

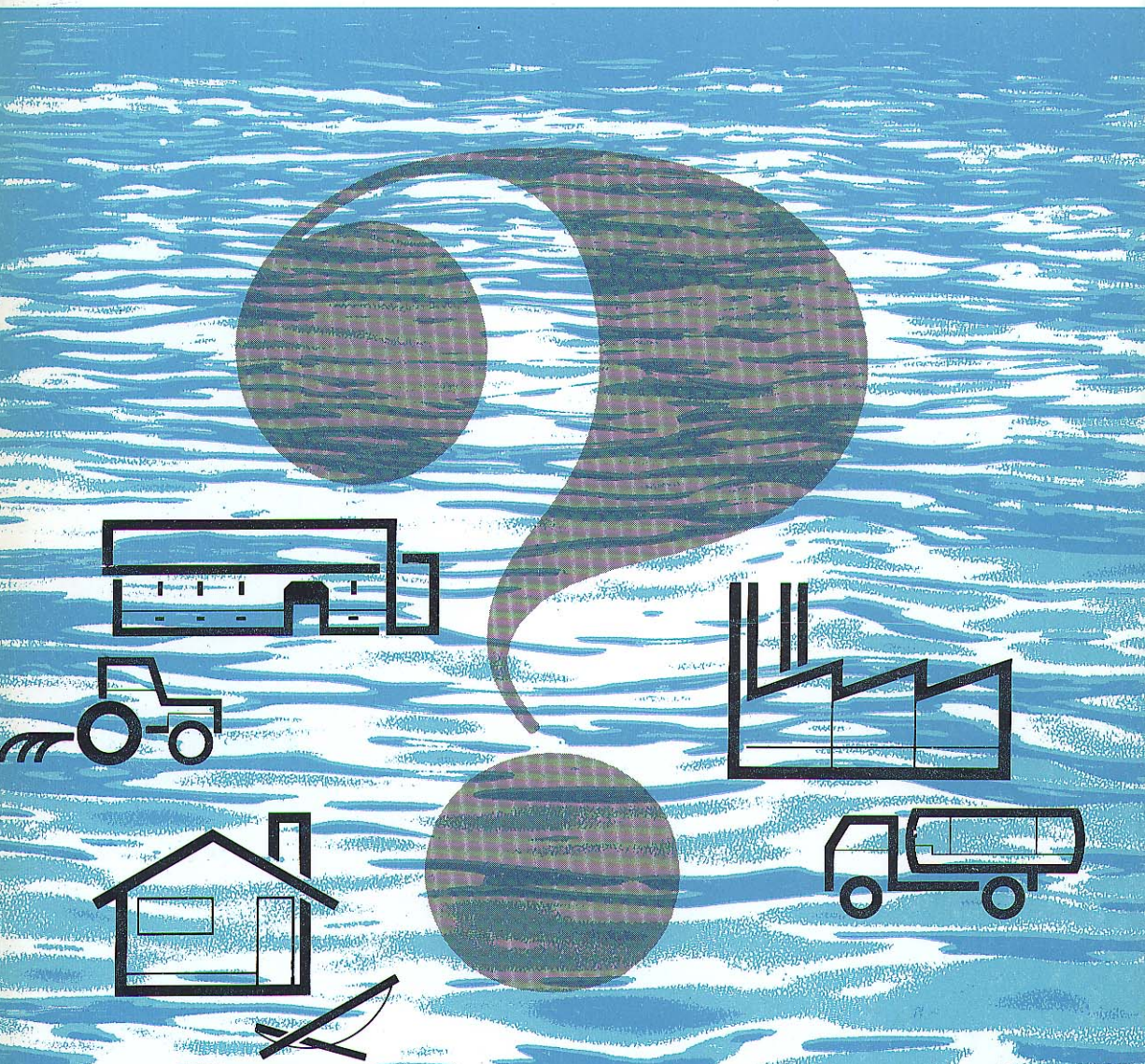
1668 SAM

# Håndbok

i innsamling av data om

# forurensningstilførsler

til vassdrag og fjorder



Norsk institutt for vannforskning



NIVA

# 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: 0-82014 F-82436
Undernummer:
Løpenummer: 1668
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Håndbok i innsamling av data om forurensnings- tilførsler til vassdrag og fjorder	Dato: 13.8.84
	Prosjektnummer: 0-82014 F-82436
Forfatter(e): Kaare Vennerød	Faggruppe: Vannressurs- forvaltning
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag): 48

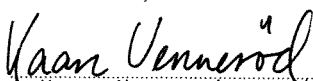
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn	Oppdrags. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	---------------------------------

Ekstrakt:  
Denne håndboka gir veiledning for arbeid med å beregne og vurdere tilførsler av fosfor, nitrogen og organisk materiale til vassdrag og fjorder. Teoretisk vurdering av forurensningstilførsler til en bestemt resipient må først og fremst betraktes som et forsøk på å finne ut hvilke kilder som er av størst betydning, og ikke som et forsøk på å angi nøyaktige tall for tilførselene.

4 emneord, norske:
1. Forurensningstilførsler
2. Forurensningsregnskap
3. Forurensningskilder
4. Vannforurensning

4 emneord, engelske:
1. Pollution effluents
2. Pollution load accounting
3. Sources of pollution
4. Water pollution

Prosjektleder:

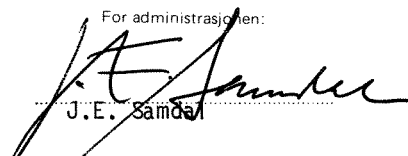
  
Kaare Vennerød

Divisjonssjef:

  
Egil Gjessing



For administrasjonen:

  
J.E. Samdal

  
Lars N. Overrein

# Håndbok

i innsamling av data om

## forurensningstilførsler

til vassdrag og fjorder

---

September 1984

Prosjektleder: Kaare Vennerød  
For administrasjonen: J.E.Samdal  
Lars N.Overrein

ISBN 82-577-0843-7

## FORORD

Denne håndboka er utarbeidet på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn, gitt i brev av 14.6.82. Parallelt med dette oppdraget har NIVA arbeidet med prosjektet "FORTIL - Program for koordinering, igangsetting og gjennomføring av forskning og utredning innen området forurensningstilførsler" (F-8243). Håndboka skulle foreligge i løpet av 1982. Av forskjellige grunner har arbeidet krevet lenger tid enn opprinnelig forutsatt.

Håndboka skal gi veiledning for arbeid med å beregne og vurdere tilførsler av total fosfor, total nitrogen og organisk materiale til vassdrag og fjorder.

Variasjonene i tilførsler over året kan være betydelige. Dette vil bli kort behandlet i et innledende kapittel (kap. 2). I denne håndboka vil det imidlertid bli tatt utgangspunkt i beregning av årlige tilførsler.

En gitt mengde forurensningstilførsel pr. år vil gi forskjellig virkning i forskjellige resipienter, avhengig av blant annet hvilken kjemiske tilstandsform det er snakk om. Dette vil ikke bli omtalt nærmere her.

Før man starter arbeidet med å innsamle data om forurensningstilførsler, bør man ha definert og avgrenset resipienten. Det bør også klarlegges hvilket område man skal beregne forurensningstilførsler fra. Ofte vil dette være nedbørfeltet til resipienten.

Usikkerheten i beregning av forurensningstilførsler er som regel meget stor. Det må derfor på det sterkeste understrekes at tallene må brukes med stor forsiktighet. Teoretisk vurdering av forurensningstilførsler til en bestemt resipient må først og fremst betraktes som et forsøk på å finne ut hvilke kilder som er av størst betydning i det enkelte tilfellet, og ikke som et forsøk på å angi nøyaktige tall for tilførslene. For å oppnå en mest mulig enhetlig fremgangsmåte ved beregning av forurensningstilførsler, er det imidlertid anbefalt konkrete koeffisienter, selv om disse ikke må oppfattes som "sanne" tall.

Håndboka gir en fremgangsmåte for hvordan man gjennom en kombinasjon av måledata, generelle koeffisienter, erfaringer fra andre undersøkelser og en visuell bedømmelse av aktivitetene i nedbørfeltet, kan gjøre en skjønsmessig vurdering av forurensningstilførslene fra de viktigste kildene.

I kapittel 3 gis en kort generell oppskrift for det praktiske opplegget av arbeidet. Kapittel 4 tar for seg de enkelte forurensningskildene, forurensningsproduksjonen ved hver kilde og retningslinjer for skjønsmessig vurdering av mengden av tilførsler som når resipienten. Under hver kilde vil også bli nevnt variasjoner i tilførsler over tid og usikkerheter i vurderingene av forurensningstilførslene.

Kapittel 5 gir kort rede for en måte å stille opp et forurensningsregnskap; kapittel 6 drøfter usikkerhetene ved et slikt regnskap. I kapittel 7 er laget et eksempel som skal illustrere strategien ved utøvelsen av et skjønn over forurensningstilførslene til en gitt resipient.

Oslo, september 1984

Kaare Vennerød

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

	Side
FORORD	1
1. INNHOLDSFORTEGNELSE	3
2. VARIASJONER I TILFØRSLER OVER TID	4
3. BRUKSANVISNING FOR HANDBOKA	7
4. FORURENSNINGSTILFØRSLER FRA DE ENKELTE KILDER	9
4.1. Industri	9
4.2. Service-institusjoner	10
4.3. Avfallsplasser	12
4.3.1. Reduksjon av forurensningene i sigevann og overflatevann på vei til resipienten	13
4.4. Befolkning	15
4.4.1. Tett bosetning	16
4.4.2. Spredt bosetning	19
4.5. Jordbruk	20
4.5.1. Silo	21
4.5.2. Halmluting	21
4.5.3. Naturgjødsel	22
4.5.4. Kunstgjødsel	25
4.5.5. Melkerom	26
4.6. Arealavrenning	27
4.6.1. Tettstedsareal	28
4.6.2. Skogareal	29
4.6.3. Fjellareal	30
4.6.4. Myrareal	31
4.6.5. Dyrket areal	31
4.7. Nedbør	34
5. OPPSTILLING AV FORURENSNINGSREGNSKAP	35
6. USIKKERHETENE I FORURENSNINGSREGNSKAP	37
7. EKSEMPEL PÅ FORURENSNINGSREGNSKAP	39
8. LITTERATUR	47

## 2. VARIASJONER I TILFØRSLER OVER TID

Mengden av forurensningstilførsler pr. tidsenhet til resipienten vil variere over tid for de fleste forurensningskilder. Det kan være variasjoner over meget kort tid, over timer, over døgnet, over uke eller fra årstid til årstid. Tilførslene kan også variere fra år til år.

Variasjonene skyldes dels svingninger i aktivitetsnivået (forurensningsproduksjonen), dels svingninger i meteorologiske forhold, som påvirker forurensningstransporten fra de fleste kilder.

