, våre forhold tatt i betraktning."

Referansene i rapporten er dårlig angitt slik at det er vanskelig å finne alle originalreferansene. Disse kan derfor ikke kontrolleres. Her har man imidlertid valgt å ta mest hensyn til undersøkelsens egne målinger og ikke til litteraturreferansene som i hovedsak angir noe høyere nitrogentall. Man må her ha klart i minne at undersøkelsene er gjennomført i relativt ukontrollerte felt med mye fremmedvann som øker nitrogentallene og med spillvannstap som senker tallene. Netto-virkningen er vanskelig å bedømme.

Konklusjonen er at tallet på 12 langt fra er så skråsikkert som tradisjonen etter hvert har fått det til.

4.2.3. Opphavet til spesifikke tall for organisk stoff

Den samme rapporten (1) viser seg også å inneholde grunnlaget for fastsettelsen for tall for BOF-verdier og KOF-verdier selv om disse tallene har variert noe opp gjennom tidene. For helhetens skyld presenteres derfor utdrag fra rapporten også om disse parametrene:

"BOF₅ Data fra litteraturen angir følgende verdier:

USA	45 - 72	g O/person/døgn
England	37 - 90	"
Sveits	34 - 85	"
Sverige	40 - 100	"
Holland	54	"
Tyskland	54	"
Tyskland	79	"

I tabell 20, kol. 11, 12 og 13, varierer våre målte BOF_5 -verdier i området 30,52 - 49,16 g O/person/døgn.

De relative store variasjonene skyldes i vesentlig grad kloakkeringsfeltets karakter og ledningssystem. Spredt landsbebyggelse har relativt lave belastningstall, tettbebyggelse med industri, relativt høye tall. Man regner likeledes med at kombinerte ledningssystem som fører overvann fra gater o.l., har vesentlig høyere BOF_5 belastning enn tilsvarende separatsystem.

Således har man i Sverige foretatt følgende oppdeling:

Kloakkvann fra spredt landsbebyggelse	40 g O/person/døgn	
" " tettbebyggelse:		
separatsystemer	70	"
komb. systemer	100	"

En liknende oppdeling er foretatt for United Kingdom:

Kloakkvann fra spredt bebyggelse	37,0 g O/person/døgn	
" " tettbebyggelse	59,5	"
" " septiktanker	43,6	"

Som det fremgår av oversikten, varierer BOF_5 belastningene mer fra område til område enn fra land til land. For våre forhold i Oslo-området synes det som om BOF_5 belastningen er lav sammenliknet med utenlandske verdier. Årsaken til dette er behandlet nærmere under kapittel VI.

For våre beregninger av totaltilførsler har vi for tettbebyggelse valgt å bruke et spesifikt avløpstall for BOF_5 på 60 g O/person/døgn.

Kjemisk oksygenforbruk (KOF)

I litteraturen er det lite å finne av brukbare sammenlikningstall.

Ved NIVA's kjemilaboratorium blir det imidlertid oppgitt at forholdet KOF/BOF_5 for kloakkvann vanligvis ligger i området 1,25:1 - 2,25:1.

Spesifikke data for KOF fra egne målinger fremgår av tabell 20.

KOF-verdiene varierer i området 33 - 38 g O/person/døgn, kol. 12 og 13, tilsvarende KOF/BOF₅-forhold utgjør 0,94:1 - 1,25:1.

Arsaken til våre lave målte KOF-verdier kan tilskrives det forhold at kloakkvannet inneholder organiske stoffer som ved vår benyttede analysemetode for KOF-bestemmelser er vanskelig nedbrytbare.

Ved å benytte et forholdstall på 1,25 og den tidligere fastsatte BOF₅-verdi på 60 g O/person/døgn får vi spesifikk KOF-belastning på 75 g - O/person/døgn."

Dette utdraget viser hvordan tallene for organisk stoff fra avløpsvann/spillvann/kloakk er fastsatt, tall som senere har blitt stående. Imidlertid avviker KOF-verdien kraftig fra den verdien som ble anvendt ved NIVA i slutten av 70-årene.

I Vann nr. 4 i 1974 finnes følgende avsnitt under Nytt fra NIVA:

"DIVERSE

Verdier for BOF, fosfor og nitrogen til beregning av personekvivalenter (p.e.) er nå revurdert innen NIVA, og følgende enheter anbefales brukt:

Organisk stoff v/BOF₇
75 g O/person.døgn

Organisk stoff v/KOF K₂Cr₂O₃
150 g O/person.døgn

Fosfor
2,5 g P/person.døgn

Nitrogen
12 g N/person.døgn"

Det har vært vanskelig å finne grunnlaget for at KOF-verdien ovenfor er satt til 150 g O/p.d. Nærmere undersøkelser tyder på at tallet er oppstått ved at forholdet mellom BOF_7 :KOF er som 1:2. Dette er muligens i høyeste laget, og dessuten kan 75 g O/p.d. for BOF_7 være noe høyt.

4.2.4. Opphavet til tall for fysiologisk utskilt fosfor

Det er to tall for fysiologisk utskilt fosfor som står sentralt i norsk sammenheng. Det ene er; fra menneskelige ekskrementer (5): 1,610 g P/p.d. som utgjør hovedbasis for den teoretiske oppbygningen av det tradisjonelle tallet på 2,5 g P/p.d. fra husholdning. Vist i rapport (1) (1967). Det andre tallet er; fysiologisk utskilt fosfor: 1,96 g P/p.d.

Dette tallet ble presentert i en artikkel i Vann i 1971 med tittelen "Bør vi revurdere våre spesifikke avløpstall for fosfor?" (6).

Begge disse tallene er ment å representere den samme belastningen fra vannklosettet og har senere fått meget stor betydning. Tallene er tillagt betydelig vekt i senere vurderinger. Det er derfor viktig å bringe klarhet i hvor riktige eller representative tallene er. Spesielt har tallet på 1,610 g P/p.d. blitt trukket frem i sammenhenger med å sløyfe vannklosett og anlegge biodo istedet. Dessuten i forbindelse med aksjonen mot fosforholdige vaskemidler.

Holdbarheten av 1,610 g P/p.d.

Tallet er angitt med tre desimaler. Referansen er oppgitt til Documenta Geigi, Scientific Tables, sixth edition. Dette viser seg å være en sveitsisk legemiddelbok med en rekke detaljerte medisinske opplysninger.

Nærmere studier av de medisinske opplysningene viser at tallet ovenfor må være beregnet delvis på skjønn utfra meget spesielle detaljopplysninger i boken.

Under avsnittet om feces under gruppen fosforinnhold gis det to referanser som vist nedenfor:

Fosforinnhold i feces.	Gj.snitt	95 % område	Standard avvik	Ref.
a) spebarn (12 stk) mmol/kg	5,28	2,38-8,18	1,45	(7)
b) voksne mmol/kg	-	(10 - 25)		(8)

(mmol x 31 = mg P/kg)

Denne referansen viser at det ikke er noe entydig måte å komme frem til et gjennomsnittstall for fosformengden fra en befolkningsgruppe. Det eneste tallet ovenfor som kan benyttes, er det som gjelder voksne personer (det opplyses videre at disse hadde et gjennomsnittlig fosforinntak på 25 - 50 mmol/24 h). Hvis man går ut fra 17,5 mmol/24 h tilsvarer dette 0,55 g P/p.d. fra feces.

Dette må sammenholdes med mengdene i urinutskillelsen. Under dette avsnittet finner vi følgende referanser:

Fosforinnhold i urinen:

Ref.	Enhet	Gj.snitt	95% område *	Standard avvik S	
a) Nyfødte 1 dag	mg/kg kr.vekt/24 h	0,12	0,06-0,18	0,03	9
b) Nyfødte 7.dag	"	0,32	0-0,7	0,19	9
c) Unge menn (12 stk)	"	16,5	10,1-22,9	3,2	9
d) Voksne	g/24 h	-	0,8- 2,0		10

* (Ekstremt område)

Omregnet i mengder pr. individ sett i forhold til en gjennomsnittlig kroppsvekt og utfra at gjennomsnittsverdiene faller midt mellom yttergrensene, kan følgende mengder settes opp.

- a) Nyfødte 1 dag (3,5 kg/p) < 0,01 g P/p.d.
- b) Nyfødte 7 dager (3,5 kg/p) < 0,01 g P/p.d.
- c) Unge menn (68 kg/p) 1,12 g P/p.d.
- d) Voksne 1,14 g P/p.d.

Denne referansen viser store forskjeller mellom spebarn, unge menn og voksne. Mengden fosfor som skilles ut via urin er svært avhengig av hva som spises og drikkes. 50-80 % av den fosfatmengden som tas inn i form av mat eller drikke, kommer ut via urinen (11). Hvis vi legger sammen den beregnede feces fra voksne og urinmengden fra unge menn, fås følgende regnestykke:

Beregnet mengde feces fra voksne:	0,55 g P/p.d.
Beregnet mengde urin fra unge menn:	<u>1,12 g P/p.d.</u>
Totalt	1,67 g P/p.d.

Det er på dette grunnlag noe vanskelig å se hvordan man ut fra referansen (4) har kommet frem til tallet 1,610 g P/p.d. slik som beskrevet i Oslofjordundersøkelsen.

De referansene som er oppgitt, er tydeligvis gitt på grunnlag av undersøkelsen av utskilt feces og urin fra bestemte aldersgrupper og gir ikke noe veiet gjennomsnitt. Dessuten kan mengdene variere i forhold til kosten.

Det er dessuten direkte feil slik det står i den opprinnelige rapporten (1), at tallet på 1,610 g P/p.d. er fra menneskelige ekskrementer. Tallet utgjør en sum, og mesteparten kommer fra urin.

