

RAPPORT LNR 4117-99

Kartlegging av trussel- faktorer og beregning av forurensningstilførsler til kystnære småvassdrag i Grimstad kommune



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Kartlegging av trusselfaktorer og beregning av forurensnings- tilførsler til kystnære småvassdrag i Grimstad kommune	Løpenr. (for bestilling) 4117-99	Dato November 1999
	Prosjektnr. Undernr. O-98199	Sider Pris 31 75,-
Forfatter(e) Kaste, Øyvind	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Aust-Agder	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

Fem av de mest forurensede bekkene i Grimstad kommune er undersøkt for å vurdere forurensningskilder og trusselfaktorer for vannkvaliteten. 20% av jordbruksarealet som grenset til bekk hadde god-, 55% hadde mindre god- og 20% hadde dårlig kantvegetasjon. I gjennomsnitt var 5% av bekkestrekingene gjennom jordbruksområder lagt i rør. Nær 30% bekkestrekingene som gikk langs jordbruksarealer var rettet ut / kanalisert. Reddalsåna hadde den største totaltransporten av fosfor og nitrogen, mens Grefstadbekken hadde størst transport pr. arealenhet. Fosforbidraget fra jordbruk og bebyggelse er anslått til hhv. 47 og 35% i gjennomsnitt for vassdragene, mens nitrogenbidraget fra de samme kildene er anslått til hhv. 55 og 10%. Det er anbefalt konkrete forurensningsbegrensende tiltak i fire av de fem undersøkte bekkene, samt videre faglig oppfølging.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vassdrag	1. Watercourse
2. Vannkvalitet	2. Water quality
3. Forurensningstilførsler	3. Pollution inputs
4. Jordbruksavrenning	4. Agricultural runoff


Øyvind Kaste
Prosjektleder


Brit Lisa Skjellkvåle
Forskningsleder


Nils Roar Sælthun
Forskningsjef

**Kartlegging av trusselfaktorer og beregning av
forurensningstilførsler til kystnære småvassdrag i
Grimstad kommune**

Forord

Kommunenes overvåking av kystnære småvassdrag i Aust-Agder i 1995 og 1997 avslørte til dels betydelige forurensningsproblemer i mange lokaliteter. Som en oppfølging av dette, ble NIVA kontaktet av Fylkesmannen i Aust-Agder for å utarbeide et forslag til tiltaksorienterte undersøkelser i de mest belastede lokalitetene.

NIVA oversendte 7.10.98 et prosjektforslag på nærmere undersøkelser av fem landbruksforurensede vassdrag i Grimstad kommune. Forslaget ble revidert 21.4.99 for å splitte aktivitetene over 2 år. Fylkesmannen i Aust-Agder gav tilsagn til del 1 av prosjektet 17.11.98 og 3.6.99. Den foreliggende rapporten oppsummerer resultatene fra denne delen av prosjektet.

Grimstad kommune har sørget for innsamling av opplysninger om arealfordeling og forurensningskilder i de ulike nedbørfeltene, etter nærmere anvisning fra NIVA. Feltarbeidet ble gjennomført av undertegnede i perioden 31.8.99-8.9.99.

Kontaktperson hos Fylkesmannen i Aust-Agder har vært Ingvild Skjong.

Grimstad, november 1999


Øyvind Kaste

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn og formål	7
1.2 Områdebeskrivelse	7
1.3 Materiale og metoder	9
2. Vannkjemi	11
3. Kartlegging av trusselfaktorer for vannkvaliteten	13
4. Beregning av næringsstofftilførsler	17
4.1 Avrenning fra utmarksområder	17
4.2 Jordbruk	18
4.3 Bebyggelse	20
4.4 Samlede næringsstofftilførsler til vassdraget	21
5. Konklusjoner og anbefalinger	23
6. Litteratur	24
Vedlegg A. Kjemiske data	25
Vedlegg B. Feltskjemaer	26
Vedlegg C. SFTs klassifiseringssystem	31

Sammendrag

Vannkjemiske undersøkelser av kystnære småvassdrag i Aust-Agder i 1995 og 1997 avslørte til dels store forurensningsproblemer i mange bekker og elver. Mange av de kystnære småvassdragene er sjøaureførende, og pga. den relativt høye befolkningstettheten er det også mange brukerinteresser. I flere av vassdragene vil forurensning trolig være til hinder for bruk av vannet til bading, fiske og jordvanning. På bakgrunn av dette ble det igangsatt et arbeid for å belyse mulige årsaker til den dårlige vannkvaliteten i mange kystnære vassdrag. I denne rapporten har en gått nærmere inn i fem av de mest forurensede bekkene i Grimstad kommune for å vurdere forurensningskilder og trusselfaktorer for vannkvaliteten.