Denne håndboka tar utgangspunkt i gjennomsnittlige tilførsler pr. år. I noen grad kan forurensningsproduksjonen i et område variere fra år til år. Dette vil bl.a. være avhengig av endringer i bosetting, industri- og jordbruksaktiviteter. Vel så viktig er det at nedbørforholdene kan bidra til at forurensningstransporten er ulik fra det ene året til det andre, og at derved også tilførslene til resipienten varierer. Avrenning fra avfallsplasser, spredt bosetning og arealavrenning er i særlig grad klimaavhengig og vil øke med økende nedbørmengde og intensitet og med økende varighet av den frostfrie sesongen. Følgen av svingningene i tilførslene fra år til år er at responsen (effektene) i resipienten kan variere fra det ene året til neste. Forurensningssituasjonen i resipienten bør således helst vurderes over flere år for å oppnå et godt bilde av situasjonen.

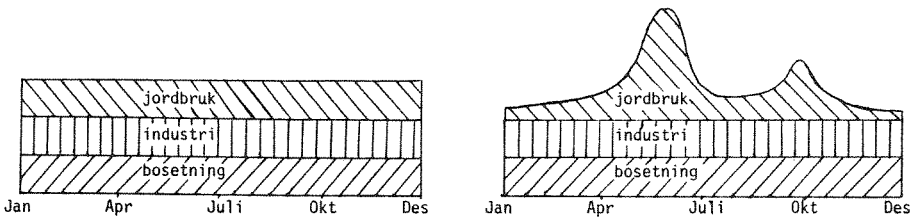
En skal også være oppmerksom på at samme mengde tilførsler pr. år ikke nødvendigvis gir samme respons i resipienten. Dette kan dels være avhengig av svingninger i naturforholdene i resipienten, men det kan også skyldes at tilførslene ikke kommer til helt de samme tider hvert år. Dette gjelder kanskje spesielt for tilførsler fra jordbruk.

Ofte kan flomperioder medføre topper i tilførselsmengder ved større utvasking fra avfallsplasser, ledningsnett, større utvasking av naturgjødning, kunstgjødning og større arealavrenning.

Hvilken betydning disse pulseringene i forurensningstilførsler vil ha for resipienten vil variere fra tilfelle til tilfelle. Noen ganger vil en rask utspyling av forurensninger om våren kunne ha en positiv effekt. Mengden av forurensning i den biologisk mest aktive perioden, som ofte kommer etter vårflommen, er da kanskje sunket til et akseptabelt nivå.

Andre steder ligger de hydrologiske og hydrografiske forhold slik til rette at de største tilførslene kommer nettopp i en biologisk aktiv periode. Derved kan effektene på resipienten bli særlig uheldige.

Skissen nedenfor illustrerer to forskjellige situasjoner. Til venstre er tilførslene fra jordbruk, industri og bosetning fordelt jevnt over året for alle de tre kildene. Til høyere er tilførslene fra jordbruk konsentrert om vår og forsommer og noe på høsten, mens tilførslene fra de andre kildene er fordelt jevnt over året. Denne situasjonen er nok den mest vanlige i mange norske vassdrag. Dette fører til at jordbrukstilførslene ofte har en forholdsmessig annen betydning for resipienten, enn det de årlige tilførsler skulle tilsi.



Dersom mesteparten av jordbrukstilførslene blir spylt ut av vassdraget gjennom en kort vårperiode, vil dette medføre en forholdsvis mindre betydning av disse tilførslene. Hvis derimot tilførslene holdes tilgjengelige i mye av den biologisk aktive perioden (lang oppholdstid i resipienten), vil dette gi en forholdsvis større effekt av jordbrukstilførslene.



På bakgrunn av disse betraktningene vil vi generelt anbefale at det gjøres beregninger og vurderinger på grunnlag av gjennomsnittlige tilførsler og nedbørmengder pr. år. I tilfelle der man har meget solide kunnskaper om responsmekanismene i resipienten og man dessuten har tilstrekkelige ressurser for å undersøke variasjoner i tilførsler over året, kan dette gjøres. Selve prinsippet for beregning av tilførsler vil ikke avvike fra det som er presentert i denne håndboka. En større tidsoppløsning for samtlige årstidsavhengige tilførselskilder vil imidlertid da være nødvendig.

### 3. BRUKSANVISNING FOR HANDBOKA

- a) Definer og avgrens resipienten.
- b) Avgrens området som tilfører forurensninger til resipienten. Dette vil ofte være et nedbørfelt. Vurder om det foregår forurensningstransport på tvers av områdegrensene (eventuelle ledningsnett).
- c) Hvis det i det hele tatt er mulig, bør området befares. Vurder visuelt kildene gitt i kapittel 4.1 til 4.6.
- d) Gå gjennom kapittel 4.1 til 4.7 i denne håndboka. For hver kilde beregnes et forurensningspotensiale, det vil si et maksimumstall for hva som kunne tilføres vannforekomsten av totalfosfor, totalnitrogen og organisk materiale fra den enkelte kilden, dersom forurensningene ikke ble redusert mellom kilde og resipient. Dette gjøres på grunnlag av data om aktivitetene i området og de koeffisientene som er anbefalt i forbindelse med hver kilde.
- e) Etter å ha fastsatt forurensningspotensialet ved den enkelte kilden (pkt. d), forsøkes det å anslå tilførslene pr. år til resipienten. For hver kilde i kapittel 4 er det gitt tilrådsninger om hvordan dette bør gjøres. I mange tilfelle må man oppgi tilførslene i form av tallområder, og ikke enkeltstående tall.

I tilfelle hvor det foreligger målinger av tilførsler fra den enkelte kilden, beregnes de årlige tilførslene på grunnlag av disse målingene. Hvilken tiltro man skal ha til beregninger av tilførslene på grunnlag av målinger, avhenger av hvor representative målingene antas å være.

- f) Når alle de aktuelle forurensningskilder i området har fått til-egnet seg et produksjonspotensiale (pkt. d over), et tall eller tallområde for teoretisk tilførsel til resipienten og/eller en beregnet verdi på grunnlag av målinger (pkt. e over), settes disse verdiene opp i en tabell (kapittel 5).

- g) Sammen med et slikt forurensningsregnskap (kap. 5) bør det foreligge en kort analyse av tallene, der blant annet usikkerhetene diskuteres (se kap. 6). En slik analyse kan gjøres på tilsvarende måte som gitt i eksemplet i kapittel 7.

#### 4. FORURENSNINGSTILFØRSLER FRA DE ENKELTE KILDER

##### 4.1. Industri

For de fleste industribransjer kan det ikke anbefales generelle tall for forurensningstilførsler. Opplysninger om utslipp fra den enkelte bedrift kan innhentes ved å henvende seg til Statens forurensningstilsyn, Industriavdelingen.

Tabellen under angir veiledende tallområder for forurensningsproduksjon fra meierier og slakterier:

	Tot-P	Tot-N	BOF <sub>7</sub>
Meierier (kg/m <sup>3</sup> prod. melk)	0.008-0.0016	0.042-0.084	1-2
Slakterier (kg/tonn slakt)			
a) Svin	0.06-0.14	0.36-0.84	3-7
b) Annet (storfe, sau o.a.)	0.12-0.28	0.72-1.68	6-14

Det foreligger dels "formelle" tall over industriutslipp, dels reelle. De formelle er knyttet til begrensninger i utslippene gitt i konsesjoner og forskrifter, de reelle angir målte verdier.

Ved vurdering av forurensningstilførsler til en resipient fra en industribedrift, bør det vurderes i hvilken grad forurensningsmengdene reduseres mellom utslippspunktet fra bedriften og den aktuelle resipienten. Dette vil kunne variere fra bedrift til bedrift, blant annet avhengig av typen utslipp og transportveien fram til den aktuelle resipient (se også kap. 4.3.1.).

Dersom utslippet er koblet til kommunalt avløpssystem, anbefales det å vurdere det industrielle avløpsvannet på linje med det øvrige avløpsvannet i avløpssystemet når det gjelder tap fra avløpsnett og rensing på rensanlegg.

Endel industri har sesongavhengig produksjon. Dette bør tas med i betraktningen ved analysen av forurensningsregnskapet.

#### 4.2. Serviceinstitusjoner

Under kapittel 4.4. er angitt produksjonskoeffisienter for forureningsproduksjon fra befolkning. Ved beregning av forureningsproduksjon i serviceinstitusjoner kan man bruke de samme tallene for forureningsmengde av N, P og  $\text{BOF}_7$  per personekvivalent (pe).

I tabell 1 er angitt hvordan man skal regne ut antall personekvivalenter ut fra antall elever, ansatte osv. Tabell 1 angir pe som hydrauliske personekvivalenter, det vil si i form av avløpsvannmengde.

Tabell 1. Omregningsfaktorer for hydraulisk belastning fra institusjoner, servicevirksomhet og liknende. Fra SFT, 1983.

Type virksomhet	Hydraulisk belastning
Barneskoler, ungdomsskoler og videregående skoler	0,2 pe/elev
Arbeidsplasser	0,4 pe/ansatt
Militærleire	1 pe/fast bosatt i leiren 0,3 pe/øvrige ansatte personell
Sykehus inkl. betj.	3,25 pe/seng
Pleiehjem, sanatorium <sup>2</sup>	2,25 pe/seng
Hoteller, pensjonater, avhengig av standard <sup>2</sup>	1,5-3,5 pe/seng
Restauranter, kafeer	0,5 pe/stol
Svømmehaller	0,5 pe/badebesøk
Forsamlingslokaler <sup>1</sup>	0,03 pe/sitteplass

- 1) Skoler og forsamlingslokaler med svømmehaller vil gi en hydraulisk tilleggsbelastning som må vurderes i hvert enkelt tilfelle.
- 2) Ansatt som bor fast regnes som 1 pe og kommer i tillegg til de oppgitte tabellverdier.

Vi vil i denne håndboka anbefale at disse tallene også brukes for å angi forurensningstilførsler. Som eksempel gir da en arbeidsplass en forurensning på  $0.4 \times 2.5$  g fosfor/person  $\times$  døgn =  $1 \text{ g P/p} \cdot d$ .

Forurensningspotensialet kan dermed regnes ut for hver enkelt institusjon, når de nødvendige data (antall elever, ansatte m.v.) er innhentet.

Tilførslene til resipienten vil være avhengig av avløpsløsningene i det enkelte tilfellet. I prinsippet kan tilførslene variere fra 0-100% av forurensningsproduksjonen.

Det kan være formålstjenelig å vurdere tilførslene til resipienten ut fra en vurdering av

- reduksjon av forurensningene i ledningsnett (lekkasjer, overløp)
- reduksjon ved rensing.

Dersom institusjonen er tilknyttet renseanlegg via forutsetningsvis tett ledningsnett, kan tilførslene til resipienten beregnes som forurensningsproduksjon minus (forurensningsproduksjon  $\times$  rensegrad).

Dersom utslippet går via tett avløpsnett uten rensing direkte til resipient, er tilførsel = forurensningsproduksjon.

De ansvarlige for de tekniske anleggene bør kontaktes i forbindelse med vurdering av hvor stor del av forurensningsproduksjonen som når resipienten.

Institusjoner som har jevn drift hele året vil ha en tilsvarende jevn forurensningsproduksjon. Tilførslene til resipient kan variere noe mer, bl.a. avhengig av avløpssystemets påvirkelighet av meteorologiske forhold (regnskyll m.m.).