Hovedkonklusjonen her er derfor at tallet på 1,610 g P/p.d. er delvis misvisende og det er usikkert hvilken aldersgruppe den representerer, men mest sannsynlig gjelder det voksne personer. Det vil derfor være nødvendig å gå nærmere inn på andre tilsvarende referanser å se hva de sier, spesielt se på hva alderssammensetningen betyr for personlige utslipp av fosfor.

Holdbarheten av 1,96 g P/p.d.

Samdal's artikkel i Vann (6) oppgir Sødergren (12) som referanse. Referansen viste seg å stamme fra et foredrag i Nordisk Jordbruksforskeres Forening i et kollokvium som ble holdt på Blindern i 1964.

Tittelen var: "Fosfatbidrag från detergenter", Anders Sødergren, Zoologisk Institutionen, Lund. Hans hovedforedrag går som tittelen beskriver ut på å gi en analyse av hva fosfor fra vaskemidler betyr i eutrofieringssammenheng. Det stedet hvor det klassiske tallet fremkommer, er vist i nedenforstående sitat:

"De ytterst preliminära undersökningar jag har haft tillfälle att utföra i Norge bekräftar detta. I Akersälva, en starkt förorenad älv som rinner genom Oslos centrum, utgör detergentfosfaterna c:a 15-20 % av totala fosfathalten. Från ett av stadens reningsverk kan redovisas i stort sett samme andel.

För att gå uonlands, har man enligt en gammal uppgift från 1959 i Tyskland beräknat de syntetiska tvättmedlens fosfatbidrag per person och dag till 1,7 g, uttryckt som P_2O_5 . Detta kan jämföras med det "fysiologiska" genomsnittsvärdet 4,5 g P_2O_5 , som människan anses bidra med per dag."

Det er tallet på 4,5 g P_2O_5 som omregnet til fosfor uttrykket som P som gir 1,96 g P/p.d. (faktor 62/142). Det er ikke gitt noen nærmere referanse og det er uklart om dette tallet også stammer fra Tyskland. Bakgrunnen for tallet blir derfor usikkert, og man vet lite om hvordan tallet har oppstått, hvor mange som inngår i undersøkelsen, hvilke kjønn eller antall barn.

4.2.5. Konklusjoner på hvordan de norske tallene har oppstått og hvor sikre de er

Denne gjennomgangen viser følgende konklusjoner:

1. De fleste tradisjonelle tallene for spesifikke forurensningsmengder stammer fra delrapport II i Oslofjordundersøkelsen (1) og målingene er utført i perioden 1964-1965.
2. Tallene er imidlertid ikke basert på målinger, men på skjønnsmessige vurderinger ut fra teoretiske tall og tvilsomme litteraturhenvisninger.
3. Tallene er derfor i høyeste grad usikre og bør derfor ikke tillegges avgjørende vekt.

5. GJENNOMGANG AV VIKTIGE UNDERSØKELSER SOM HAR BETYDNING FOR SPESIFIKKE TALL FOR AVLØP FRA HUSHOLDNINGEN

5.1. Innledning

Det finnes mange opplysninger om spesifikke tall i litteraturen. Mange av disse opplysningene er ofte basert på andres undersøkelser uten at det er skikkelig referert, slik at man kan finne frem til originalarbeidene. Noen spesifiserer ikke alltid godt nok hva slags vann som er analysert og hvordan prøvene er tatt. Variasjonene i resultatene er derfor ofte stort.

Tabell 3 viser en oversikt over en del lett tilgjengelige referanser for spesifikke fosformengder i avløpsvann målt på kommunale ledninger.

Tabell 3. Fosformengder i avløpsvann målt på kommunale nett.

Tyskland ³ 1966	3,22 g P/p.d.
England	1,65- 3,61 g P/p.d.
Husmann 1950	0,9 g P/p.d.
Jansa 1955	1,5 g P/p.d.
Johansson og Cronholm 1953	2,0 g P/p.d.
Imhoff (1958)	2,3 g P/p.d.
Skutle (1953)	2,4- 2,9 g P/p.d.
Owen (1953)	2,4 (1,5 - 3,7) g P/p.d.

Disse referansene er benyttet i en rekke kjente rapporter og foredrag, men er dårlig referert slik at originalartiklene er vanskelige å oppspore. Det er derfor vanskelig å legge noe større vekt på tallene.

Børstad (Østlandskonsult) har i et foredrag i 1975 gjengitt følgende oversikt når det gjelder svar på spørsmål om spesifikke forurensningsmengder fra Sverige.

Tabell 4. Spes. forurensningsmengde i henhold til svar fra Statens Naturvårdsverk, Sverige.

Rapport	Angitt forurensningsmengde g/p.d			Spes. middel avløp l/p.d	Anmerkninger
	BOF ₇	Total fosfor	Total nitrogen		
Household waste water	54	3,8	12,1 ¹⁾	130	1) Kjeldal nitrogen
Engwalls Østersjørapport	80	4,0	13,0	-	-
Naturvårdsverkets publikasjon 1972:7	70	4,0	-	-	-
Fra div. undersøk. på 50-tallet	-	0,9-2,9	8-13	-	-
KSL's VA-utskott	35-50	-	-	-	-
Stockholm renseanlegg	50-60 85	-	-	-	Boligavløp. inkl. industri
Stockholm by ra eolshäll	80-90	2,7-3,7	22,4-13,4	-	-
40-ra i Sverige	Laveste Middel Høyeste	16 63 464	0,8 2,7 13,6	5,0 13,8 36,9	- - -

Det har imidlertid mindre verdi å gjennomgå disse tallene fordi referansene ofte er de samme, og det er vanskelig å skaffe rede på hvordan målingene er oppstått.

Når det gjelder nyere norske undersøkelser, henvises det til de arbeidet som pågår i samarbeid mellom ANØ og NIVA om "Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området" (13).

Resten av denne rapporten vil konsentrere seg bare om undersøkelser av avløpsvann (spillvann) fra leiligheter og bolighus hvor det også er foretatt målinger av enkeltkildene internt i boligene. Slike målinger øker forståelsen for individuelle variasjoner og gir viktig innsikt for hvilke aktiviteter i boligen som bidrar.

Det er aldri foretatt slike målinger i Norge, mens det er utført en i Sverige i 1965. Dessuten presenteres noen nyere undersøkelser fra USA.

Det gjøres oppmerksom på at både tidsrom når disse undersøkelsene er utført og land er viktig, og resultatene kan ikke uten videre overføres til Norge.

5.2. Eskil Olssons undersøkelse av forurensningsproduksjonen i en boligblokk i Sverige i 1965

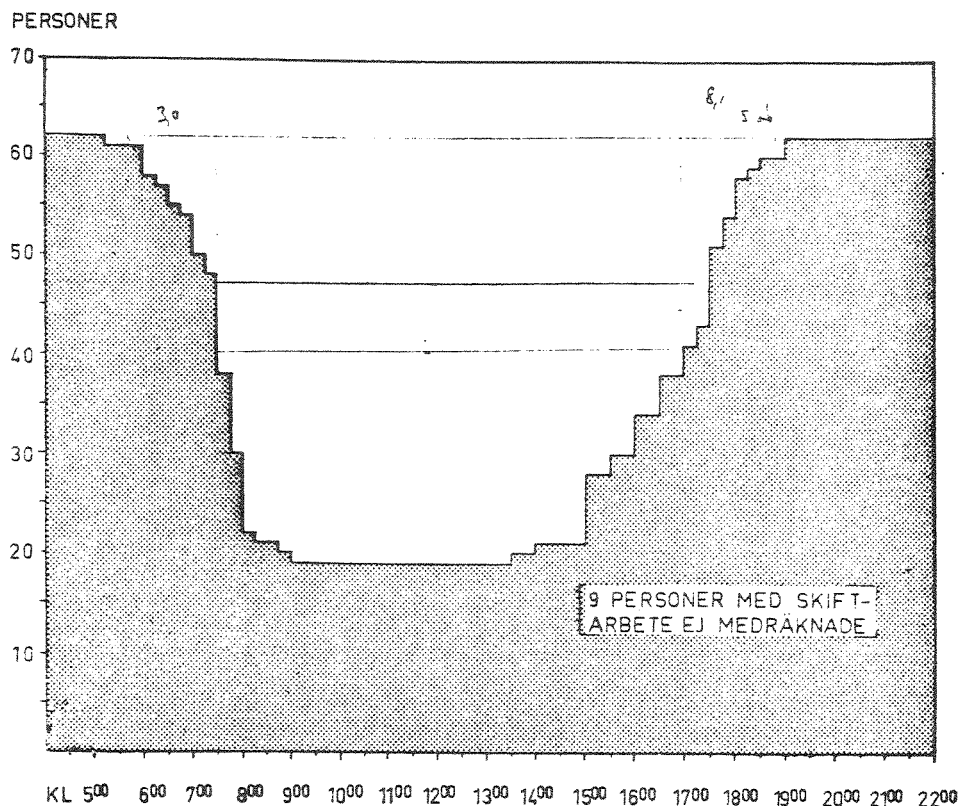
Eskil Olsson (14) gjennomførte en meget grundig undersøkelse av forurensningsmengdene fra en boligblokk i Sverige. Undersøkelsen viser omfanget av forurensningene fra enkeltkildene internt i leilighetene. Dette arbeidet har blitt stående som det viktigste innen området, men amerikanske undersøkelser har senere supplert de svenske. Den svenske undersøkelsen har blitt stående som en klassiker, og det gis her en grundig gjennomgang av resultatene.

Olsson's undersøkelse fra 1967 analyserer spillvannet fra baderommet, kjøkkenet, vaskerommet og klosettet hver for seg. Han benyttet en boligblokk med 25 leiligheter i alt, og med 71 bosatte personer. Aldersfordelingen viser relativt mange voksne med 53 voksne (over 16 år), 14 barn mellom 3-15 år og 4 barn under 3 år. Figur 1 viser variasjoner i personalantallet i løpet av døgnet.