Vannkjemi

En stikkprøve av vannkvaliteten i ulike deler av bekkene høsten 1999 viste at Allemannsbekken, Grefstadbekken, Morholtbekken og Reddalsåna generelt var svært forurenset av næringsalter. Sævelibekken var relativt lite påvirket av næringsalter da prøvene ble tatt.

Trusselfaktorer

Ved kartleggingen av trusselfaktorer ble det funnet at 20% av jordbruksarealet som grenset til bekk hadde god-, 55% hadde mindre god- og 20% hadde dårlig kantvegetasjon. En sone med gras, busker og trær langs bekker og elver er viktig for å unngå lekkasje næringsstoffer fra jordbruksarealer. I gjennomsnitt var 5% av bekkestrekningene som gikk langs jordbruksarealer lagt i rør. Dette er negativt både i forhold til biologisk mangfold og i forhold til bekkenes selvrensingsevne.

Nær 30% av bekkestrekningene som gikk langs jordbruksarealer var rettet ut / kanalisert. Særlig gjaldt dette Reddalsåna, hvor over 8 km bekkestrekning var berørt. Kanalisering er negativt for det biologiske mangfoldet (mindre habitat-variasjon) og for bekkene/elvenes selvrensingsevne. De fem undersøkte bekkene ligger i relativt flatt terreng, og det er derfor ingen store erosjonsproblemer på de tilgrensende jordbruksarealene. Allemannsbekken er imidlertid utsatt for en del naturlig erosjon, i og med at de nedre delene har gravd seg ned i de marine avsetningene.

Næringsstofftilførsler

Det er anslått en årlig fosfortilførsel til de fem vassdragene på 55-295 kg P/år, eller 20-70 kg P/km²/år. Reddalsåna hadde den største totaltransporten av total fosfor, mens Grefstadbekken hadde størst transport pr. arealenhet. Fosforbidraget fra jordbruk og bebyggelse er anslått til hhv. 47 og 35% i gjennomsnitt for vassdragene. Omlag 90% av fosforet fra jordbruket stammer fra arealavrenning, resten kommer hovedsakelig fra lekkasjer i gjødsellagre.

De årlige nitrogentilførslene til de ulike vassdragene er anslått til 1600-11000 kg N/år, eller 550-1400 kg N/km²/år. Reddalsåna hadde den største totaltransporten av total nitrogen, mens Grefstadbekken hadde størst transport pr. arealenhet. Jordbruket bidrar med omlag 55% av nitrogenet som tilføres de fem vassdragene. Over 99% av dette skyldes avrenning fra dyrket mark. Kloakkutslipp bidrar med omlag 10% av nitrogentilførslene.

Anbefalinger

- Som et generelt tiltak for å redusere forurensningen i de undersøkte bekkene anbefales det igangsatt et arbeid med å etablere / utvide kantsoner mellom dyrket mark og bekkestrenger. En bør dessuten unngå ytterligere kanalisering og rørlegging, og heller vurdere å restaurere bekkenes opprinnelige løp. Dette er blitt gjort med hell flere steder, for eksempel i Danmark.
- Næringsstoffkonsentrasjonene i flere av bekkene er så høye at det bør utredes konkrete forurensningsbegrensende tiltak (opplysninger i denne rapporten kan brukes som grunnlag):

- Redusere arealavrenning i jordbruket (gjennom å øke bevisstheten omkring gjødsling og jordbearbeiding)
 - Redusere kloakkpåvirkning fra spredt bebyggelse, samt utbedre eventuelle lekkasjer/overløp på ledningsnett (for eksempel overløpet til Allemannsbekken)
 - Forbedre utette gjødsellagre
- Gjennomføre biologiske undersøkelser (for eksempel bunndyr og begroing) for å kunne vurdere effektene de høye næringsstoffs-konsentrasjonene

Summary

Title: Threatening factors and nutrient inputs to coastal watercourses in Grimstad.

Year: 1999

Author: Kaste, Øyvind

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3726-7

Five polluted brooks in Grimstad municipality are examined to evaluate pollution sources and threatening factors to the water quality. In agricultural areas, only 20 % of the brook courses had good vegetation (buffer-) zones. 55% and 20% of the stretches had less good and poor vegetation zones, respectively. The remaining 5% were piped. In addition, relatively large fractions (30%) of the brook courses in agricultural areas were canalized.