Institusjoner med ujevnt belegg bør vurderes i forhold til dette. Antall elevdager, arbeidsdager, sengedøgn osv. må legges til grunn for vurdering av forurensningstilførsler pr. år.

Usikkerhetene i beregning av forurensningstilførsler fra serviceinstitusjoner er store. De har sin årsak i usikkerheter i alle ledd:

- a) Tall for spesifikk forurensningsproduksjon (gram forurensning pr. person og døgn).
- b) Omregningsfaktorene gitt i tabell 1.
- c) Hvordan forurensningene reduseres på vei til resipienten (se også kap. 4.3.1.).

Tilstrekkelig antall og kvalitet av målinger på renseanlegg og på utslipp via avløpssystemer kan øke sikkerheten ved vurderinger av forurensningstilførsler fra serviceinstitusjoner.

#### 4.3. Avfallsplasser

Det kan ikke anbefales generelle koeffisienter for forurensningsproduksjon og forurensningstilførsler fra avfallsplasser. Dersom eventuelle avfallsplasser antas å være av betydning for forurensningstilførslene fra området, bør det foretas målinger av sigevannet. Avrent forurensningsmengde kan da estimeres etter følgende formel (se NIVA, 1983):

$$M = k \times a \times A \quad (1)$$

der

M = årlig avrent forurensningsmengde

k = konsentrasjon i sigevannet

a = årlig avrent vannmengde ( i volum pr. arealenhet)

A = areal av fyllplassen

Opplysninger om a = årlig avrent vannmengde = (nedbør - fordamping) kan innhentes ved henvendelse til Meteorologisk institutt.

Middelkonsentrasjonen over året kan beregnes ved:

$$k = \frac{\sum(k_i \times a_i)}{\sum a_i}$$

der

$k_i$  = konsentrasjonen ved hver (i-te) måling og

$a_i$  = avrent vannmengde med konsentrasjonen  $k_i$ .

Dersom sigevannet går direkte til resipient, vil forurensningstilførsel være lik avrent forurensningsmengde. I andre tilfelle må det vurderes om sigevannet i noen grad renses naturlig før resipient (se kap. 4.3.1.).

Avrenning fra avfallsplasser vil være svært avhengig av meteorologiske forhold. Får å få rimelig gode verdier på årsbasis bør  $k$  i (1) beregnes ut fra flere målinger, som omfatter både tørkeperioder, regnperioder og vinterforhold.

Usikkerhetene i tall for forurensningstilførsler fra avfallsplasser vil som regel være meget store. Dette skyldes dels mangel på kunnskap om transportveiene, dels mangelfulle målinger.

#### 4.3.1. Reduksjon av forurensningene i sigevann og overflatevann på vei til resipienten

For mange kilders vedkommende vil en del av forurensningene bli holdt tilbake (retensjon) på veien mellom kilde og resipient. Det er fire hovedmekanismer som bidrar til dette (det er også disse som anvendes i kunstig rensing):

- a) sedimentasjon
- b) infiltrasjon (inkludert sorpsjon)
- c) biologisk binding
- d) nedbrytning (av organisk materiale)

Betydningen av hver av disse mekanismene kan variere og må vurderes i det enkelte tilfellet når man ønsker å anslå hvor mye av forurensningsproduksjonen som når resipienten.

Sedimentasjonen er avhengig av vannets transporthastighet og partiklenes synkehastighet, som igjen er avhengig av meteorologiske og topografiske forhold samt typen av partikler.

Lengden av transportveien vil ofte være av betydning. Særlig stor sedimentasjonseffekt kan oppstå når transportveien inkluderer innsjøer.



Infiltrasjonens betydning for forurensningstilførslene er avhengig av jordtype, frostforhold, helningsgrad og avstand til resipient. Denne mekanismen er mest aktuell for kilder der utslippet ikke umiddelbart transporteres vekk via overflatevann. Ofte gjelder dette avfallsplasser, spredt bosetning, silo, naturgjødning, kunstgjødning og melkerom. Jordbunnsforholdene og forurensningskomponentenes struktur, kjemi og konsentrasjon avgjør hvor mye som holdes tilbake. Kunstige anordninger (tette flater, grøfter) påvirker effekten av denne mekanismen. Likeledes kan bearbeiding av jorda (pløying m.m.) være avgjørende. Tidspunktet for deponering vil være viktig, bl.a. i forhold til teleforholdene i jorda.

I Miljøverndepartementets "Forskrifter for utslipp av avløpsvann fra bolig- og fritidsbebyggelse med separate avløpsløsninger" av 1980 er det gitt minimumsavstander mellom infiltrasjonsanlegg (infiltrasjonsgrøft og synkekum) og elv/bekk (10 m) samt veiledende avstander til vei (15 m) og naboeiendom (10 m). Det anbefales at avstanden mellom avløpsanlegg og drikkevannsbrønn bør være minst 100 m dersom ikke sakkyndige undersøkelser viser at kortere avstand kan aksepteres. Disse tallene er vurdert primært ut fra bakteriell forurensning.

Forskriftene oppgir dessuten vannhastigheten i forskjellig løsmateriale ved en helning på 1:100 i grunnvannsspeilet:

Grus	:	1-10 m/døgn
Sand	:	1-200 cm/døgn
Godt sorterte siltjordarter:	:	0,02-2 cm/døgn
Leire	:	0,0001-0,001 cm/døgn

Hastigheten er proporsjonal med helningsgraden.

Når det gjelder reduksjon av næringssalter og organisk materiale via infiltrasjon, er det ikke tilstrekkelig at tilførslene forsinkes, slik som for bakteriell forurensning. De nevnte grenseverdiene kan derfor i liten grad brukes som grunnlag for å vurdere reduksjon av slike forurensninger. Vannhastigheten i løsmassene vil imidlertid også være av betydning for hva som holdes tilbake av næringssalter og organisk materiale.

Biologisk binding vil kunne skje ved fastsittende mikroorganismer (begroing) og tildels ved høyere planter. I innsjøer vil plankton-organismer også kunne bidra til binding av forurensningskomponentene ved akkumulering i næringskjedene. En viktig faktor her er forurensningskonsentrasjonene i forhold til organismenes behov. Tidsfaktorer og transportveiens lengde er også av avgjørende betydning.

Nedbrytning av organisk materiale vil skje kontinuerlig langs transportveiene. Tidsfaktoren er her sannsynligvis den viktigste.

På bakgrunn av ovenstående er det klart at det ikke kan gis generelle koeffisienter for reduksjon av forurensningene i sigevann (markvann) og overflatevann. Man må anvende skjønn i det enkelte tilfellet. Variasjonsområdet vil spenne fra tilfeller der transportveiens lengde er så kort eller transporthastigheten er så stor at reduksjonene er minimale - til tilfelle der næringsalter og organisk materiale er fullstendig sedimentert, infiltrert, oppspist eller nedbrutt på veien mot resipienten. For eksempel vil et utslipp i en hurtigflytende bekk, for eksempel i vårflommen, kunne transporteres direkte til resipienten uten nevneverdig reduksjon underveis. På den annen side vil et jevnt og moderat sig fra en fyllplass som ligger i et gunstig infiltrasjonsområde kunne reduseres henimot 100 % før resipienten.

#### 4.4. Befolkning

Vi vil anbefale at koeffisientene gitt i tabell 2 brukes ved beregning av forurensningsmengder ved forurensningsproduksjon fra befolkning (kfr. SFT, 1983).

Tabell 2. Spesifikke forurensningsmengder i avløp fra husholdninger (g/person x døgn).

Forurensningspotensialet kan beregnes når antall personer i området er kjent.

#### 4.4.1. Tett bosetning

Tabell 2 angir koeffisienter for forurensningsproduksjon.

Tilførselen til resipienten vil være avhengig av

- a) i hvilken grad bebyggelsen er tilkopleet oppsamlingssystem
- b) kvalitet og funksjon av avløpsnett og
- c) renseseffektiviteten på renseanleggene
- d) reduksjon av forurensningene som ikke fjernes ved rensing (se kap. 4.3.1.).

Tilførselene kan variere fra 0 til 100 % av forurensningsproduksjonen.

Dersom befolkningen er tilknyttet tett avløpssystem uten rensing og avløpet ledes direkte til resipienten, kan tilførselen settes lik 100%.

Dersom avløpsnett er tett og renseanlegget fungerer, er tilførselen lik forurensningsproduksjon minus (forurensningsproduksjon x rensegrad). Tilførselene til resipient bør beregnes for hvert enkelt renseanlegg (rensedistrikt).

Alternativt kan man anslå en gjennomsnittlig rensegrad for flere renseanlegg. Da må det også anslås en gjennomsnittlig tilføringsgrad til renseanleggene. Tilføringsgraden angir i hvilken grad den produserte forurensning når fram til renseanlegget. Tilførselene til resipient fra renseanlegget blir da:

$$a = b \times c - (b \times c \times d)$$

der

a = tilførsel via renseanlegg

b = forurensningsproduksjon

c = tilføringsgrad

d = rensegrad

I en undersøkelse utført av NIVA (1981a) er 16 forskjellige rapporter om tilføringsgradsmålinger gjennomgått. Det viste seg å være vanskelig å vurdere rapportene samlet, da metodene for målinger var svært uensartet. Resultatene ble delt i to grupper:

1. De tilfelle der tilføringsgradsberegningene gjaldt for hele rensedistriktet.
2. De tilfelle der tilføringsgraden gjaldt kun for oppsamlingsnett, altså et mindre område fordi nettet ikke var ferdig utbygd i hele rensedistriktet.

Resultatene varierte fra 10 % til 67 % for gruppe 1) med aritmetisk middel 40 %. For gruppe 2) var variasjonsområdet fra 31 % til 85 % med middel 79 %.

Man bør altså ved vurdering av tilføringsgrad til rensenanlegg være klar over at endel av forurensningsproduksjonen i noen rensedistrikter ikke når fram til avløpsnett.

I tillegg til tilførsler via rensenanlegget kommer den delen av lekkasjer og overløp som tilføres resipienten. Denne delen kan være av betydelig størrelse, men er ofte meget vanskelig å beregne (se f.eks NIVA, 1982 a og kap. 4.3.1.). Det forutsettes for det første gode dataserier for lekkasjer og overløp (tilføringsgrad) samt kunnskaper om stofftransporten etter at forurensningene har forlatt ledningssystemet. For nye, riktig fungerende avløpssystemer med tett ledningsnett kan tilførsler via denne transportveien settes lik 0.

Vurderinger av mengden av forurensninger som tapes fra avløpssystemet gjennom overløp vil vi anbefale foretas spesielt i det enkelte tilfellet, uten å ta utgangspunkt i eventuelle erfaringstall. Generelt bør overløp fungere som sikkerhetsventil mer enn som kontinuerlig transportvei for forurensningstilførsler. Man vil ha relativt god oversikt over summen av lekkasjer og overløp (pluss ikke ledningsnett tilknyttet forurensningsproduksjon) dersom tilføringsgrad til rensenanlegg er beregnet.