I tidsrommet mellom kl. 0900 og 1330 er det 19 personer tilstede hvorav 12 er voksne og 7 barn. Målepunktene var plassert slik at de fikk med seg avløpet fra følgende kilder:

1. 10 kjøkken
2. 10 baderom
3. 1 felles vaskekjeller
4. 15 kjøkken + 15 baderom + 3 toalettrom
5. 28 vannklosetter

Vannklosettene var utstyrt med Liljendahls vakumavløpssystem.



Figur 1. Variationer i personantallet i huset under døgnet.

Undersøkelsen er utført over en 12 ukers-periode fra 11.1 - 4.4 1965 og omfatter et betydelig analyseprogram. BOF₅ prøvene har dominert i antall fordi disse ble tatt ut daglig slik at nedbryting ikke skulle finne sted. Analysene av fosfor, nitrogen og KOF (KMnO₄) derimot, er lagret på ukebasis.

Spillvannsmengdene fra baderomskjøkken og kombinasjon av de to, ble målt ved at vannet fra de forskjellige kildene ble oppsamlet i oppsamlingskar på 200 liter som var parvis sammenkoblede. Nivå-registreringer ble foretatt manuelt med avlesning hver halvtime.

Prøvetakingen ble foretatt ved at det ble tatt ut manuelle prøver når tankene var fulle. Prøvene ble overført til store plastflasker i kjøleskap.

Vannmengdene fra klosettavløpene ble målt ved å multiplisere antall spylinger med spylevannsvolum pr. gang (1,4 liter pr. spyling i gjennomsnitt), volumet av feces og urin ble addert på et teoretisk grunnlag og ble satt til 1,3 l/p.d. for feces og urin og 0,2 l/p.d. for annet, totalt 1,5 l/p.d.

Prøvetakingen av vannet fra klosettavløpet er imidlertid basert på en stikkprøve pr. uke. De 12 prøvevolumene ble tatt tilfeldig på ulike ukedager. Denne metoden gir usikkerhet i analysene for klosettavløpets belastningsverdi i g/p.d.

Undersøkelsene av spillvannet fra vaskekjelleren er utført for en vaskemaskin. Det ble tatt en stikkprøve pr. uke etter slumpmetoden. Det totale vannforbruket i vaskekjelleren ble målt ved hjelp av vannmåler.

Noen av resultatene fra Eskil Olsson's undersøkelse fra 1965 (publisert 1967) (14) er vist i tabell 5.

Tabell 5. Spesifikke verdier i spillann fra husholdningen oppdelt fra kjøkken, badrom og vaskerom, klarert og totalt (Sverige, 1967) (14).

Analyse	Spillvann			Klosett	Totalt
	Kjøkken	Baderom	Vaskerom		
BOF ₅ g O/p.d.	17	5	3	20	45
Tot-P g P/p.d	0,3	0,6	1,3	1,6	3,8
Kjeldal-N g N/p.d.	0,6	0,3	0,2	11	12,1
Tørrstoff g/p.d.	36,5	22,1	19,0	53	130,6
Gløderest g/p.d.	9,2	12,0	12,1	14	47,3
Glødetap g/p.d.	27,3	10,1	6,9	39	83,3
Susp. stoff g/p.d.	12,9	3,0	1,6	30	47,5
KOF (KMnO ₄) g O/p.d.	34	7	7	72	120
Vannmengde l/p.d.	51	62	8,5	8,5	130

Resultatene i tabell 5 viser relativt lave BOF_5 verdier med 45 g O/p.d. totalt. Dette til tross for at BOF_5 analysene er tillagt betydelig vekt, og analysegrunnlaget er meget stort og grundig gjennomført. Prøvene er ikke lagret mer enn ett døgn før analyse, og oksygenforløpet i prøveflaskene er overvåket som funksjon av tiden. Mulighetene for nedbrytning ved lagring er derfor eliminert i denne undersøkelsen.

Analysene for KOF målt som KMnO_4 er derimot høye med 120 g O/p.d. Målt med dikromat ville verdien sannsynligvis blitt ennå høyere. Det er bidraget spesielt fra kjøkken og klosett som bidrar til de høye KOF-verdiene.

Det totale fosforbidraget fra Olsson's undersøkelse i 1965 summerer opp til hele 3,8 g P/p.d. Dette høye tallet er sannsynligvis utgangspunktet for de høye fosfortallene som er referert i Sverige i lengre tid og har sannsynligvis også påvirket til å heve det norske tallet. Det er derfor viktig å se litt nærmere på hva rapporten sier om bakgrunnen for dette.

Hovedårsaken til at fosforbidraget har blitt så stort, synes å være høyt fosforinnhold i vaskemidlene i svensk husholdning på den tiden undersøkelsene ble gjennomført (1965).

I publikasjonen for undersøkelsene (15) opplyses det at det totale vaskemiddelforbruket i prøveperioden i hele forsøksblokken ble målt til 29 g/p.d som med datidens fosforkonsentrasjon i vaskemidlene ble beregnet til 2,5 g P/p.d fra vaskemidler alene!

I undersøkelsen ble fosformengden i avløpsvannet fra blokken's fellesvaskerom i kjelleren ("tvättstuga"), målt til 1,3 g P/p.d. Dette tallet er mindre enn den beregnede mengden ut fra vaskemiddelforbruk og fosforinnhold. Forutsatt at målingene i avløpet fra fellesvaskerom i kjelleren er riktig, må dette bety at resten av vaskemiddelfosforet, 1,2 g p/p.d (2,5 g P/p.d - 1,3 g P/p.d) kommer via kjøkken-, baderom- eller vannklosettavløpet.

Det opplyses i rapporten at intensivundersøkelsen avslørte at det forekommer noe vasking på baderommene oppe i leilighetene. Dette kan forklare det litt høye fosforbidraget fra baderommene på 0,6 g P/p.d. Dessuten opplyses det i publikasjonen av avviket også forklares med at en del vaskemidler fra rengjøringsbøtter og lignende helles i klosettene. Dette bidro til å øke bidraget fra vannklosettet.

Det kan slås fast at Olssons undersøkelse inneholder en rekke grunnleggende og viktige opplysninger om avløpsvannets mengde og sammensetning, men at fosforbidraget i vaskemidlene idag er langt lavere i Norge, ca. 0,60 g P/p.d. enn det ble målt i den svenske undersøkelsen i 1965, nemlig 2,5 g P/p.d., altså 1,9 g P/p.d. lavere. Hvis de øvrige komponentene ellers er konstante ville totalbidraget fra husholdningen idag med utgangspunkt i det norske forbruket av vaskemiddelfosfor utgjøre 1,90 g P/p.d.

Det er ikke utført lignende undersøkelser til den Olsson har gjort i Sverige i 1965, hverken i Norge eller senere i Sverige. Derimot er det senere gjennomført noen viktige amerikanske undersøkelser.

5.3. Amerikanske undersøkelser

Siegrist et al. (2) gjennomførte en undersøkelse av spillvann fra husholdning fra enkeltboliger i 1974. Undersøkelsen omfatter 11 boliger hvor vannforbruket for de enkelte installasjonene i boligene og antall ganger bruk pr. dag ble undersøkt. I fire av disse boligene ble det tatt prøver av spillvannet fra hver enkelt enhet i husholdningen slik at spesifikke verdier for hver enhet kan beregnes.

Resultatene er innsamlet i flere 3-4 dagers perioder i løpet av våren og sommeren 1974. Jeg har for egen regning slått sammen flere av de kolonnene som naturlig hører sammen og angitt totale forurensningsmengder for de 4 amerikanske enkeltboligene. I dette arbeidet har jeg tatt med de mest sentrale parametrene og angitt disse i g/p.d. Resultatet av dette er vist i tabell 6.

Tabell 6. Spesifikke verdier for spillvann fra 4 familier (USA 1974)
(2). Datakonsentrat g/p.d.

Parameter	Vann- klosett	Søppel- kvern	Kjøkken- utslagsvask	Autom. oppvask- maskin	Tøy-vaske maskin	Bad Dusj	Totalt bolig
BOF ₅	10,7	10,9	8,34	12,6	14,8	3,09	60,4
TOC _U	7,78	7,32	5,00	7,28	10,3	1,75	39,4
TS	28,5	25,8	13,8	18,2	48,4	4,59	139,3
Tot-N	4,14	0,63	0,42	0,49	0,73	0,31	6,72
NH ₃ -N	1,11	0,01	0,03	0,05	0,03	0,04	1,27
NO ₃ -N	0,03	0	0	0	0,03	0,01	0,07
Tot-P	0,55	0,13	0,42	0,82	2,15	0,04	4,11
Orto-P	0,31	0,09	0,18	0,38	0,52	0,02	1,50

Siegrist sammenligner sine egne resultater med 3 andre viktige amerikanske referanser på spillvann fra enkeltkildene i husholdningen fra lignende undersøkelser nemlig Ligman (2) Laak (7), Bennett (1).

5.3.1. Avløp fra vannklosett

Siegrist tar først for seg resultatene for avløp fra vannklosett som er vist i tabell 7.

Tabell 7. Spesifikke forurensningsmengder fra vannklosett i amerikanske undersøkelser.

Parameter	Ligman (9)	Laak (7)	Bennett (1)	Siegrist (2)
BOD ₅ g O/p·d	23,6	23,5	6,9	10,70
SS g/p·d	30,9	-	36,5	12,50
Total-N g N/p·d	16,8	14,5	5,2	4,14
Total-P g P/p·d	1,36	2,11	-	0,55

Verdiene fra Ligman (4) og Laak (3) er svært like men er vesentlig høyere enn resultatene fra Siegrist's egen undersøkelse og til dels Bennett's. Siegrist opplyser at verdiene fra Ligman's og Laak's arbeider hovedsaklig er basert på småskalaanalyser av individuelle prøver

av urin og feces og på opplysninger fra annen tilgjengelig litteratur vedrørende menneskelige avfallsprodukter. Forurensningsbidraget pr. person og dag representerer det totale daglige mengden av utskilte avfallsstoffer fra en gjennomsnittlig voksen person.