Reddal brook had the highest phosphorus and nitrogen fluxes in terms of kg per year, while Grefstad brook had the highest areal-weighted values ($\text{kg}/\text{km}^2/\text{year}$). According to the estimates, agriculture and settlement were responsible for 47 and 35% of the phosphorus inputs and 55 and 10% of the nitrogen inputs, respectively. Concrete remedial measures are recommended to reduce nutrient inputs to the brooks. Biological studies are also recommended, to evaluate the effects of the high nutrient concentrations in the brooks.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Som et ledd i den kommunale overvåkingen av miljøtilstanden i vassdrag i Aust-Agder ble det i 1995 og 1997 gjennomført undersøkelser i kystnære småvassdrag (Kaste & Håvardstun 1998). Denne undersøkelsen avslørte til dels store forurensningsproblemer i enkelte vassdrag. Omlag 35% av de undersøkte vassdragene lå innenfor de to dårligste tilstandsklassene (IV/V) mht. næringssalter (Andersen et al. 1997), og i Grimstad kommune var denne prosenten hele 65%. Årsaken til de høye næringssaltkonsentrasjonene i kystnære småvassdrag skyldes en kombinasjon av forholdsvis høy befolkningstetthet og stor jordbruksaktivitet. Spesielt i de mest forurensede lokalitetene er det antatt at jordbruket spiller en viktig rolle i forurensningsbildet.

Høye konsentrasjoner av næringssalter vil i første omgang føre til uønsket framvekst av begroing (grønnske) og vannplanter i og langs bekkene. I neste omgang vil dette kunne føre til tildekking og nedslamming av gyte- og oppvekstområdene til eksempelvis sjøaure. Også leveområdene for andre vannlevende organismer vil lett kunne forringes, slik at en vil kunne få redusert biologisk mangfold. Flere av bekkene i Grimstad ligger i attraktive turområder, hvor opplevelsen av en ren bekk er viktig i seg selv (B. K. Pedersen, pers. medd.)

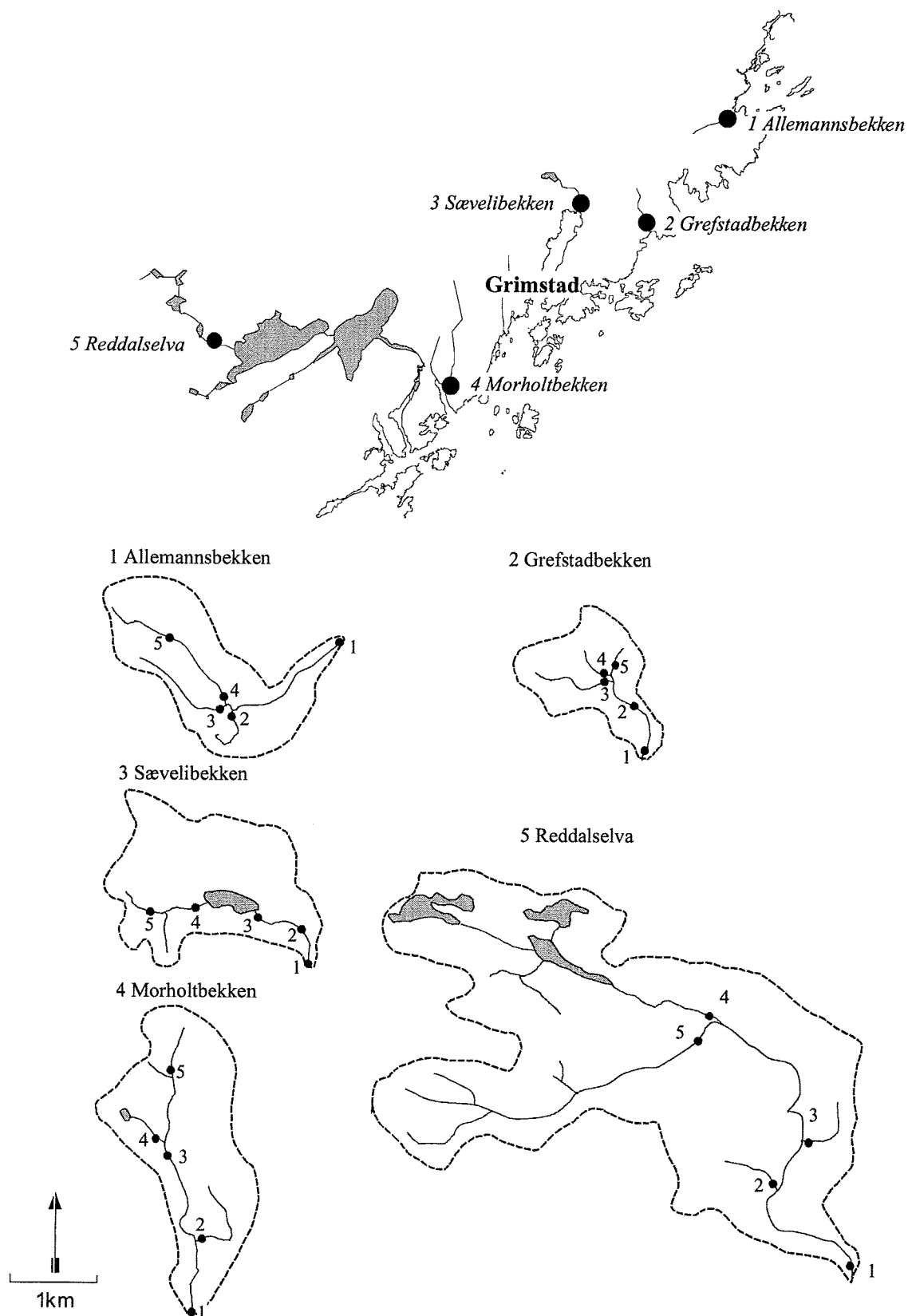
På bakgrunn av det ovennevnte er det behov for en videre oppfølging av de mest forurensede kystnære vassdragene. I denne rapporten har en gått nærmere inn i fem av de mest forurensede bekkene i Grimstad kommune for å vurdere forurensningskilder og trusselfaktorer for vannkvaliteten.