For beregning av tilførslene til resipienten fra den delen av den tette bosetningen som ikke er koblet inn på avløpssystemet, bør brukes tilsvarende fremgangsmåte som angitt for spredt bosetning (pkt. 4.4.2.).

Tilførslene av forurensninger fra tett bosetning blir da:

$$f_{\text{tett}} = a + e + f + g$$

der

a = tilførsler via renseanlegg

e = tilførsler via lekkasjer

f = tilførsler via overløp

g = tilførsler fra bosetning ikke tilknyttet avløpssystemet.

Sålenge variasjonene i funksjonsdyktigheten av ledningsnett og renseanlegg er som idag, kan det ikke anbefales generelle tall for tilføringsgrad og rensegrad. Beregning av tilførsler fra tett bosetning må baseres på en kombinasjon av data for antall personer, målte verdier fra renseanlegg og en skjønsmessig vurdering av hva som tilføres utenom renseanlegget. I mange tilfelle kan det være fornuftig å anta at de forurensningene man ikke har kontroll over (de som ikke når renseanlegget), i sin helhet tilføres resipienten.

Normalt kan det antas at forureningsstilførsler fra tett bosetning er jevnt fordelt over året. I utette avløpssystemer kan imidlertid de ytre hydrologiske forhold være av stor betydning for avleiring og utvasking av forurensninger i systemet.

Usikkerheten i beregningene vil variere. For områder med tett ledningsnett, alle avløp tilknyttet og gode og hyppige målinger fra renseanlegget bør nøyaktigheten kunne være  $\pm 20\%$ . Ved 100% oppsamling og direkte utslipp vil usikkerheten kanskje også kunne anslås til  $\pm 20\%$ , bare avhengig av usikkerheten i beregning av forureningsproduksjonen.

Dersom det er koblet industriavløp eller serviceinstitusjoner inn på avløpssystemet, må forureningsmengdene fra disse tas hensyn til når tilføringsgraden og tilførslene fra boliger beregnes. Tilførslene fra industri og serviceinstitusjoner bør helst beregnes separat.

#### 4.4.2. Spredt bosetning

I tabell 2 er angitt anbefalte verdier for forurensningsproduksjon fra befolkning.

Tilførslene til resipient fra spredt bosetning varierer fra 0 til 100% av forurensningsproduksjonen.

Det kan ikke gis generelle koeffisienter for hvor mye som tilføres resipienten, se kap. 4.3.1. På grunnlag av en vurdering av de faktorene som er nevnt der og ut fra lokalkunnskap og visuell bedømmelse kan man skjønnsmessig anslå tilførslene.

I dette skjønnet bør inngå en vurdering av:

- a) hvilke avløpsløsninger som er vanligst i området
- b) hvordan bebyggelsen er lokalisert i forhold til resipienten
- c) øvrige faktorer nevnt i kapittel 4.3.1.

Det foreslås at man på grunnlag av dette skjønnet stipulerer tilførslene fra spredt bosetning til 0(0-25)%, 50(25-75)% eller 100(75-100)% av forurensningsproduksjonen.

I tilfeller med overveiende spredte hus med stort sett tilfredsstillende avløpsløsninger som er i god avstand fra bekk/elv, samt med god avstand til hovedresipienten kan ofte tilførslene stipuleres til 0 % av produksjonen.

I områder med adskillig spredt bebyggelse, moderat standard på eventuelle avløpsanlegg og som ligger langs et vassdrag som leder til resipienten, vil det være aktuelt å anslå tilførslene til 50 %.

Bebyggelse som har gamle og dårlige avløpsløsninger direkte i tilknytning til resipienten vil i noen tilfelle tilføre resipienten henimot 100 % av forurensningsproduksjonen.

Sannsynligvis varierer tilførslene til resipient over året. De store usikkerhetene i beregning av tilførsler fra spredt bebyggelse tilsier imidlertid at dette ikke kan vies nærmere oppmerksomhet her.

#### 4.5. Jordbruk

Forurensningstilførsler fra jordbruk stammer fra en rekke forskjellige punktkilder (4.5.1. - 4.5.5.) og arealavrenning (4.6.5.). I prinsippet kan totale tilførsler fra jordbruksaktiviteter i området beregnes på to måter:

- a) Teoretisk beregning eller målinger på avløpene fra hver enkelt kilde, slik at bidragene kan summeres.
- b) Beregninger på grunnlag av målinger av avrenning fra hele jordbruksområdet, der tilsig fra andre forurensningskilder (f.eks. bosetning) trekkes fra.

I forurensningsregnskapet (kapittel 5) bør tall for forurensningsproduksjon og tilførsler fra de enkelte kildene (4.5.1 - 4.5.5.) inngå, slik at man får en oversikt over fordelingen mellom kildene.

I vurderingen av de totale tilførslene fra landbruket bør det vurderes i det enkelte tilfellet hvilken vekt som skal legges på beregningene av tilførslene fra de enkelte kildene, og hvilken vekt som tillegges målinger av total avrenning fra hele området.

Hvis målingene på totalavrenning antas å være representative for den reelle avrenning over året, er det naturlig å legge mye vekt på disse i vurderingen av totaltilførslene.

I kapittel 4.6.5. drøftes avrenning fra dyrket areal, både målt avrenning og teoretisk avrenning fra uggjødset, oppdyrket areal. Med dette siste menes avrenningen fra dyrket areal minus alle bidrag som skyldes andre kilder nevnt i kapittel 4.

I analysen, som bør følge forurensningsregnskapet (kapittel 5), bør det gå fram hvordan de to beregningsmåtene for jordbrukstilførsler er anvendt for det konkrete området.

#### 4.5.1. Silo

I tabell 3 er gitt veiledende koeffisienter for forurensningsproduksjon.

Tabell 3. Forurensninger i silopressaft. Tallene er anslagsvise (kg/m<sup>3</sup> ferdig silomasse). Etter Mikkelsen et al., (1974).

Tot-P	Tot-N	BOF <sub>5</sub>
0.1	0.3	12.0

Det kan ikke angis generelle koeffisienter for tilførsler til resipient (NIVA, 1978: 25-26). Tilførslene avhenger blant annet av variasjoner i mengden av pressaft som dannes, den tekniske standard på siloanleggene og avrenningsforholdene mot resipienten. I kapittel 4.3.1. er angitt faktorer av betydning for reduksjonen av forurensningene før resipienten. Deponeringsrutinene for silosaften er kanskje den viktigste faktoren når det gjelder redusering av forurensningene fra silo før resipienten.

I analysen i forurensningsregnskapet (kap. 5) kan eventuelt medtas en kort vurdering av status når det gjelder utslipp fra siloer i området. Vurderingen bør bygge på lokalkunnskap, kontakt med herredsagronomen samt en visuell bedømmelse av siloene i området. En del fylkesmenn har dessuten foretatt kontroll av siloer.

#### 4.5.2. Halmluting

Problemene med halmluting er på vei ut fordi det nå i alt vesentlig blir brukt tørrlutet halm (ammoniakkbehandlet halm). Tørrluting har liten eller ingen innvirkning på vassdragene (Rognerud, 1980).

I tabell 4 er gitt veiledende tall for forurensningsproduksjon av fosfor, nitrogen og organisk materiale i forbindelse med våtluting.



Tabell 4. Produksjon av forurensning ved utslipp av skyllevann ved halmluting i kg/tonn tørr halm. (1 tonn tørr halm tilsvarer ca. 3,8 tonn lutet halm). Tallene er veiledende. Etter Snekvik et al., (1976) og NIVA (1982c).

Tot-N	Tot-N	BOF <sub>7</sub>
0.2	1.2	40

Det antas at henimot 100 % av skyllevannet tilføres vassdraget. Det kan imidlertid ikke angis generelle koeffisienter for hvor mye av forurensningsproduksjonen som når fram til den aktuelle resipienten som det skal beregnes tilførsler til. Sannsynligvis er sedimentasjon og infiltrasjon av liten betydning (se kap. 4.3.1.), mens endel av næringsstoffene og det organiske materialet kan bindes biologisk eller nedbrytes på veien mot resipienten. Avgjørende faktorer er avstand og tid langs transportveien. Når avstanden til resipienten er kort, settes tilførslene lik 100 % av produksjonen.

Innholdet av lut i skyllevannet er nok det viktigste forurensningsproblemet i forbindelse med halmluting, da spesielt på grunn av lokale effekter.

#### 4.5.3. Naturgjødsel

I tabell 5 er angitt veiledende tall for produksjon av forurensning fra husdyr.

Tabell 5. Forurensningsproduksjon i kg/dyr x år. Tallene er veiledende. Etter Ekern (1974).

	Tot-P	Tot-N	Organisk stoff (glødetap)
Storfe	7.6	47	1200
Melkeku	13	83	1500
Svin	3.2	14	110
Sau, geit	1.2	7.1	200
Fjærkre	0.4	1.7	13

Forurensning fra husdyr kan tilføres resipienten på følgende måter:

- a) avrenning og søl i forbindelse med lagring (gjødelskjellere) og utkjøring
- b) avrenning av gjødsel fra dyrkede arealer etter gjødsling
- c) avrenning av gjødsel fra dyr på beite.

Tilførsel fra gjødelskjellere må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Det kan nevnes at Lundekvam (1981) påviste fra 0,15 til 10 % tap av fosfor fra gjødselskjellere, avhengig av standarden på gjødselskjelleren. Den tilsvarende variasjonsbredden for nitrogen var 0,5 til 13 %. De laveste tapsverdiene gjaldt "tette" lager uten port eller med tett port, de største tapene gjaldt tilfeller der det var stor portlekkasje, mye søl og lite jordkontakt. Generelle koeffisienter for hvor mye som når fram til resipienten, kan ikke oppgis. Som for silo-utslipp bør vurderingen gjøres ut fra lokalkunnskap, vurdering av faktorene nevnt i kap. 4.3.1., kontakt med lokale landbruksmyndigheter og en befaring i området. Det anbefales at eventuelle forurensningstilførsler fra gjødelskjellere anslås i hele % av total gjødselproduksjon (f.eks. forurensningsproduksjon = 70 kg P/år, tilførsel = 1% = 0,7 kg P/år).

Spredning av naturgjødseI skal foregå slik at minst mulig forsvinner som overflateavrenning, det vil si at spredning på frossen mark skal unngås. Lundekvams undersøkelser (Lundekvam, 1981) viste en fosforavrenning på 1,5 - 20 % av gjødseI spredt på frossen mark, for nitrogen var variasjonsbredden 4 - 28 %. Uhlen (1978) angir gjødseIavrenning fra frossen mark i samme størrelsesorden.

Tilførslene som når resipienten må vurderes og eventuelt estimeres ut fra forholdene på stedet, se kap. 4.3.1. Det kan ikke gis generelle koeffisienter for disse tilførslene.

For sommerspredning kan det antydes at reduksjonen av nitrogentilførslene før resipient representerer i størrelsesorden 85-97% av nitrogenmengden i gjødseIen som spres, og for fosfor er det tilsvarende området 98,5-99,9% (Mikkelsen et al., 1974). Avrenningen av organisk stoff regnes som forholdsvis liten (størrelsesorden 1%).