Den gjennomsnittlige forurensningsmengden fra vannklosettet i g/p.d. i undersøkelsen til Siegrist og Bennet er derimot basert på reelle målinger av avløpsvannet fra klosettet i de boligene som inngår i undersøkelsen. Resultatene representerer den gjennomsnittlige daglige mengden av forurensninger som kan ventes fra en gjennomsnittlig villa i landlige områder ved den daglige bruk av husets toaletter. Gjennomsnittsboligen inkluderer barn, tenåringer og voksne slik at det er naturlig at gjennomsnittspersonen produserer et mindre bidrag enn en gjennomsnittlig voksen person. En del av familiemedlemmene avleverer sine personlige bidrag til toaletter utenfor hjemmet.

Det er derfor naturlig at bidraget fra toalettene pr. person blir vesentlig lavere i disse undersøkelsene enn i undersøkelsen til Ligman og Laak. Reduksjonen er vist i tabell 8.

Tabell 8. Redusert bidrag fra klosettavløp som følge av mindre tilstedeværelse og gjennomsnittspersoner i forhold til voksne.

Parameter	Reduksjon
BOD ₅	54 %
SS	60 %
Total-N	74 %
Total-P	68 %

Det fremgår av tabell 9 at det spesielt er økende fravær som bidrar til senket bidrag pr. person i de forskjellige undersøkelser.

Tabell 9. Spesifikke forurensningsmengder fra vannklosett pr. ned-skylling i amerikanske undersøkelser.

Parameter	Ligman (9)	Laak (7)	Bennet (1)	Siegrist (2)
BOD ₅ g O/p·d	6,38	4,36	1,92	6,74
SS g/p·d	8,34	-	10,10	7,87
Total N g N/p·d	4,54	2,68	1,47	2,60
Total P g P/p·d	0,3	0,39	-	0,34
Anvendelse av toaletter pr. døgn	3,7	5,4	3,6	1,6

Man ser her at bidragene pr. bruk ikke er så svært forskjellige, men at antall anvendelser av toaletter pr. døgn er vesentlig lavere pr. person i Siegrist undersøkelsen.

5.3.2. Avløp fra kjøkken og oppvaskmaskin

Når det gjelder spillvannet fra en kjøkkenoppvaskbenk og automatisk oppvaskmaskin må disse sees under ett. Siegrist's resultater er sammenlignet med resultatene fra Ligman og Laak i tabell 10. Sammenligningen viser vesentlig høyere bidrag i Siegrist undersøkelse. Siegrist forklarer med at de høye tallene i hans undersøkelse skyldes spesielt to av familiene som hadde litt spesielle forhold.

Tabell 10. Spesifikke forurensningsmengder fra kjøkkenbenk og oppvaskmaskin i amerikanske undersøkelser.

Parameter	Ligman (9)	Laak (7)	Siegrist (2)
BOD ₅ g O/p·d	5,90	9,20	21,00
SS g/p·d	2,72	-	9,38
Total P g P/p·d	0,45	-	1,24

5.3.3. Avløp fra tøyvaskemaskin

Spillvannet fra tøyvaskemaskin er av spesiell interesse siden fosforbidraget kan være betydelig.

Resultatene fra Ligman, Laak og Sigrist med hensyn på gram pr. person og døgn er vist i tabell 11.

Tabell 11. Spesifikke forurensningsmengder fra vaskemaskin i amerikanske undersøkelser.

Parameter	Ligman (4)	Laak (3)	Siegrist (2)
BOD ₅ g O/p·d	9,51	7,90	14,81
SS g/p·d	7,25	-	10,97
Total-N g N/p·d	-	-	0,73
Total-P g P/p·d	2,27	1,56	2,15

Laak opplyser at det er benyttet vaskemidler med høyt fosfatinnhold. På tross av dette har Ligman og Siegrist fått enda høyere bidrag av fosfor fra vaskemaskinene. Det må her bemerkes at fosforinnholdet i amerikanske vaskemidler ligger langt over det som er vanlig i Norge.

5.3.4. Avløp fra bad og dusj

Spillvannet fra bad og dusj er også tatt med i sammenligningen. Tabell 12 viser hvordan bidraget fra disse kildene er i de forskjellige undersøkelsene.

Tabell 12. Spesifikke forurensningsmengder fra bad og dusj i amerikanske undersøkelser.

Parameter	Ligman	Laak	Siegrist
BOD ₅ g O/p.d.	9,06	6,18	3,09
SS g/p.d.	5,44	-	2,26
Total-N g N/p.d.	-	-	0,31
Total-P g P/p.d.	-	0,010	0,036

Resultatene viser at bad og dusjvann har lavt bidrag av forurensninger. Ifølge Siegrist utgjør prosentbidraget fra bad og dusj 6,2 % av ufiltret BOD₅, 6,4 % av suspendert stoff, 5,0 % av totalt nitrogen og mindre enn 1,0 % av totalt fosfor. Deres målte bidrag i dusj og badavløpet var i god overensstemmelse med andre amerikanske verdier.

5.3.5. Avløp totalt fra husholdning

Den totale forurensningsproduksjonen målt som g pr. person og døgn fra husholdningen fra amerikanske undersøkelser er vist i tabell 13.

Tabell 13. Total forurensningsproduksjon fra amerikanske husholdninger målt som g/p.d.

Parameter	Ligman (4)	Laak (3)	Bennett (16)	Siegrist (2)
BOD ₅ g O/p.d	48,0	48,5	34,9	49,4
SS g/p.d	46,2	-	47,1	34,9
Tot-N g N/p.d	16,8	16,4	7,24	5,89
Tot-P g P/p.d	4,1	3,9	-	4,1

Disse tallene inkluderer avløp fra søppelkvern som er vanlig i USA og bør trekkes i fra for å få en skandinavisk sammenligning. Imidlertid vil det med hensyn til fosfor også være galt å trekke direkte sammenligning fordi fosforinnholdet i amerikanske vaskemidler er langt høyere enn i norske.

Det mest interessante med denne tabellen er imidlertid nitrogenresultatene. De viser vesentlig lavere resultater fra Siegrist og Bennetts undersøkelser som er basert på faktiske målinger fra toalettene. Ligman og Laaks målinger er basert på beregningen av fysiologisk utskillelse fra voksne personer fra laboratorieundersøkelser. Forskjellen er meget iøynefallende og avslører at tilstedeværelsen er uhyre viktig ved kontrollmålinger av nitrogental. Nitrogenavløpet fra husholdningen kommer nesten utelukkende fra toalettene.

6. VURDERINGER

6.1. Oppklarende forhold

Litteraturundersøkelsen har til nå vist at det hovedsaklig er tre forhold som er årsak til at det forekommer variasjoner i forureningsmengdene fra husholdning målt som gram pr. person og døgn. Variasjoner som følge av fremmedvannsbidrag, avløp fra industri og arbeidsplasser og feilmålinger hører ikke med i disse vurderingene om husholdningsavløpsvann og holdes derfor utenom (se forøvrig referanse (13) kritisk analyse).

De tre forholdene er:

1. variasjoner fra toalettene
2. variasjoner i vaskemidlenes fosforinnhold
3. bruk av søppelkverner.

Det siste punktet er spesielt for amerikanske forhold, og siden søppelkvernen vanligvis ikke er tillatt i Norge holdes dette punktet utenom i de videre vurderinger.

6.2. Forureningsbidrag fra klosettavløp

6.2.1. Målte forureningsmengder fra vannklosettene er vesentlig lavere enn de teoretisk fastsatte tallene på grunn av pendlertapet

Forureningsbidraget fra klosettavløp er enten fastsatt på grunnlag av mengde feces eller urin som utskilles fra menneske eller på faktiske målinger fra vannklosettet. I de undersøkelsene hvor faktiske målinger er benyttet, har alle funnet lavere verdier enn de teoretiske.

Det er derfor av meget stor betydning hvor de personlige utslippene sendes i løpet av dagen. Siegrist (2) har gjennomført målinger av spillvannet fra klosettavløp og har ikke som så mange andre undersøkelser basert seg på teoretiske og derved totale personlige utslippsmengder. Dette førte til at Siegrist i sin undersøkelse bare fant

0,55 g P/p.d. fosfor og 4,14 g N/p.d. nitrogen i klosettavløpet, og kan forklarer dette med lav tilstedeværelse i løpet av dagen. Disse reduksjonene er meget dramatiske og viser at bruk av teoretiske tall for personlige utslipp kan være helt misvisende. Dette forholdet må derfor trekkes sentralt inn ved beregningen av forurensningsproduksjonen, og det er en viktig årsak i forklaringen av de lave forurensningstallene fra Sydsbogen hvor det samme fenomenet med pendlertap gjør seg gjeldende.

De tradisjonelle norske tallene er basert på teoretiske vurderinger og tok utgangspunkt i 1,610 g P/p.d. fra menneskelige ekskrementer. Tabell 14 viser en oversikt over spesifikke forurensningsmengder fra menneskelig avføring og urin hentet fra kjente litteraturreferanser. Disse resultatene er basert på analyser av totale mengder utskilt urin og feces fra mennesker. De fem første referansene i tabellen er hentet fra en sammenstilling av data i Olssen's rapport (14). Tallene er her satt opp på en mer oversiktlig måte. De to siste referansene er hentet fra to amerikanske undersøkelser som inngår i Siegrist's (2) sammenlignende undersøkelser. Felles for alle undersøkelsene er at de er basert på analyse av totale urin- og fecesmengder fra en mindre gruppe forsøkspersoner.