1.2 Områdebeskrivelse

De fem undersøkte bekkene ligger alle i Grimstad kommune, Aust-Agder fylke (**Figur 1**). Alle bekkene har utløp til sjøen og er i ulik grad sjøauførende. Bekkenes nedbørfelter varierer mellom 1,6 og 12,1 km², og andelen jordbruksareal fra 5 til 35% av de respektive nedbørfeltarealene (**Tabell 1**). Resten av arealene utgjøres i stor del av utmark. Det er til sammen knyttet nær 2000 personekvivalenter (p.e.) til de fem undersøkte vassdragene, hvorav nær 80% er knyttet til kommunalt renseanlegg (se **Tabell 5**).

Tabell 1. Arealfordeling (km²) i nedbørfeltene. Data fra Grimstad kommune.

Nedbørfelt	Skog	Innsjø	Gjødsla beite	Korn/ grønnfôr	Grønnsak/ potet	Totalt
1. Allemannsbekken	1.997		0.050	0.910	0.075	3.032
2. Grefstadbekken	1.100			0.519	0.025	1.644
3. Sævelibekken	2.627	0.082	0.030	0.143		2.882
4. Morholtbekken	1.756	0.012		0.513	0.157	2.438
5. Reddalsåna	8.800	1.200	0.300	1.482	0.330	12.112
Samlet	16.280	1.294	0.380	3.567	0.587	22.108



Figur 1. Vassdragene med nedbørfelt. Oversiktskart, samt enkeltvassdrag m. nedbørfelt. Vannkjemiske prøvetakingsstasjoner i hvert enkelt vassdraget er markert.

1.3 Materiale og metoder

Utløpene av de 5 bekkene er undersøkt vannkjemisk i 1995 (Kaste & Håvardstun 1998). I 1999 er det analysert vannprøver fra ulike sidegreiner innenfor de respektive vassdragene – for å kartlegge eventuelle problemområder. Vannprøvene er kun analysert med hensyn til fosfat og nitrat, som gir en indikasjon på næringsalt påvirkning i ulike deler av vassdragene.

Teoretiske tilførsler av fosfor og nitrogen til vassdraget er beregnet på grunnlag av opplysninger om arealbruk og forurensningskilder, samt koeffisienter hentet fra Bratli et al. (1995). Næringsstofftilførslene er beregnet fra følgende kilder:

- naturlig bakgrunnsavrenning fra skog/myr, inkl. nedbør på innsjøoverflater.
- jordbruk (arealavrenning/punktkilder)
- bebyggelse (punktkilder)

I tillegg til den vannkjemiske prøvetakingen er det foretatt en feltkartlegging av trusselfaktorer langs vassdragene, som er vurdert å ha stor betydning for vannkvaliteten. Alle opplysninger er avmerket på egne skjemaer (**Vedlegg B**) samt kart i målestokk 1:5000. Det er lagt vekt på følgende forhold:

- Kantvegetasjon på tilgrensende jordbruksareal
- Rørlegging
- Utretting av elveløp (kanalisering)
- Spesielle erosjonsutsatte områder

Nedenfor følger en kort omtale av de enkelte faktorene:

Kantvegetasjon

Dette er randsoner med gras, busker og trær mellom bekkestreng og dyrkede arealer. Disse vegetasjonsbeltene har flere svært viktige funksjoner; blant annet (I) fysisk barriere mot erosjonsmateriale fra dyrket mark, (II) vegetasjonen har evne til å ta opp næringsalter som ellers ville ha blitt tilført bekken og (III) røtter fra trær og busker vil "binde" bekkebreddene og hindre utrasninger ved stor avrenning. Gode kantsoner er spesielt viktig i jordbruksområder hvor det potensielt kan lekke ut store mengder næringsalter fra åker og eng.