Når det skal foretas et skjønn over forurensningstilførsler fra sommerspredt naturgjødseI til resipient, kan man ta utgangspunkt i de variasjonsområdene som er angitt over. Momenter som bør vurderes ved et tilførselsestimat er (se også kapittel 4.3.1.):

- Type av husdyr (konsistens av gjødseI)
- Mengde gjødseI pr. arealenhet
- Spredningsrutiner (tidspunkt m.m.)
- Klimatiske og hydrologiske forhold
- Jordbunnsforhold og plantedekke
- Avstand fra resipient
- Helningsgrad.

Avrenning av gjødseI fra beiteområder er ofte et problem der beiteområdene strekker seg helt ned til strandkanten. Forurensningsproduksjonen fra dyr på beite vil være avhengig av beiteperiodens lengde. Det anbefales i denne håndboka å vurdere forurensninger fra naturgjødseI fra beiteområder tilsvarende som for sommerspredt naturgjødseI på dyrket mark (se over). (Se imidlertid NIVA, 1981b). Legg merke til at tallene i tabell 5 gjelder total forurensningsproduksjon pr. år pr. dyr, det vil si at de tre tilførselveiene over, (a-c), "fordeler" de totale tilførslene fra denne produksjonen seg imellom.

Det understrekes at de angitte tall for forurensningsproduksjon og tallområder for tilførselskoeffisienter bør behandles med forsiktighet. Tallene bør ikke gi anledning til å unnlate å foreta inspeksjon av området samt å innhente opplysninger fra lokalt hold. Analysen som bør følge med forurensningsregnskapet (kap 5), gir plass for en skjønnsmessig vurdering av forholdene.

Tilførslene til resipienten av gjødselbetinget avrenning vil variere mye over året, primært avhengig av gjødslingstidspunkt og meteorologiske forhold. Det vil også kunne være store variasjoner fra år til år, primært avhengig av årets nedbørmengde og intensitet.

#### 4.5.4. Kunstgjødsel

Forurensningspotensialet ved bruk av kunstgjødsel i området fastsettes etter innhenting av opplysninger om mengder av kunstgjødsel som brukes og hvor mye nitrogen og fosfor de inneholder. I tabell 5 a er nevnt de viktigste kunstgjødseltyper. Herredsagronomen vil kunne gi opplysninger om hvor mye som brukes av den enkelte type.

Tabell 5 a. De viktigste kunstgjødseltyper i jordbruket.  
Mengdeangivelse i vekt-%.

Gjødseltype	P	N
Fullgjødse1 A (14-6-16)	6.0	13.7
" B (13-6-16)	5.5	12.6
" C (16-7-12)	6.6	16.0
" D (20-5- 9)	4.8	20.0
" F (16-3-15)	3.0	16.0
18-3-15	2.7	18.0
15-4-12	3.6	14.6
25-3-6	2.9	24.6
Kalksalpeter		15.5
Super	9.0	

Det er en klar målsetting ved bruk av kunstgjødning, bl.a. av økonomiske grunner, å unngå overgjødning. Det etterstrebes derfor gjødseltyper og -rutiner som bidrar til et minst mulig tap av gjødning ut til resipienten.

Kunstgjødning spres på tidspunkter som er mest mulig gunstig for dette formålet. Klimatiske forhold (regnskyll) kan imidlertid føre til stor utvasking i enkelte tilfelle.

Det anbefales å vurdere tilførselene til resipient på samme måte som for sommerspredt naturgjødning (se 4.5.3 over), dessuten kap. 4.3.1.).

Variasjoner i tilførselene over året vil i stor grad være avhengig av gjødslingstidspunkt og meteorologiske forhold. Variasjonene kan også være store fra år til år, først og fremst på grunn av variasjoner i nedbørforholdene.

#### 4.5.5. Melkerom

I tabell 6 og 7 er angitt noen gjennomsnittstall med variasjonsområder for avrenning fra melkerom. Tabellene er basert på målinger fra henholdsvis 6 og 4 melkerom.

Tabell 6. Avrenning fra melkerom (etter Lundekvam 1981).

Komponent	Gjennomsnitt (kg/melkeku/år)	Variasjon (kg/melkeku/år)
Fosfor	0,34	(0,19 - 0,43)
Nitrogen	0,34	(0,14 - 0,48)
BOF <sub>7</sub>	1,8	(0,9 - 2,5 )

Tabell 7. Avrenning fra melkerom (etter Bjerve, 1981).

Komponent	Gjennomsnitt (kg/melkeku/år)	Variasjon (kg/melkeku/år)
Fosfor	0,25	(0,15 - 0,46)
Nitrogen	0,20	(0,06 - 0,35)
BOF <sub>7</sub>	4,1	(0,25 - 13,7 )

Forurensningsproduksjonen settes her lik avrenning og kan beregnes på grunnlag av tabellen over, samt data om antall melkekyr. Uoverensstemmelsene mellom tabellene indikerer at tallene må behandles med forsiktighet.

Det er i den senere tid (fra 1980) tatt i bruk vaskemidler med lavere fosforinnhold. Rognerud (1980) mener derfor at det er grunn til å regne med at fosforforurensningene fra melkerom vil bli betydelig redusert. Det bør tas kontakt med herredsagronomen i forbindelse med vurderingen av størrelse på avrenningen fra melkerom.

Hvor stor del av melkeromsavrenningen som når resipienten vil variere (se kap. 4.3.1.). Dette må vurderes på grunnlag av avstand fra resipienten, jordbunnsforhold, hydrologi og meteorologiske forhold. Hvis melkeromsavløpet føres direkte i vannløp med kort avstand til resipienten, kan man regne med 100% tilførsel til resipient.

Tabell 6 og 7 gir antydning om størrelsesorden av usikkerhet ved beregning av avrenning fra melkerom. Avrenningen skjer i hovedsak to ganger om dagen. Variasjoner over året vil være avhengig av variasjoner i antall melkekyr.

#### 4.6. Arealavrenning

Med arealavrenning menes her diffuse tilførsler fra arealtyper nevnt i pkt. 4.6.1 til pkt. 4.6.5. Arealavrenningen omfatter i utgangspunktet ikke forurensninger fra de andre kildene som er behandlet under kapittel 4 i denne boka.

For arealavrenning settes forurensningsproduksjon lik avrent mengde forurensning. Ofte kan også tilførselen til resipient settes lik avrenningen. Dette avhenger blant annet av arealets avstand fra resipient.

For dyrket areal (pkt. 4.6.5) er det angitt avrenningstall både for avrenning fra ugjødslet, oppdyrket areal og for totalavrenning. Tallene for avrenning fra ugjødslet, oppdyrket areal angir en teoretisk stipulert avrenning fra oppdyrkede arealer, der bare bidrag som følge av jordbearbeidingen og den naturlige erosjon inngår.

Tallene for totalavrenning fra dyrket areal angir målte verdier fra forskjellige typer jordbruksarealer, som i mer eller mindre grad er påvirket av forskjellige andre kilder nevnt i kapittel 4.1 til 4.6.

Blant annet på grunn av manglende datagrunnlag er ofte tall for organisk materiale ved arealavrenning utelatt.

#### 4.6.1. Tettstedsareal

Tabell 8 angir avrenningskoeffisienter anbefalt av NIVA (1981b). Tettstedsarealene deles skjønsmessig i to typer, en "city"-type med stor andel tette flater og en "villa"-type med mindre andel tette flater.

Tabell 8. Avrenning fra tettstedsarealer ( $\text{kg}/\text{km}^2 \times \text{år}$ ). Se teksten.

Arealtype	Tot-P	Tot-N	BOF <sub>7</sub>
"City"	100	700	5.000
"Villa"	50	350	2.500

Overflateavrenning fra tettsteder varierer naturlig nok i nær sammenheng med nedbørmengde og intensitet.

Usikkerhetene i de beregnede avrenningstallene vil være meget stor. Hvis mulig bør beregninger bygge på målinger. Målingene bør da legges opp slik at avrenningstoppene blir rimelig representert i forhold til sin betydning for totalavrenningen. Se også PRA (1977) og SFT (1983).

Dersom arealavrenningen fra tettstedsarealer ikke går i lukket system til resipient, bør faktorene nevnt i kap. 4.3.1. vurderes i forhold til en eventuell reduksjon av forurensningene fram mot resipienten.

#### 4.6.2. Skogareal

I tabell 9 er angitt produksjonsfaktorer (avrenningsfaktorer) for fosfor og nitrogen fra skogareal. Det er ikke grunnlag for å oppgi tall for organisk materiale.

Tabell 9. Avrenning fra skogarealer (kg/km x år). Tallene er veiledende. Fra NIVA (1978).

Tot-P	Tot-N
6,5	220

Arealavrenningen fra både skog og fjell vil variere fra landsdel til landsdel. Den vil dessuten variere over året og fra år til år, avhengig av blant annet klimatiske og meteorologiske forhold. Usikkerhetene i en teoretisk beregning av avrenningen vil derfor være store.

Dersom sikkerhet i størrelsesordenen under  $\pm$  100% ønskes oppnådd, må målinger utføres. Målinger over flere år er nødvendig dersom en gjennomsnittsverdi for avrenning pr. år ønskes.

I de fleste tilfelle vil det være mest praktisk å sette avrenning fra et skogareal lik tilførsel til resipienten, selv om også disse tilførselene er utsatt for de prosessene som er nevnt i kap. 4.3.1.



#### 4.6.3. Fjellareal

I tabell 10 er angitt produksjonsfaktorer (avrenningsfaktorer) for fosfor og nitrogen fra fjellareal. Det er ikke grunnlag for å oppgi generelle faktorer for organisk materiale.

Tabell 10. Avrenning fra fjellarealer (kg/km x år). Tallene er veiledende. Fra NIVA (1978).

Tot-P	Tot-N
6,0	110

Avrenningen vil, som for avrenning fra skog, variere over året og fra år til år, avhengig blant annet av klimatiske og meteorologiske forhold. Usikkerheten i en teoretisk beregning av avrenningen vil derfor være stor.

For avrenning fra fjellområder bør det vurderes å utføre målinger. Som regel vil det kreve forholdsvis små ressurser for å få utført målinger som i denne sammenheng vil gi data med meget stor nøyaktighet. Ofte vil konsentrasjonene i avrenningsvannet fra et større fjellområde ikke variere mer over året enn at avrenningen kan utregnes som følger:

$$a = x \cdot V$$

der

a = avrennt forurensningsmengde

x = middelkonsentrasjon av forurensning fra f.eks. 5-10 målinger spredt over året

V = avrennt volum vann, beregnet ut fra et tilstrekkelig antall vannføringsmålinger over året.

Middelkonsentrasjonen, x, kan beregnes slik:

$$x = \frac{\Sigma(x_i \cdot V_i)}{V}$$

der

$X_i$  = konsentrasjonen ved i-te måling

$V_i$  = anslått avrennet volum med konsentrasjonene  $X_i$ .