Tabell 14 viser relativt sammenfallende verdier, og gjennomsnittsverdiene er beregnet. Imidlertid er fosformengden fra summen av urin og feces i gjennomsnitt 1,46 g P/p.d. og dette er lavere enn den verdien som tidligere er benyttet i Norge. Det er all grunn til å foreta en revurdering av dette tallet. Også tallet for nitrogen avviker ved at summen fra urin og feces alene utgjør 14,0 g N/p.d. som er større enn tallet på 12 g N/p.d. som totalt benyttes for hele husholdningsutslippet.

Tabell 14. Spesifikk forurensningsmengder fra menneskelig avføring og urin. Totale mengder.

Referanse	Mengde g/p.p.d			Tørrstoff g/p.p.d.			B0F ₅ g O/p.p.d.			Tot-N g N/p.p.d.			Tot-P g P/p.p.d.		
	Urin	Feces	Tot.	Urin	Feces	Tot.	Urin	Feces	Tot.	Urin	Feces	Tot.	Urin	Feces	Tot.
Viel (1941)	1200	110	1310	55,0	27,0	82,0				11,5	1,5	13,0	0,8	0,6	1,4
Spector (1958)	1160	115	1275	55,9	25,6	81,5				10,4	1,6	12,0	1,0	0,6	1,6
Painter 8 Veney (1959)	1170	90	1260	-	-	-				12,2	1,5	13,7			
Camp (1963)	-	-	-	43,1	20,5	63,6				12,6	1,8	14,4	0,6	0,3	0,9
Anbenius	-	-	-	-	-	-				12,5	1,7	14,2	1,1	0,3	1,4
Ligman (3)	-	-	-	59,8	27,2	87,0	10,4	11,3	21,7	15,4	1,36	16,76	0,91	0,45	1,36
Laak (4)	-	-	-	-	-	-	9,1	11,1	20,2	13,2	1,29	14,49	1,88	0,21	2,09
Gjennomsnitt	-	-	-	53,5	25,0	78,5	9,6	11,2	21,0	12,5	1,5	14,0	1,05	0,41	1,46

6.2.2. Gjennomsnittspersonene er mindre og forurenses mindre enn voksne som deltar i lab-undersøkelser

Et annet viktig punkt er det faktum at de fleste opplysningene i tabell 14 baseres på utslipp fra voksne personer. Siegrist tar opp dette forholdet i sin rapport (2) og det er også bemerket av Vråle i Sydskogenrapporten (17).

Det er helt klart at forurensningsmengdene som utskilles via urin og feces er mindre fra barn enn voksne i følge Documenta Geigy Scientific tables. Sammenligningen viser at resultatene i tabellen i hovedsak gjelder voksne personer.

6.2.3. Kostholdsinntaket bestemmer de personlige forurensningsutslippene

Et annet viktig forhold er at det daglige kostholdsinntaket bestemmer det personlige utslippet av fosfor og nitrogen og andre forurensninger. Bare en mindre del medgår til oppbygning av kroppen i vekstperioden og dette er så lite kan stort sett neglisjeres. Individuelle vaner i kostholdet kan gi variasjoner i de personlige utslippsmengdene og det kan også forekomme forskjeller på grunn av kostholdsvanene i forskjellige land.

Den sannsynlig beste måten å skaffe bedre opplysninger om forurensningsmengdene i de personlige utslipp er gjennom kostholdsundersøkelser for ulike aldersgrupper og kjønn.

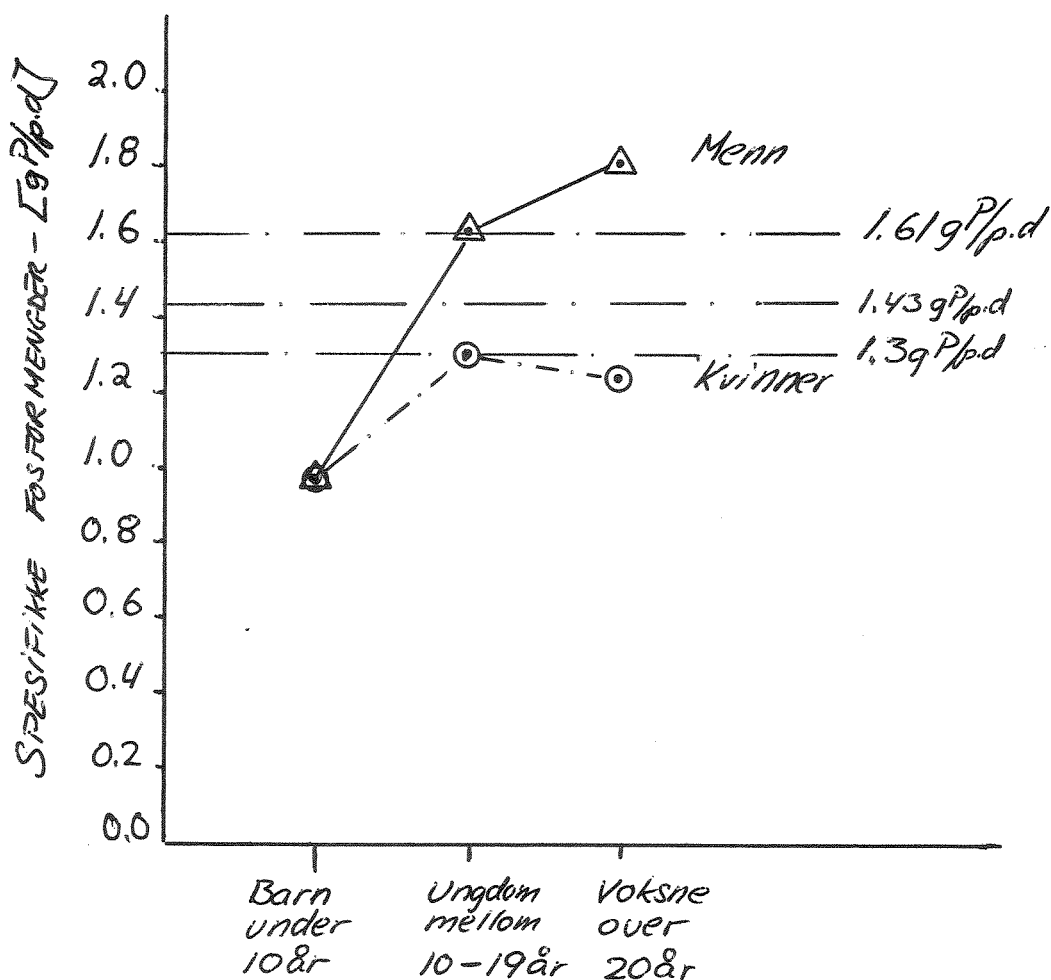
Landsforeningen for kost og helse utførte en undersøkelse over fosforinnholdet i innkjøpt mengde mat til husholdningene i Norge for årene 1977, 1978, 1979. De kom frem til at det gjennomsnittlige fosforinnholdet var 1,3 g pr. person og dag og representerer en norsk gjennomsnittlig person.

Peter Balmer ved NIVA tok i 1977 initiativ til å få utført en hovedoppgave for Norges tekniske høgskole (NTH) med tittelen: "Beregning av avløpsvannets sammensetning ved materialstrømsanalyse". Denne hovedoppgaven ble utført av stud.techn. Terje Østhus ved NIVA høsten 1977 (18) og gav meget interessante resultater. Resultatene fra kostholdsundersøkelsen viser i tabell 15 tall for personlige utslipp av fosfor og nitrogen.

Tabell 15. Personlige utslipp av nitrogen og fosfor basert på kostholdsundersøkelser (18).

Stoff	FRA KOSTHOLDSUNDERSØKELSER					Veid gj.snitt
	Menn >20	Kvinner >20	Gutter 10-19	Jenter 10-19	Barn <10	
	g/p.d	g/p.d	g/p.d	g/p.d	g/p.d	
Nitrogen	16,2	10,9	13,6	10,8	7,7	12,3
Fosfor	1,81	1,24	1,63	1,31	0,97	1,43

Disse resultatene er grafisk fremstilt i figur 2.



Figur 2. Grafisk fremstilling av spesifikke fosformengder i fysiologiske utskilte stoffer fra menneske av forskjellig kjønn og aldersgrupper.

Selv om tallene muligens ikke er helt representative siden de baserer seg på 6 kostholdsundersøkelser med 767 personer tilsammen, 4 kystbygder og 2 innlandsbygder og ingen fra mer bypregede samfunn, viser de en klar tendens. Alderen er en viktig faktor når personlige utslipp vurderes, og dessuten forurenses kvinner mindre enn menn! Det siste skyldes etter alt å dømme at kvinner spiser mindre enn menn. Det veide middelet gir 1,43 g P/p.d., mens landsforeningen for kosthold og helse's undersøkelse, som er utført på landsbasis, gav 1,3. Begge disse tallene er betydelig lavere enn tallet på 1,61 som ble benyttet som basis i det tidligere norske tallet for personlig fosforutslipp.

Nitrogentallene for personlig utslipp viser en helt tilsvarende tendens som fosfortallene. Disse forholdene er med på å forklare de svingningene som finnes i litteraturen.

Det er ønskelig å få en bedre oppdeling av de spesifikke tallene fra feces og urin for flere aldersgrupper og slik at de stemmer med aldersinndelingen til statistisk sentralbyrå.

Det synes ut fra dette påkrevet å foreta en revurdering av grunnlagtallene for spesifikke mengder ut fra disse nyere opplysninger. Et gjennomsnittsmenneske i Norge har etter alt å dømme følgende personlige utslipp.

Totalt mengder urin og feces	fosfor g P/p.d.
Gjennomsnittsmengde:	<u>1,4</u>

6.2.4. Det daglige urinutslippet står for 72 % av fosformengden og 90 % av nitrogenmengden fra fysiologisk utskilte stoffer

Et annet viktig forhold som har kommet noe i bakgrunnen, er det faktum at urinutskillelsen er vesentlig viktigere som forurensningsutslipp med hensyn på fosfor og nitrogen er fecesutslipp. Gjennomsnittsverdien angitt i prosent er vist i tabell 16.