Kantvegetasjonen i er gruppert i tre klasser etter følgende kriterier (se illustrasjoner i **Figur 2**):

- God (> 2 meter bred med gras, busker og trær)
- Mindre god (0,5-2 meter bred, fortrinnsvis med ettårige vekster)
- Dårlig (<0,5 meter bred)

Rørlegging

Rørlegging er negativt både i forhold til dyre- og plantelivet (biologisk mangfold) og i forhold til bekkens selvrensingsevne (evne til å omsette næringsalter og organisk stoff).

Kanaliserings

Kanaliserings og utretting av elveløp vil være negativt både for det biologiske mangfoldet (mindre habitat-variasjon) og for bekkene/elvenes selvrensingsevne ved at de biologiske samfunnene blir fattigere og ved at vannets oppholdstid i elva blir kortere.

Erosjon

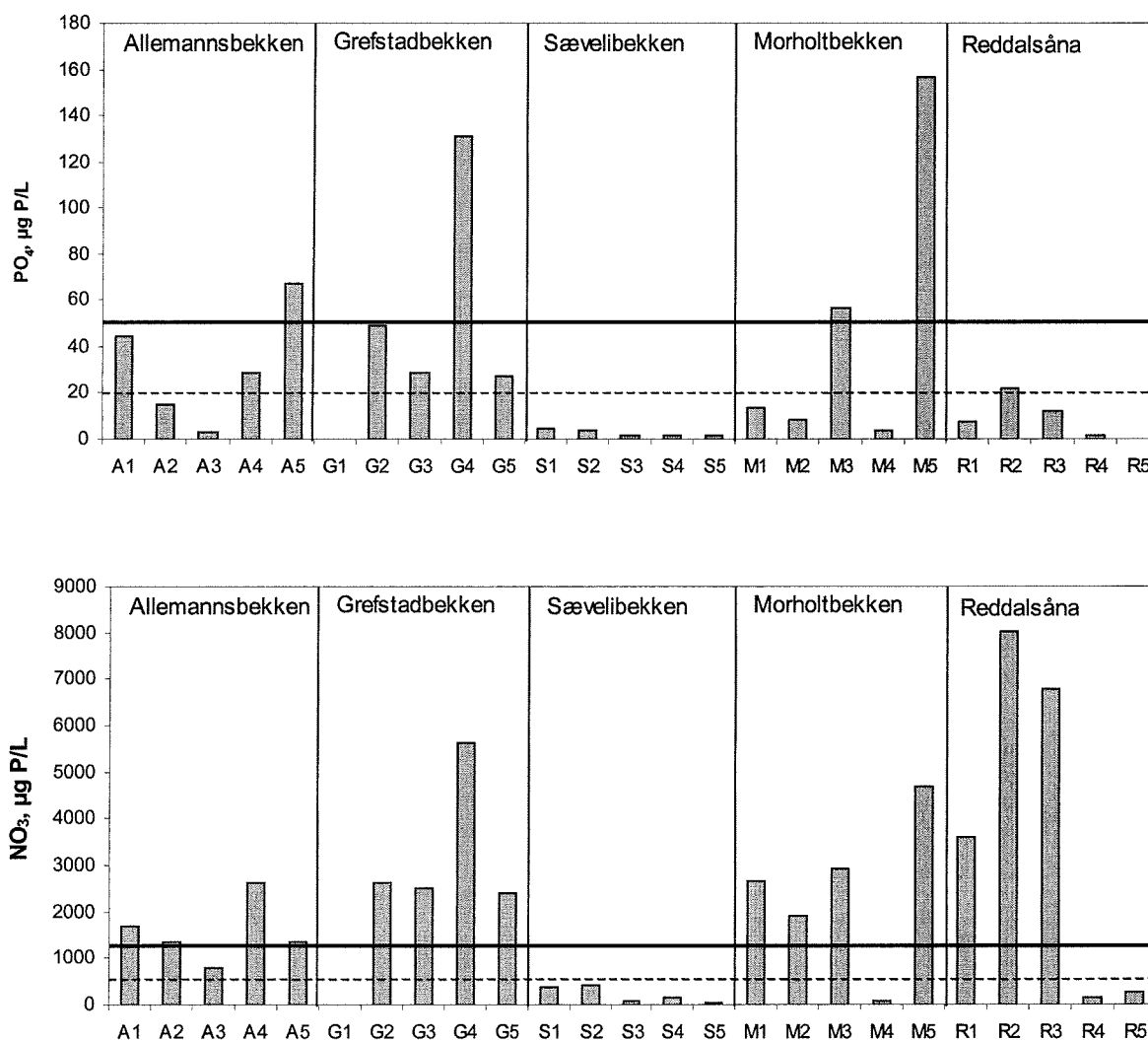
Erosjon på jordbruksarealer kan i perioder føre til stor transport av næringsstoffer til vassdrag. Spesielt erosjonsutsatte områder er åpne åkrer, eller pløyd mark som ligger i hellende terreng. I slike områder er det spesielt viktig med gode kantsoner mot vassdrag, samt varsom/reduert jordbearbeiding