Fra mindre fjellområder kan konsentrasjonens variasjon over året kreve at det foretas et større antall målinger. Se forøvrig kap. 4.3.1.

#### 4.6.4. Myrareal

Det anbefales å bruke samme avrenningsfaktorer som for skogareal (pkt 4.6.2.).

#### 4.6.5. Dyrket areal

Se innledende kommentarer til kapittel 4.6.

I tabell 11 er gitt tall for avrenning av fosfor og nitrogen.

Tabell 11. Avrenning fra ugjødslet, oppdyrket areal ( $\text{kg}/\text{km}^2 \times \text{år}$ ). Med dette menes bidraget som skyldes bearbeiding av jorda og naturlig erosjon. Den faktiske avrenning fra dyrket areal vil som regel være vesentlig større som følge av bidrag fra gjødsel m.m. Tallene er hentet fra Uhlen (1973).

Tot-P	Tot-N
8	220

Avrenningen fra ugjødslet dyrket areal vil variere over året og fra år til år, blant annet avhengig av klimatiske og meteorologiske forhold.

Beregning av avrenningen fra ugjødslet, oppdyrket mark på grunnlag av tabell 11 og arealdata er aktuelt for oppstilling av forurensningsregnskapet (kap. 5). Tallene vil imidlertid være beheftet med meget stor usikkerhet.

Tallene i tabell 12 angir avrenning fra forskjellige dyrkede arealer på grunnlag av målinger. De adskiller seg derfor klart fra tallene i tabell 11, fordi tabell 12 omfatter den totale avrenning fra forskjellige typer jordbruksarealer, der flere av kildene beskrevet i kapittel 4 i denne håndboka inngår.

Tabell 12 angir tall innenfor følgende variasjonsområder.

Totalfosfor: 1 - 1.000 kg/km<sup>2</sup> x år.

Totalnitrogen: 40 - 12.600 kg/km<sup>2</sup> x år.

Med variasjoner i denne størrelsesorden tilsier det stor forsiktighet ved bruk av generaliserte avrenningskoeffisienter. Variasjonene er store også innen samme landsdel.

Dersom man ønsker en rimelig grad av sikkerhet i beregningen av totaltilførsler fra et jordbruksområde, bør man hvis mulig utføre målinger på avrenningsvannet. Dersom dette er vanskelig eller umulig, kan man på grunnlag av tabell 12 velge avrenningskoeffisienter og bruke disse sammen med data for arealet av jordbruksområdet og data for vannavrenning.

Den totale avrenningen fra et jordbruksområde vil variere over året og fra år til år, avhengig blant annet av de meteorologiske forhold (se f.eks. Brink et. al., 1978 og kap. 4.3.1.).

De teoretisk beregnede verdier for årlig avrenning vil derfor kunne implisere store avvik i forhold til de mengder som avrenner det enkelte år. Målinger som skal gi grunnlag for en vurdering av gjennomsnittlig årlig avrenning, bør derfor også foregå over flere år.

Tabell 12. Beregnet avrenning fra jordbruksarealer fra forskjellige områder. Legg merke til forskjellene i vannavrenning pr. år.

NB! De forskjellige undersøkelsene inkluderer tilførsler fra forskjellige kilder (gjødsel, silo, skog m.m.) i forskjellig grad.

Område	Omfatter	Tot-P <sub>2</sub> kg/km <sup>2</sup> x år	Tot-N <sub>2</sub> kg/km <sup>2</sup> x år	Vannavrenning mm/år	Referanse
Siljan, Telemark	Aker og eng	70	1.550	460	(Lundekvam, 1981)
"	Korndrift	42	2.250	466	"
Rakkestad, Østfold	Korn	75	5.000	390	"
"	Korn>gras	110	3.800	390	"
"	Korn<gras	167	3.500	390	"
Jæren	32% dyrka	42	1.290	1.041	"
"	Mest beite	317	9.200	1.190	"
"	84% åker	1000	12.600	1.190	"
"	42% utmark	234	5.000	986	"
Rogaland	Totalt fra jordbruket	420	5.710	1.069	(NIVA, 1978)
Østfold	"	230	3.900	493	"
Nord- og Sør-Trøndelag	"	310	3.400	719	"
Løten, Hedmark	"	210	2.900	330	"
Dovre, Oppland	"	160	590	160	"
Mjøsa, Hedm.Oppl.	"	50	2.100	730	(NIVA, 1979)
Stensengbekk., Hedm.	Korn	22	2.090	220	(Bjerve, 1981)
Ås, Akershus	"	50	6.400	810	"
"	Gras	81	2.025	810	"
Hølen, Østfold	Jordbruksareal fra- trukket tilførsler fra befolkning, tettsteder, skog og punktkilder i jordbruket.	140	5.500	400	(NIVA, 1982 b)
Norge totalt	Totalt fra jordbruket	60	2.100		(NIVA, 1978)
Sverige	100% åker	8.9	350		(Brink og Gustafson, 1970)
Sverige (10 forskj. nedbørfelter)	Varierende drift	1-220	40-8600	0-330	(Brink et al., 1978)
Mälaren, Sverige	Aker	50-60	1.500		(Ah1, 1973)
Wisconsin, USA	Tot. fra jordbruket	90	964		(Zitter, 1969)
USA	Middelverdi	105	2.600		(Wanielista, 1977)

Et eksempel på bruk av tabell 12:

- Et rent korndyrkingsareal på Østlandet anslås å ha en avrenning på 40-100 kg P/km<sup>2</sup> x år og 2000-4000 kg N/km<sup>2</sup> x år ved en vannavrenning på 400 mm.

Usikkerheten i beregning av avrenning på denne måten vil kunne være flere hundre prosent.

#### 4.7. Nedbør

Under denne overskriften regnes kun nedbør direkte på vannoverflate.

Forurensningsproduksjonen beregnes som mengde forurensning som tilføres til overflaten av innsjøer (og elver) i nedbørfeltet direkte. Tilførselen til den aktuelle resipient vil i praksis være lik eller tilnærmet lik produksjonen.

Tabell 13. Variasjonsområder for tilførsler av fosfor og nitrogen fra nedbør i kg/km<sup>2</sup> x år (NIVA, 1978).

Tot-P	Tot-N
1 - 10	200 - 1000

For å oppnå en rimelig sikkerhet i beregnede tilførselsverdier bør målinger utføres.

## 5. OPPSTILLING AV FORURENSNINGSREGNSKAP

Figur 1 gir et eksempel på et skjema for oppstilling av et forurensningsregnskap.

Forurensningsproduksjon og forurensningstilførsel fra hver enkelt kilde beregnes etter fremgangsmåtene angitt i kapittel 4.

Kilder som antas å ha liten betydning, og/eller som det er vanskelig å innhente data for, kan man registrere i skjemaet uten å angi tall. Disse kan eventuelt ajourføres senere.

I endel tilfeller bør områder snarere enn tall oppgis. I svært usikre tilfelle settes "?".

Dersom det oppgis tall for avrenning fra dyrket areal, som også omfatter bidrag fra andre kilder enn avrenning fra uggjødsløt, oppdyrket areal (se innledningen til kapittel 4.6), må det tas hensyn til dette ved summeringen av de totale tilførslene.

Dersom det er oppgitt tallområder i skjemaet, bør totalverdiene også gis som tallområder.

Kilde	Tot-P		Tot-N		BOF <sub>7</sub>	
	Produksjon	Tilførsel	Produksjon	Tilførsel	Produksjon	Tilførsel
...	.....	.....	.....	.....	.....	.....
...	....	....	.....	.....	.....	.....
<hr/>						
Totalt						

Figur 1. Eksempel på skjema for oppstilling av forurensningsregnskap. Tallene kan angis i kg/år, eventuelt med prosentandel av totaltilførsel eller -produksjon i parentes. Andre enheter for organisk materiale angis der dette brukes.

Fordi et slikt utfyllt skjema vil inkludere en stor grad av skjønn ved fastsettelsen av tall og tallområder, bør det alltid foreligge en kort forklaring og analyse av regnskapet.

Analysen bør angi hovedtrekkene i beregningsmåtene for produksjon og tilførsel fra hver kilde, med en vurdering av usikkerheten i tallene.

Det bør videre trekkes fram hvilke kilder som synes å være viktigst. Usikkerheten i disse bør vurderes spesielt. Er usikkerheten så stor at hovedtrenden i fordelingen mellom kilder kan være misvisende?

Dersom det er foretatt målinger på avrenningsvannet fra hele området, bør beregninger av totaltilførselen på grunnlag av disse målingene holdes opp mot den totaltilførsel som oppnås ved å summere tallene fra de enkelte kildene. På denne måten kan forurensningsregnskapets tosidige målsetting oppfylles: Man kan oppnå relativt gode tall for totaltilførselene til resipientene, samtidig som regnskapet gir en rimelig mulighet til å anslå en fordeling av tilførselene på kildene.

## 6. USIKKERHETENE I FORURESNINGSREGNSKAP

Usikkerhetene består i følgende:

- usikkerhet ved de kjemiske analyser og vannføringsmålinger
- ikke tilstrekkelig hyppige og representative målinger
- variasjoner i forurensningsproduksjon og forurensningstilførsler på grunn av variasjoner i menneskelig aktivitet
- variasjoner i forurensningsproduksjon og forurensningstilførsler som skyldes naturlige variasjoner (meteorologi m.m.)
- dårlig datakvalitet og -mengde av forskjellige, andre grunner.

I kapittel 4 er usikkerhetene ved beregningene for hver enkelt kilde berørt.

Usikkerhetene i totalregnskapet er avhengig av usikkerhetene ved de enkelte kilder. Dersom man har både teoretisk beregnede og målte data, gir dette en viss mulighet for vurdering av sikkerheten i tallene ved sammenligning.

Det at tilførslene fra den enkelte kilde og totalt kan variere sterkt fra år til år, gir grunn til refleksjon over hva egentlig "sikkerheten" bør bestå i. Det er verken sikkert eller særlig trolig at avrenningen fra de enkelte kildene varierer proposjonalt. Usikkerhetsvurderingen bør derfor ikke dreie seg om prosentmarginer, men hvorvidt man med rimelig grad av holdbarhet kan gruppere noen av de viktigste kildene i feltet etter betydning for totaltilførslene til resipienten.

Det anbefales å sette opp tallene for de viktigste kildene i et skjema som for eksempel vist i figur 2. Etter en vurdering av usikkerheten i tallene kan maksimalt og minimalt tenkelige tilførselsverdier angis. Dette gir grunnlag for å vurdere om usikkerhetene i regnskapet kan rokke ved hovedkonklusjonene.



Kilde	Beregnet tilførsel	Maks. tilførsel	Min. tilførsel
A			
B			
C			

Figur 2. Eksempel på skjema for vurdering av hvordan usikkerheten i tilførselsverdiene kan forskyve fordelingen mellom de viktigste kildene. Se teksten.

## 7. EKSEMPEL PÅ FORURENSNINGSREGNSKAP

Figur 3 viser et nedbørfelt som det skal beregnes forurensningstilførsler fra.