Tabell 16. Prosentfordeling av fosfor og nitrogen mellom total daglig utskilt urin og fosfor. Gjennomsnittsverdier for voksne personer (Fra tabell 15).

	Totalt-Nitrogen		Totalt Fosfor	
	g N/p.d.	%-fordeling	g P/p.d.	%-fordeling
Urin	12,5	89,3	1,05	71,9
Feces	1,5	10,7	0,41	28,1
Totalt	14,0	100,0	1,46	100,0

Denne oversikten viser at 72 % av fosformengden i det personlige utslippene finnes i urinen og 90 % av nitrogenet. Det betyr at det er spesielt viktig hvor urinmengdene ender opp nå materialbalanser vurderes.

6.3. Fosforbidraget fra vaskemidler fra 50-åra og til idag

Det første tøyvaskemidlet som kom på markedet, var opphøvlende såpe-spon, men allerede i 1932 ble det første sammensatte såpepulver fabrikkfremstilt. Dette inneholdt foruten såpe, soda og perborat som viktige komponenter. Disse vaskemidlene var de rådende i hele mellomkrigs-tiden.

Vaskemidler som var basert på såpe hadde den svakhet at de var ømfintlige overfor hardt vann, fordi såpe i hardt vann felles ut som kalk-såpe som kan gi belegg på tøyet.

De første automatiske vaskemaskinene kom i handelen i midten av 50-årene. Trommelmaskinene ga skumplager, og det ble behov for mer lavt-skummende vaskepulver. De første syntetiske vaskeråstoffene dukket opp på det norske marked i 1951 og erstattet snart delvis eller helt såpe. De ble først vanlige fra midten av 50-tallet og ble da videreutviklet med stadig nye tilsetninger som fosfat, perborat, carboksy-metylcellulose, optiske hvitemidler og enzymer m.m.

Fosfat ble fra 1955 en viktig bestanddel i alle tøyvaskemidler, og de fleste pulverne hadde et fosfatinnhold på 38-40 %. Det fantes også flere spesialvaskemidler med et fosfatinnhold på opptil 60 %. Man hadde fått et effektivt vaskemiddel både til hardt og bløtt vann.

I slutten av 60-årene kom fosfat i Sverige og Norge i søkelyset som en forurensningskilde, og i 1970 bestemte produsentene på frivilling basis å senke fosfatinnholdet til rundt 30 %.

I september 1973 ble det inngått en avtale mellom Miljøverndepartementet og vaskemiddelfabrikanter og importører som gikk på ytterligere å redusere fosfatinnholdet i tøyvaskemidler til under 22 %. Idag gjelder den samme avtalen.

Først og fremst er det viktig å få frem at utslipp av fosfor i vaske- midler i 80-årene, er svært forskjellig fra land til land. Dette er vist i tabell 17.

Tabell 17. Gjennomsnittlig fosfatutslipp angitt som fosfor i g P/p·d fra tøyvaskemidler i 7 ulike land (Referanse Chr. Magnus A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabriker).

Land	År	Bidrag g P/p·d	Norges bidrag i % av de øvrige
Norge	(1983)	0,54	
Sverige	(1983)	0,96	56
Sveits	(1983)	1,14	47
Holland	(1983)	1,37	39
Tyskland	(1984)	1,40	39
USA	(1980)	1,49	36
Danmark	(1983)	1,51	36

Det fremgår at fosforutslippet pr. person fra tøyvaskemidler i Norge i 1983 bare utgjør 56 % av utslippet i Sverige og bare 36 % fra utslippet i Danmark.

Hovedårsaken til disse forskjellene er en kombinert effekt av vaske-middelprodusentenes vilje til å senke fosfatinnholdet, den gjennomsnittlige hardhet i de ulike lands drikkevannsforsyninger (grunnvann kontra overflatevann) og myndighetenes påvirkningsvilje. Det står heller ikke til å nekte at forskningsinstitutter i de ulike land i forskjellig grad har vært opptatt av fosfatenes rolle i eutrofieringssammenhengen. I Norge og Sverige var man tidlig opptatt av fosfatenes rolle for algeoppblomstring, mens man i USA tidligere har vært mindre opptatt av dette. I Danmark har man aldri vært særlig opptatt av fosfor, men har istedet konsentrert seg om nitrogenfjerning.

Tabellen under gjelder tøyvaskemidler i husholdningen. Det er i den sammenheng viktig å se hvor stor andel tøyvaskemidlene utgjør av vaske-midlene i husholdningen. Tall for dette er vist i tabell 18 for landene USA, Sverige og Norge for årene 1975 og 1980.

Tabell 18. Forbruk av vaske- og rengjøringsmidler i husholdningen i USA, Sverige og Norge i 1975 og 1980 angitt som utslipp i g P/p·d og prosentvis fordeling i internt i husholdningen.

	USA				Sverige				Norge			
	1975		1980		1975		1980		1975		1980	
	g P/p·d	%	g P/p·d	%	g P/p·d	%	g P/p·d	%	g P/p·d	%	g P/p·d	%
Tøyvaskemidler	2,04	87,6	1,49	83,3	0,94	84,3	0,93	81,5	0,66	81,8	0,53	81,9
Maskinvaske-midler	0,21	9,0	0,22	12,4	0,08	7,2	0,15	12,9	0,03	3,7	0,07	10,3
Flytende oppvaskemidler	0	0			0	0			0	0		
Rengjøringsmidler	0,05	2,2	0,05	2,8	0,09	8,1	0,06	5,2	0,11	13,5	0,04	6,7
Skuremidler	0,03	1,2	0,03	1,5	0	0,4	0	0,4	0,01	1,0	0,01	1,0
Totalt fra husholdningen	2,33	100	1,79	100	1,11	100	1,14	100	0,81	100	0,65	100

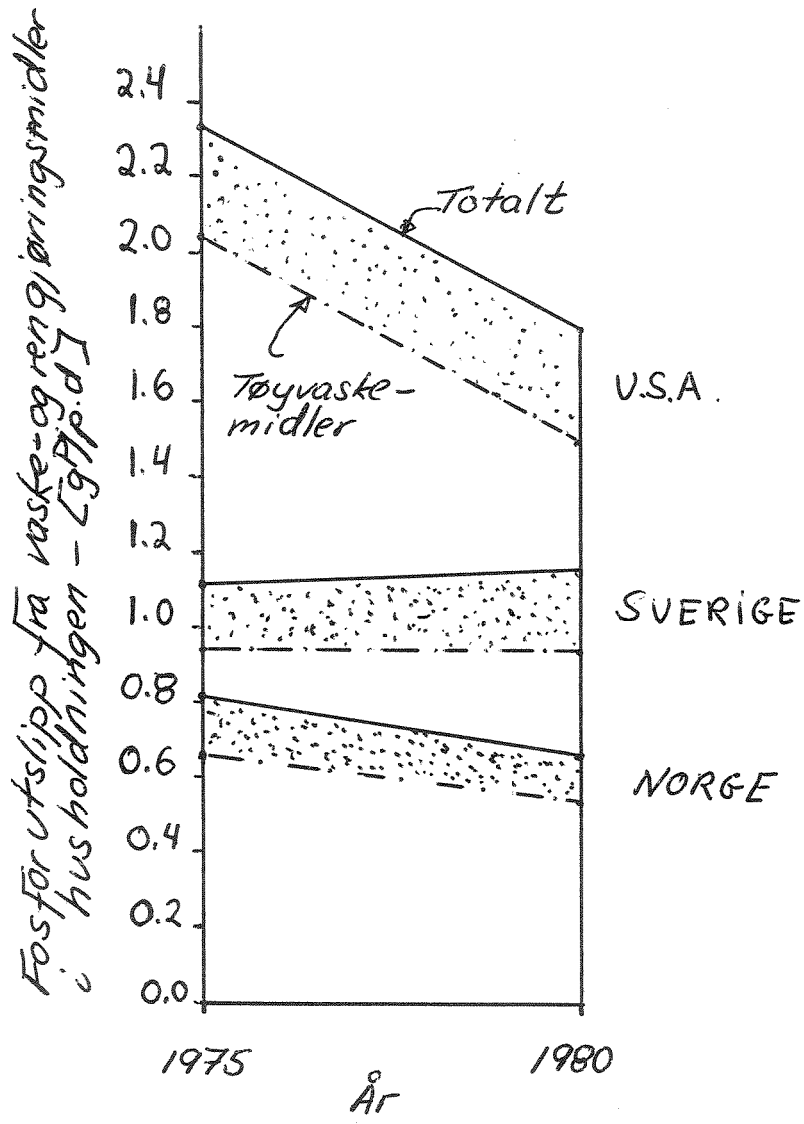
(Referanse Chr. Magnus, A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabriker).

Tabell 18 viser at fosforutslippet fra tøyvaskemidlene utgjør fra 81 % til 88 % av alle vaske og rengjøringsmidlene i husholdningen. Tabellen viser også at fosforutslippet i tøyvaskemidlene er vesentlig redusert i Norge og USA fra 1975 til 1980, mens Sverige har det samme utslippet. Dette er illustrert i figur 3. Nedgangen fra 1975 til 1980 skyldes redusert fosfatinnhold i tekstilvaskemidlene. Differansen mellom det totale forbruket og tøyvaskemidlene utgjør maskinoppvaskmidler, flytende oppvaskmidler, rengjøringsmidler og skuremidler i husholdningen. Flytende oppvaskmidler som benyttes på kjøkken inneholder ikke fosfater. Derimot inneholder maskinoppvaskmidlene store konsentrasjoner og i 1980 35 % fosfatinnhold i alle tre land. Tabell 18 viser det samme utslippet av fosfor fra maskinoppvaskmidler i USA i 1975 og 1980 henholdsvis 0,21 g P/p·d og 0,22 g P/p·d. I Sverige er det en økning fra 0,08 g P/p·d til 0,15 g P/p·d, altså nesten en dobling. I Norge er det mer enn dobling fra 0,03 til 0,07 g P/p·d. De lavere tallene i Norge og Sverige skyldes færre maskinoppvaskmaskiner pr. innbygger, spesielt i Norge. Hvis forbruket av fosfatet i maskinoppvaskmidler ble beregnet pr.person som har oppvaskmaskiner, vil fosforutslippet pr. person og døgn vise betydelig høyere tall.