Figur 2. Øverst: Bekkestrekning med mindre god til dårlig kantvegetasjon. Hogst langs bekken er negativt ved at det gir mindre skjul for fisken. **Nederst:** I forgrunnen vises kanalisert bekkestrekning med dårlig kantvegetasjon (dyrket mark går helt ut på kanten av kanalen). I bakgrunnen skimtes bekkestrekning med god kantvegetasjon bestående av høye trær som bl.a. gir god skjul for fisk.

2. Vannkjemi

Det er tatt én stikkprøve av vannkvaliteten i ulike sidegreiner innenfor de respektive vassdragene høsten 1999 – for å kartlegge eventuelle problemområder. Vannprøvene er kun analysert med hensyn til fosfat og nitrat, som gir en indikasjon på næringssaltpåvirkning i ulike deler av vassdragene (**Figur 3**). I SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (Andersen et al. 1997) er påvirkning av næringssalter vurdert ut fra konsentrasjoner av total fosfor og total nitrogen (se **Vedlegg C**). I og med at fosfat og nitrat kun utgjør en del av hhv. total fosfor og total nitrogen, kan klassifiseringssystemet ikke anvendes direkte i forhold til målingene som er vist i **Figur 3**.



Figur 3. Konsentrasjoner av fosfat (PO₄³⁻) og nitrat (NO₃⁻) målt ved enkel stikkprøve høsten 1999. Stasjonsplassering er vist i Figur 1. Prikket og heltrukken vertikal linje angir grenser for hhv. klasse IV ("dårlig") og V ("meget dårlig") i SFTs klassifiseringssystem. Merk at klassifiseringen angir grenser for total fosfor og total nitrogen og ikke fosfat og nitrat som er fremstilt i figurene.

Fosfor som uorganisk, løst fosfat (PO_4^{3-}) i vann tas vanligvis raskt opp av planter i vannet. Dette skyldes at det er underskudd på fosfor i de fleste innsjøer og elver i Norge. I uforurensede systemer er det derfor svært lave, eller ikke målbare konsentrasjoner av løst fosfat. Laveste målbare konsentrasjon (deteksjonsgrensen) av løst fosfat i standardanalyser er $1 \mu\text{g P/L}$. Dersom det måles konsentrasjoner som er vesentlig høyere $2-3 \mu\text{g P/L}$, er det en indikasjon på at systemet tilføres mer fosfor enn det som kan omsettes biologisk.

I utmarksområder på Sørlandet uten lokale forurensningskilder vil en vanligvis måle konsentrasjoner av total nitrogen på $300-500 \mu\text{g/L}$ (Skjelkvåle et al. 1997). En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1998, Kaste et al. 1997). Nitrogenfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunns-konsentrasjonene av nitrogen i bekker. I vann med forholdsvis lite organisk stoff (for eksempel humusstoffer) utgjør vanligvis nitrat (NO_3^-) en dominerende andel av totalnitrogenet (60-80%). Nitratkonsentrasjoner over $500 \mu\text{g N/L}$ indikerer ofte forstyrrelser i vassdraget, enten i form av inngrep (hogst, grøfting av myrer etc.) eller utslipp/avrenning fra jordbruk, bebyggelse eller industri.