Dypsjø er aktuell for fiskeoppdrett, men man mener den allerede er for sterkt belastet av forurensningstilførsler. Kan tilførslene begrenses? Beregningene bør gi grunnlag for å vurdere dette.

Man er også interessert i tilførslene fra land til Snevrefjord, som er avgrenset mot havet av en 4 m dyp terskel. Kan tilførslene til Dypsjø settes tilnærmet lik tilførslene til fjorden?

I dette nedbørfeltet føres ingen forurensninger ut eller inn av feltet via ledningsnett.

En synfaring av nedbørfeltet gav inntrykk av at jordbruksarealene i Østbygda var i god drift uten tilsynelatende søl fra gjødsel m.m.. Renseanlegget i Lilleby så ut til å være endel år gammelt og i relativt dårlig drift.

Vi går så gjennom alle kildene og beregner forurensningsproduksjon og tilførsel slik som angitt i kapittel 4. Tallene føres inn i et skjema (figur 4).

Meieriet i bygda har jevn produksjon av melkeprodukter og har god oversikt over tap gjennom vasking og i produksjonsprosessene. De fører også oversikt over bruk av vaskemidler. Vi får derfor oppgitt årlige utslippsmengder som kan føres rett inn i skjemaet. Tilførslene som når resipienten (Dypsjø) settes her lik forurensningsproduksjonen.

Av serviceinstitusjoner er det en skole og et sykehus.

Skolen har 250 skoledager i året. Med 60 elever (som bor i en annen bygd) blir dette følgende forurensningsproduksjon pr. år:

$$\text{Tot-P: } 60 \times 0.2 \times 250 \times 2.5 \text{ g} = 7,5 \text{ kg}$$

$$\text{Tot-N: } 60 \times 0.2 \times 250 \times 12 \text{ g} = 36 \text{ kg}$$

$$\text{BOF}_7 : 60 \times 0.2 \times 250 \times 70 \text{ g} = 210 \text{ kg}$$

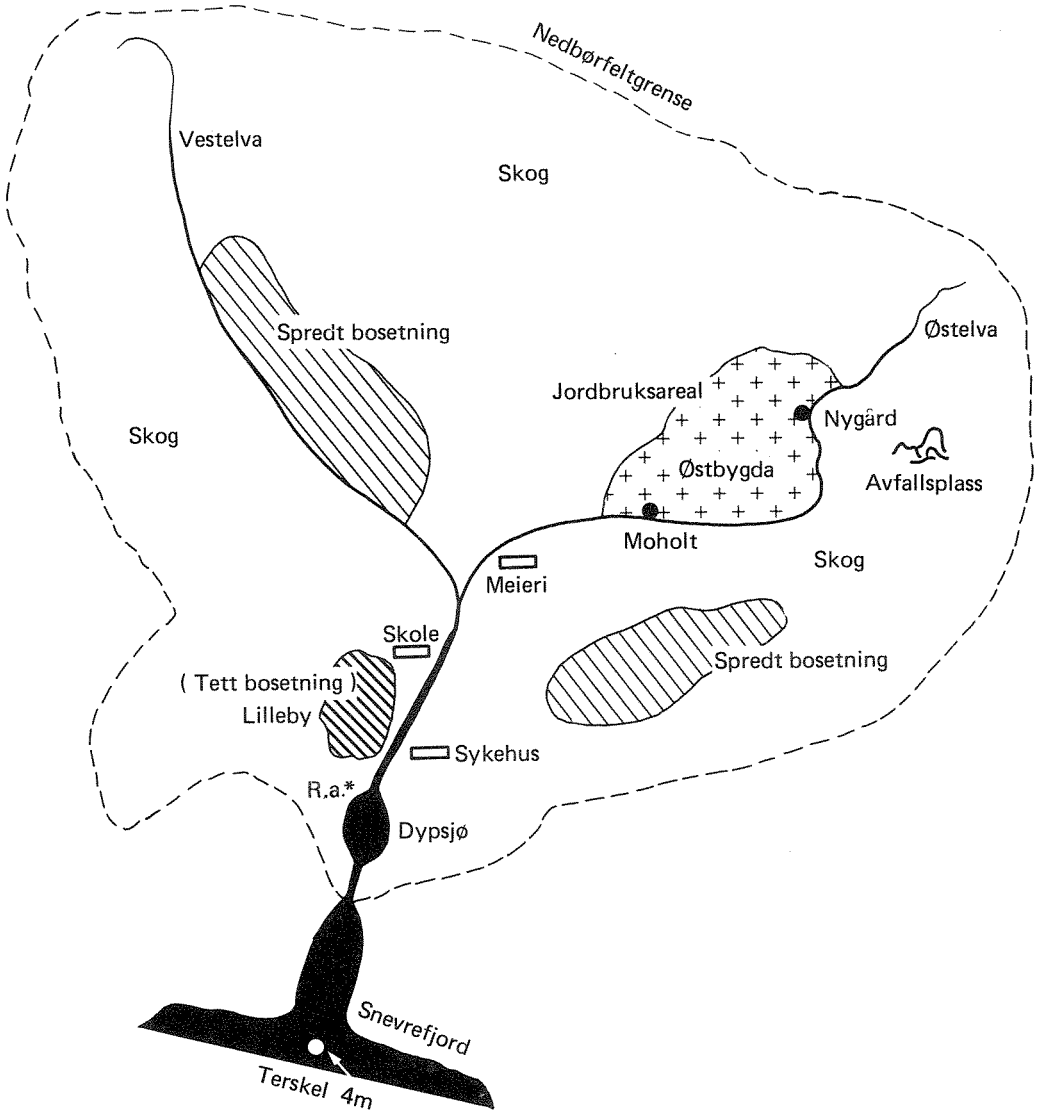


Fig. 3 Nedbørfelt med forurensningskilder.

Kilder	Tot-P		Tot-N		BOF <sub>7</sub>	
	Produksjon	Tilførsel	Produksjon	Tilførsel	Produksjon	Tilførsel
Meieri	100	100	2.000	2.000	5.000	5.000
Skole	7,5	7,5	36	36	210	210
Sykehus	297	59,4	1.424	284,8	8.304	1.660,8
Avfallsplass	?	0	?	0	?	0
Avløp Lilleby	4.563	3.194	21.900	15.330	127.750	89.425
Spredt bosetning	912,5	0	4.380	0	25.550	0
NaturgjødseI	3.200	3,2	12.000	360	110.000*	1.100*
Tettstedsareal	50	50	350	350	2.500	2.500
Skogareal	650	650	22.000	22.000		
Avr. ugjødsI. dyrket areal	40	40	1.100	1.100		
Nedbør	0,5-5	0,5-5	100-500	100-500		
<b>Totalt</b>	<b>9.821+?</b>	<b>4.105+</b>	<b>65.290+?</b>	<b>41.561+</b>	<b>280.000+?</b>	<b>99.895+?</b>

\* Glødetap

Figur 4. Eksempel på et utfyllt skjema (fig 1) for oppstilling av forurensningsregnskap. Tallene er gitt i kg/år.

Avløpsledningen fra skolen til det kommunale renseanlegg er sanert, og det regnes med intet tap i lekkasjer før det kommunale renseanlegget. Dette er imidlertid ute av drift, og derfor settes tilførselen til Dypsjø, der avløpet fra renseanlegget ledes ut, lik forurensningsproduksjonen ved skolen. Tilførslene er relativt jevne over året, og tallene kan anses som gode.

Sykehuset har 100 senger og fullt belegg hele året. Forurensningsproduksjonen er pr. år:

$$\text{Tot-P: } 100 \times 3,25 \times 365 \times 2,5 \text{ g} = 297 \text{ kg}$$

$$\text{Tot-N: } 100 \times 3,25 \times 365 \times 12 \text{ g} = 1424 \text{ kg}$$

$$\text{BOF}_7 : 100 \times 3,25 \times 365 \times 70 \text{ g} = 8304 \text{ kg}$$

Sykehuset har eget, nytt renseanlegg med en rensegrad på gjennomsnittlig 80%. Avløpsledningene er også nylig renovert. Utslipet til elva settes lik tilførselen til Dypsjø:

$$\text{Tot-P: } 297 \text{ kg} \times 20\% = 59,4 \text{ kg}$$

$$\text{Tot-N: } 1424 \text{ kg} \times 20\% = 284,8 \text{ kg}$$

$$\text{BOF}_7 : 8304 \text{ kg} \times 20\% = 1660,8 \text{ kg}$$

Avfallsplassen ligger i et område med breavsetninger, og det er ingen konsentrert overflateavrenning av sigevann. Forurensningsproduksjonen kan derfor ikke måles. Avstanden til elva er ca. 1 km, og tilførslene settes lik 0.

Den tette bosetningen er konsentrert i Lilleby. Der bor 5.000 personer. Avløpsnettet er meget gammelt og dårlig. Det er ikke utført målinger de senere år på mengde og kvalitet av avløpsvann.

Også her er det tykke avsetninger av løsmateriale i grunnen. Mesteparten av befolkningen bor i den delen av tettbebyggelsen som er lengst unna elva.

Bygda ligger innerst i en fjord. Årlig nedbør er ca. 500 mm. Avrenningen er ca. 300 mm. Det er sjelden høy nedbørintensitet. Nedbøren kommer relativt jevnt fordelt over året.

Forurensningsproduksjonen i Lilleby er pr. år:

$$\text{Tot-P: } 5000 \times 365 \times 2,5 \text{ g} = 4.563 \text{ kg}$$

$$\text{Tot-N: } 5000 \times 365 \times 12 \text{ g} = 21.900 \text{ kg}$$

$$\text{BOF}_7 : 5000 \times 365 \times 70 \text{ g} = 127.750 \text{ kg}$$

Tilføringsgraden for hele området settes skjønsmessig til 40%. På grunn av at tettstedet ligger på et område med særlig god filtreringsmasse i grunnen, antas at lekkasjene fra nettet inklusive overløp reduseres med 50% før de når resipienten. Renseanlegget er ute av funksjon. Tilførslene til Dypsjø blir da:

$$f_{\text{tett}} = a + (e + f) \quad (\text{se kap. 4.4.1.})$$

$$\begin{aligned} \text{Tot-P: } & 4.563 \text{ kg} \times 40\% + (4.563 \text{ kg} \times 60\%) \times 50\% \\ & = 1.825 \text{ kg} + 1.369 \text{ kg} = 3.194 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tot-N: } & 21.900 \text{ kg} \times 40\% + (21.900 \text{ kg} \times 60\%) \times 50\% \\ & = 8.760 \text{ kg} + 6.570 \text{ kg} = 15.330 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOF}_7: & 127.750 \text{ kg} \times 40\% + (127.750 \text{ kg} \times 60\%) \times 50\% \\ & = 51.100 \text{ kg} + 38.325 \text{ kg} = 89.425 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Det antas at tilførslene tilføres relativt jevnt over året. Usikkerheten i tilførselverdiene ligger i størrelsesorden  $\pm 50\%$  (Den totale usikkerhet består i usikkerhet ved forurensningsproduksjon, tilføringsgrad og grad av reduksjon etter lekkasje før resipient).