Variasjonene i fosfatutslippet fra vaskemidler i husholdningen har økt fra omtrent ingenting tidlig i 50-årene, til et maksimum sannsynligvis en gang i 60-årene for Norges vedkommende. Det er gjort forsøk på å fremskaffe slik informasjon, men det er foreløpig ikke lykkes.

Spesielt mangler opplysninger fra 1960-årene som er det tidsrommet da vi tror bidraget av vaskemiddelfosfor i Norge og Sverige var på sitt høyeste. For eksempel viste undersøkelsen til Olsson (14) i 1965 et gjennomsnittlig vaskemiddelforbruk på hele 2,5 g P/p·d! Denne undersøkelsen summerer opp et fosforbidrag fra husholdningen på hele 3,8 g P/p·d.

De fremlagte resultatene viser imidlertid at det spesielt i Norge har foregått en gradvis senkning av utslippet av fosfat fra vaskemidlene i husholdningen. Det foreligger opplysninger om utviklingen av forbruk av fosfater angitt som fosfor i husholdningsvaskemidler levert av A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabrikker fra 1970 og utover. Dette er vist i tabell 19.



Figur 3. Forbruk av vaske- og rengjøringsmidler i husholdningen i USA, Sverige og Norge i 1975 og 1980.

Tabell 19. Forbruk av fosfater (angitt som fosfor) i husholdningsvaskemidler levert av A/S De-No-Fa og Lilleborg Fabriker. (Referanse Chr. Magnus, brev datert 20.7.83).

Forbruk av fosfor			Samlet vaskemiddeltonnasje, 1970 = 100
År	Tonn P	I forhold til 1970	
1970	954	100%	100%
1972	836	87%	113%
1974	651	68%	102%
1976	651	68%	98%
1978	618	64%	92%
1980	635	66%	97%
1982	627	65%	101%
1983x)	656	68%	105%
1984xx)	466	49%	105%

x Beregnet ut fra faktisk produksjon 1. halvår 1983.

xx Antatt samme produksjon i 1984 som i 1983. Reduksjon fra 1983 skyldes bruk av Zeolitt fra og med 1.184 når nytt anlegg står ferdig innkjørt.

Tabellen viser en klar nedgang, spesielt fra 1970 til 1974 og det en ny nedgang i 1984. De-No-Fa og Lilleborg Fabriker har ca. 2/3 av markedet og man regner med at de øvrige leverandørene har en tilsvarende reduksjon i fosforinnholdet. En oversikt over fosforutslippet fra vaskemidlene i husholdningen angitt som g P/p·d i ett større tidsperspektiv er vist i tabell 20.

Tabell 20. Spesifikt utslipp av fosfor fra vaskemidler fra husholdningen i Norge.

År	g P/p·d	Merknader
ca. 1950	0,0	Boligblokk Sverige (Olsson (14))
1965	2,5	
1969	0,92	
1975	0,81	
1980	0,65	
1983	0,65	
1985	0,54	Antatt

Det hadde vært ønskelig med flere opplysninger fra 1960-årene da fosforinnholdet i vaskemiddelforbruket var på topp. Det er imidlertid helt klart at fosforbidraget fra vaskemidlene i husholdningen idag i Norge er betydelig redusert og at Norge ligger svært lavt sammenlignet med andre land.

6.4. Foreløpig sammenstilling

Ut fra de opplysningene som til nå foreligger kan det settes opp følgende spesifikke forurensningsproduksjon fra en norsk husholdning i 1983 beregnet ut fra en gjennomsnittshusholdning og gjennomsnittsperson og ved 0 % fravær.

	Fosfor g P/p·d
Fysiologisk utskilt fra en gjennomsnittsperson	1,40
Fra vaskemidler i gjennomsnitt	0,65
Andre bidrag	0,10
Totalt fra husholdningen	2.15

Her vil grad av fravær redusere tallet, mens for eksempel mer utstrakt bruk maskinoppvaskemidler vil øke tallet. Det kan også være viktig når undersøkelsesområdet viser vesentlig avvik fra landsgjennomsnittet

å korrigere for personenes alder, kjønn og eventuelt andre forhold. Det tas sikte på å bygge opp en modell som enkelt korrigerer for dette i et nytt prosjekt.

Det bør også bemerkes at når spillvannet tar inn fremmedvann kan det være aktuelt å korrigere for fosfor og eventuelt nitrogen som tas inn via fremmedvannet. Betydningen av disse bidragene pr. prosentvis bidrag av fremmedvann kan variere for de ulike områder. Disse forholdene vil også bli undersøkt i ett nytt prosjekt.

7. REFERANSER

1. Stene Johansen, S. "Totaltilførsler av forurensningskomponenter via elver, bekker og kloakkledninger til indre Oslofjord". Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. I. Undersøkelsen 1962-1965. Delrapport 11. NIVA juni 1967.
2. Siegrist, R., Witt, M., Boyle, W.C.: "The Characteristics of rural household wastewater". ASCE Journal of the environmental engineering division. June 1976, Vol 102.
3. Laak, R.: "Manual of grey water treatment practice." Ann Arbor Science 1 SBN 0-250-40136-3, 1974, s.68-78.
4. Ligman, K.J.: "Rural Household Wastewater Simulation", Masters of Science Independent Study Report, University of Wisconsin, Madison, Wisc., 1972.
5. Documenta Geigy, Scientific Tables, sixth edition.
6. Samdal, J.E.: "Bør vi revurdere våre spesifikke avløpstall for fosfor?" Vann nr. 1 1971.
7. Widdowson et al. Lancet, 2 373 (1962).
8. Berger, E.Y., in Comar and Bronner (Eds.), Mineral Metabolism, vol. 1.
9. McCance and Widdowson, Acta paediat (Uppsala), 49, 409 (1960).
10. Consolazio et al., Physiological Measurements of Metabolism Functions in Man, McGraw-Hill, New York, 1963, page 437.
11. Wehrle and Schievelbein, in flaschenträger and lehnartz (Eds.), Physiologische Chemie, vol. 2, part 2b, Springer, Berlin, 1957, page 1.

12. Sødergren, A.: NJF-kollokvium 1964.
13. Vråle, L.: "Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger fra Sydskogen-feltet og ANØ-området". NIVA-rapport 0-84131-02. Mars 1985.
14. Olsson, E.: "Hushållspillvannet - sammensetning og egenskaper". Arbetshandling 1:1967 från Byggforskningen. Hushållspillvannet - sammensetning och egenskaper.
15. Ahl, T., Karlgren, L., Olsson, E. och Tullander, V.: "Husholdsavl- oppsvannet - en undersøkning av sammensetning och egenskaper. Vatten 3/67.
16. Bennet, E.R., and Linstedt, D.K.: "Individual Home Wastewater Characterization and Treatment." Completion Report Series No. 66, Environmental Resources Center, Colorado State University, Fort Collins, Colo., July 1975.
17. Vråle, L.: "Forurensningsproduksjon fra husholdning. Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydskogen i 1983. Røyken kommune". VA-rapport 20/84, F-83451, september 1984.
18. Østhus, T.: "Beregning av avløpsvannets sammensetning ved materialstrømsanalyse". Særkurs i rensing av vann 1977. Hovedoppgave NTH høsten 1977.

rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sigevann fra søppelfyllplass.
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskemikalier
ved Sandvika renseanlegg.
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske
råvannskilder
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge
Research Proposal
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utpøving av analysemetoder for PAH og kartlegging
av PAH-tilførsler til norske vannforekomster
A3-25 Lasse Berglind. Mars 1980
- 5/80 Mobil avvanning av septikslam
Utpøving av septikbil »HAMSTERN»
O-80019 Bjørn-Erik Haugan. November 1980
- 6/80 Tilføringsgrad
Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon
ved Monserud kloakkrenseanlegg. Del 1
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad
Forurensningstilførsler og beregning av
tilføringsgrad for Monserud renseanlegg i 1979. Del 2
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 8/80 Overløp i avløpsnett
Tilstand i dag og mulige tiltak
C2-32 Eivind Lygren. September 1980
- 9/80 Sikring av vannforsyning i Oslo mot
forurensninger ved uhell eller sabotasje
Vurdering av faremomenter. (Sperrert)
O-79084 Egil Gjessing, Jens J. Nygård. September 1980
- 10/80 Important aspects of water treatment in USA
XT-25 Eilen Arctander Vik. Juli 1980
- 11/80 Myrgrøfting, effekt på vannkvalitet
Noen observasjoner fra grøftet myrområde
i Røyken 1971-79
XK-05 Egil Gjessing. September 1980
- 12/80 Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg
F-80417 Torbjørn Damhaug. November 1980
- 13/80 Hvirveloverløp
Avskilling av sedimenterbart materiale og
flytstoffer i overløpsvann
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H₂O₂ in water and
wastewater treatment
Research Proposal
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by
electrolytic addition of aluminium followed by
direct filtration
Research Proposal
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries
A desk survey about planning and ongoing
research projects
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forsøksall Sentralrenseanlegg Vest SRV
Notat
Arild Schanke Eikum, Arne Lundar. Februar 1981
- 4/81 Alkalization/hardening of drinking water
Research proposal
G-314 Egil Gjessing. Februar 1981
- 5/81 Tiltak mot forurensning fra fiskeoppdrett
Behandling av vann i resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrett
Forskningsprogram 1981-1984
FP-80802 Arild Schanke Eikum, Eivind Lygren. Mai 1981
- 6/81 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 2
O-80018 Svein Stene Johansen. Mai 1981
- 7/81 Kalking av tilløp til lille Asketjern for fjerning av humus
Innledende forsøk. O-81065 Eilen Arctander Vik. August 1981
- 8/81 Tilføringsgrad for oppsamlingsnett
Status for eksisterende målinger
O-80055 Lasse Vråle. August 1981
- 9/81 A Water Pricing Study for Western Province,
Zambia. Draft !
O-81022 Svein Stene Johansen. September 1981
- 10/81 Fjerning av humus ved H₂O₂ tilsetning
og UV - bestråling
F-80415 Lasse Berglind. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge
European practice
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