Av de undersøkte vassdragene var Sævelibekken minst forurenset av næringssalter. De øvrige bekkene hadde til dels svært høye konsentrasjoner av både fosfat og nitrat. Reddalsåna var, relativt sett, mer påvirket av nitrat enn fosfat. Dette har trolig sammenheng med at de nedre delene av vassdraget ligger i en utpreget jordbruksbygd, med store dyrkede arealer og relativt spredt bebyggelse (lite kloakk-påvirkning). Variasjoner innen hvert vassdrag blir oppsummert under:

Allemannsbekken:

De nedre delene hadde høye konsentrasjoner av både fosfat ($45 \mu\text{g P/L}$) og nitrat ($1700 \mu\text{g N/L}$). To av sidebekkene A2 og A3 var moderat til lite påvirket, mens de øvre delene (A4 og A5) var sterkt påvirket av både fosfat og nitrat.

Grefstadbekken

Alle stasjoner bar preg av næringssaltforurensning. Spesielt G4 hadde høye verdier (fosfat: $130 \mu\text{g P/L}$, nitrat: $5600 \mu\text{g N/L}$).

Sævelibekken

Bekken var lite belastet med næringssalter på det tidspunktet prøvene ble tatt (fosfat: $2-5 \mu\text{g P/L}$, nitrat: $35-400 \mu\text{g N/L}$).

Morholtbekken

Alle stasjoner bortsett fra M4 (skogsbekk) var klart påvirket av næringssalter. Spesielt gjaldt dette den øverste stasjonen, M5, som fanger opp påvirkning fra bebyggelsen og industrien på Bergemoen. Det at fosfatkonsentrasjonene var lavere ved utløpet enn høyere oppe i bekken, tyder på en selvrensningseffekt.

Reddalsåna

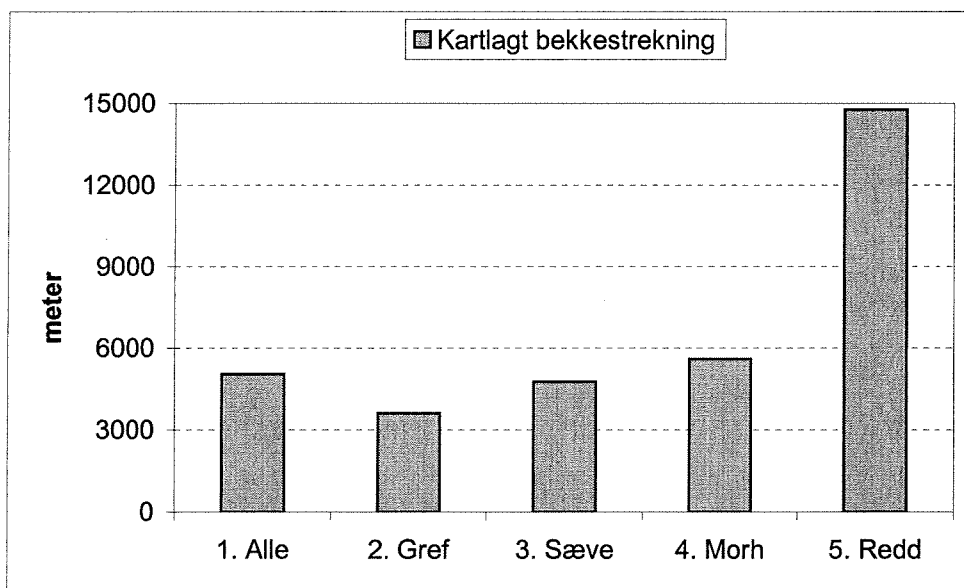
De tre nederste stasjonene, som ligger innenfor de intensive jordbruksområdene i Reddal, hadde svært høye nitrat-konsentrasjoner (opp mot $8000 \mu\text{g N/L}$) men relativt lave fosfatkonsentrasjoner (opp mot $20 \mu\text{g P/L}$). Dette indikerer at jordbruket er den dominerende forurensningskilden i området. De øveste stasjonene, R4 og R5, hadde lave konsentrasjoner av både fosfat og nitrat.

3. Kartlegging av trusselfaktorer for vannkvaliteten

Over 30 km bekkestrekninger innenfor de fem vassdragene er kartlagt med hensyn til trusselfaktorer for vannkvaliteten (**Figur 4**). I kartleggingen er det lagt vekt på følgende forhold:

- Kantvegetasjon på tilgrensende jordbruksareal
- Rørlegging
- Utretting av elveløp (kanalisering)
- Spesielle erosjonsutsatte områder

De ulike faktorene er visualisert i **Figur 5** til **Figur 7**, og primærdataene er vist i **Vedlegg B**.