Det bor 1000 personer i området i spredt bosetning. Den overveiende del av disse har anlagt meget gode private avløpsløsninger med filtrering i grunnen etter sedimentasjonskamrene, som tømmes årlig ved hjelp av en kommunal ordning. De bor stort sett i god avstand fra vassdraget. På bakgrunn av at de naturgitte forhold forøvrig også er gunstige, settes tilførslene fra spredt bosetning lik 0.

Forurensningsproduksjonen fra spredt bebyggelse er:

$$\text{Tot-P: } 1.000 \times 365 \times 2,5 \text{ g} = 912,5 \text{ kg}$$

$$\text{Tot-N: } 1.000 \times 365 \times 12 \text{ g} = 4.380,0 \text{ kg}$$

$$\text{BOF}_7 : 1.000 \times 365 \times 70 \text{ g} = 25.550,0 \text{ kg}$$

Jordbruket i området er konsentrert om korndyrking. (Meieriet i bygda henter råvarer fra andre kommuner!). Det finnes således ikke siloer i Østbygda. Halmluting er det også slutt med.

Derimot importeres naturgjødsel fra andre områder, men denne blir spredt direkte sommerstid. Fra en gård i nabokommunen leveres årsproduksjonen av gjødsel fra en svinefarm med 1.000 svin. Forurensningsproduksjonen kan da settes lik:

$$\text{Tot-P: } 1.000 \times 3,2 \text{ kg} = 3.200 \text{ kg}$$

$$\text{Tot-N: } 1.000 \times 12 \text{ kg} = 12.000 \text{ kg}$$

$$\text{BOF}_7 : 1.000 \times 110 \text{ kg} = 110.000 \text{ kg}$$

Det legges mye vekt på god utnyttelse av naturgjødsele, blant annet ved god omblanding av jorda ved gunstige værforhold. Vi antar derfor en minimal avrenning av forurensningstilførsler fra naturgjødsele (se kap 4.5.3.):

$$\begin{aligned} \text{Tot-P: } & 3.200 \text{ kg} \times 0,1\% = 3,2 \text{ kg} \\ \text{Tot-N: } & 12.000 \text{ kg} \times 3\% = 360,0 \text{ kg} \\ \text{BOF}_7 & : 110.000 \text{ kg} \times 1\% = 1.100,0 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tallene er usikre, men antas å være av riktig størrelsesorden. Avrenningen antas å foregå relativt jevnt over den frostfrie perioden av året. Kunstgjødsele brukes ikke i området.

Arealavrenning fra tettstedet Lilleby består i avrenning fra et  $1 \text{ km}^2$  stort "villa"-område (se kap. 4.6.1.). Avrenningen, som settes lik tilførselen til Dypsjø, beregnes til:

$$\begin{aligned} \text{Tot-P: } & 1 \times 50 \text{ kg} = 50 \text{ kg} \\ \text{Tot-N: } & 1 \times 350 \text{ kg} = 350 \text{ kg} \\ \text{BOF}_7 & : 1 \times 2.500 \text{ kg} = 2.500 \text{ kg} \end{aligned}$$

Skogarealet i nedbørfeltet er beregnet til  $100 \text{ km}^2 = 10.000 \text{ ha}$ . Avrenning settes lik tilførsel til resipient:

$$\begin{aligned} \text{Tot-P: } & 100 \times 6,5 \text{ kg} = 650 \text{ kg} \\ \text{Tot-N: } & 100 \times 220 \text{ kg} = 22.000 \text{ kg} \end{aligned}$$

Usikkerhetene i disse tallene er som nevnt i kap. 4.6.2. meget store.

Fra det dyrkede arealet som er på  $5 \text{ km}^2 = 500 \text{ ha}$ , er beregnet tilførsler fra naturgjødsele (se over). I tillegg kommer avrenning fra uggjødselet, oppdyrket areal (kap. 4.6.5.):

$$\begin{aligned} \text{Tot-P: } & 5 \times 8 \text{ kg} = 40 \text{ kg} \\ \text{Tot-N: } & 5 \times 220 \text{ kg} = 1.100 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tilførsel til Dypsjø settes lik avrenningen. Usikkerhetene i tallene er meget stor, minimum 50%.

Det er ikke utført målinger på totalavrenning fra det dyrkede arealet inkludert gjødselavrenning.

Nedbør direkte på resipienten som er ca  $\frac{1}{2}$  km<sup>2</sup>, vil medføre forurensning innenfor følgende variasjonsområder (se kap. 4.7.):

Tot-P: (0,5 - 5) kg

Tot-N: (100 - 500) kg

Den totale forurensningsproduksjon i nedbørfeltet og den totale tilførsel til Dypsjø er så beregnet (fig. 4). Den beregnede totalproduksjon av fosfor har relativt god sikkerhet (ca.  $\pm$  30%).

Produksjonsverdiene for nitrogen og organisk stoff er vesentlig mer usikre, blant annet på grunn av store, men usikre bidrag fra arealavrenning.

Tilførselsverdiene er meget usikre for alle tre komponenter. Dette skyldes for fosforets vedkommende at tilførslene via lekkasjer og overløp er lite oversiktlige, og for nitrogen og organisk materiale er i tillegg arealavrenningen usikker, da det jo ikke foreligger målinger av disse.

Hovedtrenden i tilførselstallene tilsier imidlertid at fosfortilførslene hovedsakelig stammer fra befolkningen i Lilleby. Selv uten tilførsler via lekkasjer og overløp er tilførselen av fosfor ca. 1.800 kg (via renseanlegget). Uansett usikkerheter i tallene vil derfor en rehabilitering av avløpssystemet i Lilleby være naturlig å starte opp med for å begrense fosfortilførslene til Dypsjø.

Belastningen av nitrogen fordeles i følge regnskapet mer likt mellom arealavrenning og kommunalt avløp. En sanering av avløpssystemet i Lilleby kan nok allikevel antas å medføre en betydelig reduksjon av nitrogentilførslene. For å oppnå en bedre dokumentasjon av dette bør det hvis mulig utføres målinger på avrenningen fra skogarealene i feltet.



Tilførslene av organisk stoff skyldes i hovedsak kommunale avløp og arealavrenning. Den naturlige nedbrytningshastighet av organisk stoff fra befolkning er imidlertid mye større enn for naturlig avrenning. I forhold til effekten i Dypsjø vil nok derfor fjerning eller reduksjon av organisk stoff fra kommunale utslipp være av betydning, selv om de naturlige tilførsler (målt som  $\text{BOF}_7$ ) eventuelt måtte være vesentlig større.

Det foreligger ikke målinger av elvevannet ved utløpet til Dypsjø. Dersom en representativ serie av målinger gjennomføres over et år eller fler, vil man kunne vurdere dette opp mot tallene for total tilførsel til Dypsjø fratrukket tilførslene via det kommunale renseanlegget, som tilføres innsjøen direkte.

Vannets teoretiske oppholdstid i Dypsjø er beregnet til 1 år. For å beregne tilførslene til Snevrefjord kan derfor ikke tilførselstallene til Dypsjø umiddelbart anvendes. "Selvrensingen" i Dypsjø er antagelig av betydelig størrelse. For en vurdering av totaltilførslene til Snevrefjord er det enklest å foreta målinger i elva ved utløpet til fjorden.

## 8. LITTERATUR

- Ahl, T., 1973: Mälarens belastning och vattenkvalitet. Scripta Limnologica Upsaliensia 332.
- Bjerve, L., 1981: Forurensninger i et landbruksområde, Ringsaker kommune, Hedmark. Utkast til sluttrapport, Institutt for hydroteknikk, NLH. (25 s).
- Brink, W. & Gustafson, A., 1970: Kväve och fosfor från skog, åker och bebyggelse. Lantbrukshögskolan, Inst. för markvetenskap. Vattenvård Nr. 1. Uppsala. (108 s).
- Brink, N., Gustafson, A. og Persson, G., 1978: Förluster av växtnäring från åker. Sveriges Lantbruksuniversitet, Ekohydrologi nr. 1.
- Ekern, A., 1974: Tap av visse næringsstoffer med gjødsel, urin og forspill i ulike husdyrproduksjoner. Institutt for husdyrernæring og foringslære, NLH. (77 s).
- Lundekvam, H., 1981: Husdyrgjødsel og avlaup frå driftsbygningar. Utkast til sluttrapport. Institutt for hydroteknikk, NLH. (31 s).
- Mikkelsen, K. et al. 1974: Norsk jordbruk og vannressursene. Del A. Vannforurensninger fra jordbruket. Landsplan for bruken av vannressursene. Arbeidsrapport nr. 6. (82 s).
- NIVA, 1978: A2-32. Tilførsler av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra nedbør, skog, snaufjell og jordbruk. (51 s).
- NIVA, 1979: 0-69091. Mjøsprosjektet. Hovedrapport 1971-76. 174 s.
- NIVA, 1981 a: 0-80055. Tilføringsgrad for oppsamlingsnett. Status for eksisterende målinger (31 s).
- NIVA, 1981 b: 0-78111 REBUS. Regnskaps- og budsjettssystem for forurensende tilførsler til vassdrag og fjorder (112 s).
- NIVA, 1982 a: 0-78084. Forurensningstilførsler til indre Oslofjord 1981 (42 s).
- NIVA, 1982 b: F-80420. Hølenvassdraget. Hovedrapport om forurensningstilførsler og stofftransport 1977-80. (75 s).
- NIVA, 1982 c: 0-82006. Utslipp fra fem halmlutingsanlegg ved Otta, Lågen og Mjøsa.
- NIVA, 1983: 0-81006. Vurdering av rensekrav for utslipp av kommunalt avløpsvann til sjøresipienter. Rapport 2. Forsøksvis oppstilling av massebudsjetter for nitrogen og fosfor (45 s).
- PRA, 1977: Prosjekt Rensing av Avløpsvann. Rapport nr. 7. Forurensninger i overvann. (27 s).

- Rognerud, B., 1980: Forurensning fra landbruket. Vurdering av aktuelle forskningsoppgaver. NLVF-utredning nr. 112. (43 s).
- SFT, 1983: TA-525. Retningslinjer for dimensjonering av avløpsanlegg. Revidert utgave. (68 s).
- Snekvik, E., Bergheim, A. og Selmer-Olsen, A.R., 1976: Forurensning av vassdrag som følge av utslipp fra halmluterier. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole. Vol. 55, Nr. 12.
- Uhlen, G., 1973: Jordbruk og skogbruk. Beskrivelse av utslipp av forurensende spillprodukter. Stortingsmelding nr. 71 (1972-73). (s 169 - 178).
- Uhlen, G., 1978: Nutrient leaching and surface runoff in field lysimetres on a cultivated soil. II - Effects of farm yard manure spread on a frozen ground and mixed in the soil on water pollution. Meldinger fra NLH, nr. 28, vol. 57. (23 s).
- Wanielista, M.P., Yousef, Y.A., McLennon, W.M., 1977: Nonpoint source effects on Water quality. Journal WPCF. Pp. 441-451.
- Zitter, B.Y., 1969: Quantifying amounts of nutrients from an agricultural Watershed. University of Wisconsin, 209 pp.