- 12/81 **Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann**
Buhrestua renseanlegg. Nesodden
O-80093 Lasse Vråle. Desember 1981
- 13/81 **Analyse av vannbehov i husholdninger, næringsvirksomhet institusjoner og til kommunaltekniske formål**
O-78028-01 Svein Stene Johansen, Kim Wedum. Desember 1981
- 1/82 **Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann ved ammoniakkavdrivning**
F-81427 Torbjørn Damhaug. Mars 1982
- 2/82 **Rensing av sivevann fra søppelfyllplasser**
OF-80606 Torbjørn Damhaug. Juni 1982
- 3/82 **Hvirvelkammer og hvirveloverløp**
Regulering av vannføring og rensing av overløpsvann
O-79090 Eivind Lygren, Kim Wedum. Mai 1982
- 4/82 **Avvanning av septikslam i container**
O-81104 Bjarne Paulsrud. August 1982
- 5/82 **Kalibrering og justering av vannføringsmålere**
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 **Vurdering av driftsinstrukser og driftsforhold ved renseanlegg rundt Indre Oslofjord**
O-82004 Arne Lundar, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 7/82 **Styring av kjemikaliedosering ved kjemiske renseanlegg**
Erfaringer med bruk av ledningsevne som styringsparameter
O-82025 Torbjørn Damhaug, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 8/82 **Strålingskjemisk oksydasjon av organisk stoff i vann**
Programforslag. (Sperrret)
F-80415 Kim Wedum. September 1982
- 9/82 **Slamstabilisering under høy temperatur ved bruk av rent oksygen**
F-81430 Bjørn-Erik Haugan. Oktober 1982
- 10/82 **Tørrværsavsetninger i fellessystemrør**
O-82022 Oddvar Lindholm. November 1982
- 11/82 **Treatment of septage**
European practice
O-80040 Arild Schanke Eikum. Februar 1983
- 1/83 **Alkalisering av drikkevann**
Delrapport 1 NIVA/SIFF
F-82441 Eilen A. Vik. Mars 1983
- 2/83 **Industriavløp på kommunale renseanlegg**
Forbehandling av meieriavløp i luftede utjevningsbasseng
Delrapport 1
O-82017 Torbjørn Damhaug. Februar 1983
- 3/83 **Samlet optimalisering av avløpsrenseanlegg og avløpsledningsnett**
O-82124 Oddvar Lindholm. Februar 1983
- 4/83 **Driftskontrollprogram for galvanoidindustriens renseanlegg**
O-79049 Eigil Iversen. Mars 1983
- 6/83 **Optimalisering av galvanotekniske industrirensanlegg**
O-82119 Eigil Iversen. Mai 1983
- 7/83 **Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard juli-oktober 1982**
O-82067 Øivind Tryland. Mars 1983
- 8/83 **Analyseresultater for avløpsvann fra Mosjøen Aluminiumverk april-oktober 1982**
O-82027 Øivind Tryland. Mars 1983
- 9/83 **Vannforurensning ved bruk av kalksalpeter som støvdempingsmiddel på grusveger**
O-81050 Eivind Lygren, Reidun Schei. Juni 1983 (Sperrret)
- 10/83 **Funksjonsprøving nr 2 av membran kammerfilterpresser VEAS Mars 1983**
O-82130 Lasse Vråle. Mars 1983
- 11/83 **Spillvannstap fra oppsamlingsnett**
Delrapport 1
Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydsbogen, Røyken kommune
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 12/83 **Spillvannstap fra oppsamlingsnett**
Delrapport 2
Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som alternativ metode for beregning av tifføringsgrad.
Resultater fra undersøkelser ved Sydsbogen, Buhrestua og Siggerud.
O-81041 Lasse Vråle. Desember 1984
- 13/83 **Spillvannstap fra oppsamlingsnett**
Delrapport 3
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta, Ski kommune
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 14/83 **Spillvannstap fra oppsamlingsnett**
Delrapport 4
Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet.
Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.
O-81041 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 15/83 **A feasibility study of fishfarming in Jordan**
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Sperrret)
- 16/83 **Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg**
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrret)
- 17/83 **Water Research in Zambia**
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 18/83 **Water Research in Kenya**
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 19/83 **Water research in Tanzania**
A review of the need for water research
O-83014 Svein Stene Johansen, Torbjørn Damhaug. May 1984
- 20/83 **Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør**
Programforslag
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Sperrret)

rapporter utgitt av NIVA

- 21/83 Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**
Fysisk-kjemisk karakterisering av drenevann og virkninger av drenevann på biologiske forhold i resipienten
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. April 1983
- 22/83 Sandstangen vannverk**
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperrert)
- 23/83 Erfaringer med mottak av septikslam på kommunale renselanlegg**
O-82037 Bjarne Paulsrud. Juli 1983
- 24/83 Miljøgifter i overvann**
O-83063 Oddvar Lindholm. August 1983
- 25/83 Arealfordeling av korttidsnedbør**
O-83005, F-83450 Oddvar Lindholm. Oktober 1983
- 26/83 Urbanhydrologi i Sverige**
En litteraturstudie
O-83092 Oddvar Lindholm. November 1983
- 27/83 Tørrværsavsetninger i fellessystemrør Fase II**
O-82111 Oddvar Lindholm, November 1983
- 28/83 Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renselanlegg R-2, Lillehammer**
O-82083 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan. November 1983
- 29/83 Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS, oktober-november 1983**
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. November 1983 (Sperrert)
- 30/83 Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperrert)
- 31/83 Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. Desember 1983
- 32/83 Suspensjoners synkehastighet**
Metode for analyse av firdelte partiklers synkehastighet i vann
F-81434 Øivind Tryland. Desember 1983
- 33/83 Silgrainsyre som fellingsmiddel ved SRV, VEAS Slemmestad**
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Sperrert)
- 1/84 Industriavløp på kommunale renselanlegg**
O-82017 Torbjørn Damhaug. Januar 1984
- 2/84 Luftet lagune for rensing av sigevann**
Delrapport 1. Driftserfaringer
O-83027 Ragnar Storhaug. Februar 1984
- 3/84 Highway pollution in a Nordic Climate**
O-79024 Eivind Lygren. Mars 1984
- 4/84 An evaluation of large-scale algal cultivation systems for fish feed production**
O-84002 Torbjørn Damhaug et al. Februar 1984 (Sperrert)
- 5/84 Matematisk modell av avløpsrensanlegg**
O-82124/F-83448 Oddvar Lindholm. Februar 1984
- 6/84 Adsorption in Water Treatment Fluoride Removal**
FP-83828 Eilen A. Vik. Februar 1984
- 7/84 Analyse av vannføringsdata**
O-81113 Kim Wedum. Januar 1984
- 8/84 Renseeffekt i Heistad renselanlegg med og uten tilkopling av industrielt avløpsvann**
O-83093 Øivind Tryland. April 1984
- 9/84 Hygienisering av slam ved bruk av rent oksygen**
F-81430 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan, Gunnar Langeland. Juli 1984
- 10/84 Slamavvanning med filterpresser ved SRV**
Økonomisk sammenligning av Lasta membran-filterpresser og Rittershaus & Blecher kammerfilterpresser
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. Mai 1984 (Sperrert)
- 11/84 Separat behandling av slamvann fra avvanning av septikslam**
Biologisk rensing ved bruk av aktivslam
O-83021 Ragnar Storhaug. Juni 1984
- 12/84 Industriutslipp til vassdrag**
Avveininger for å beskytte resipienten, eksempel fra en tekstilbedrift
OF-81618 Bjørn-Erik Haugan, Kim Wedum. April 1984 (Sperrert)
- 13/84 Treforedlingsindustriens avløpsvann**
Virkning av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann
F-81434 Øivind Tryland. Mai 1984
- 14/84 Driftsassistanse**
Vannrensanlegg, ÅSV A/S Fundo Aluminium
O-83141 Eigit Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 Ammonium som forurensningsparameter**
O-83035 Kim Wedum. August 1984
- 16/84 Driftsoppfølging av Biovac renselanlegg for helårsbolig**
O-82101 Bjarne Paulsrud. September 1984
- 17/84 Kalkfelling på små renselanlegg**
O-83067 Ragnar Storhaug. Oktober 1984
- 18/84 Hygienisering av slam ved lufttilførsel (Janca-prosessen)**
O-84050 Bjarne Paulsrud, Gunnar Langeland. September 1984
- 19/84 Utvikling av lukket mærkonstruksjon.**
Prosesstøsning og optimalisering
O-84091 Kjell Maroni, Eivind Lygren, Bjørn Braaten. Oktober 1984. (Sperrert)
- 20/84 Forurensningsproduksjon fra husholdning**
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydsbogen i 1983, Røyken kommune.
F-83451 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 21/84 Luftet lagune for rensing av sigevann**
O-83027 Ragnar Storhaug. April 1985
- 22/84 Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984**
O-83090 Lasse Vråle. April 1985