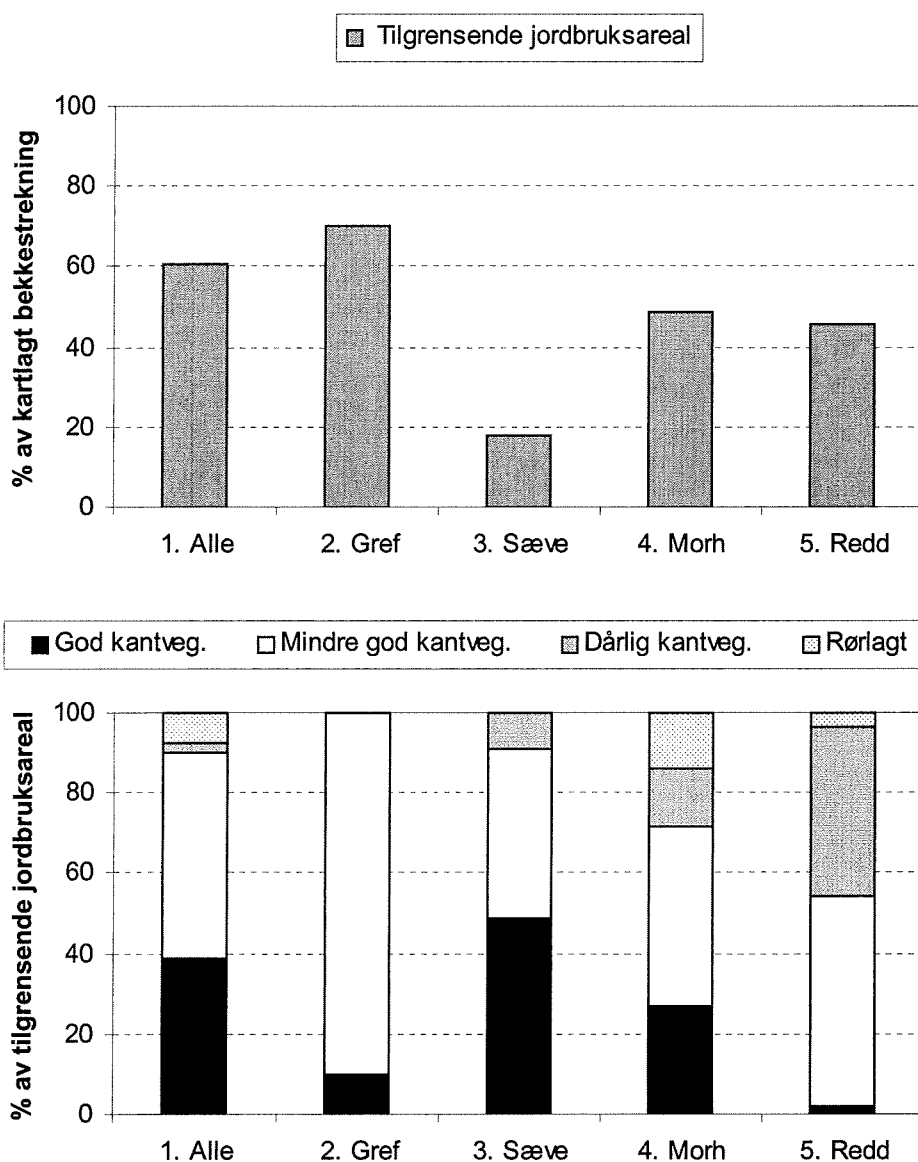


Figur 4. Lengde av kartlagte bekkestrekninger.

Kantvegetasjon på tilgrensende jordbruksareal

I Allemannsbekken og Grefstadbekken er det jordbruksarealer langs 60-70% av den kartlagte bekkestrekningen. I Morholtbekken og Reddalselva er andelen noe lavere (40-50%), mens den er minst i Sævelibekken (<20%).

I Allemannsbekken, Sævelibekken og Morholtbekken var kantvegetasjonen god langs hhv. 40, 50 og 25% av det tilgrensende jordbruksarealet. Høyest frekvens av mindre god kantvegetasjon ble funnet langs Grefstadbekken (90%), mens høyest frekvens av dårlig eller fraværende kantvegetasjon ble funnet langs Reddalsåna (40%). Store deler av Reddalsåna er kanalisert (rettet ut) for å unngå flom på de nærliggende jordbruksarealene. Den kanaliserte elvestrekningen er i stor grad forbygd med grov stein, mens åkrene ofte er lagt helt ut på kanten mot kanalen.



Figur 5. Øverst: Prosent av bekkestrekning med tilgrensende jordbruksareal. Nederst: Klassifisering av kantvegetasjon på tilgrensende jordbruksareal.

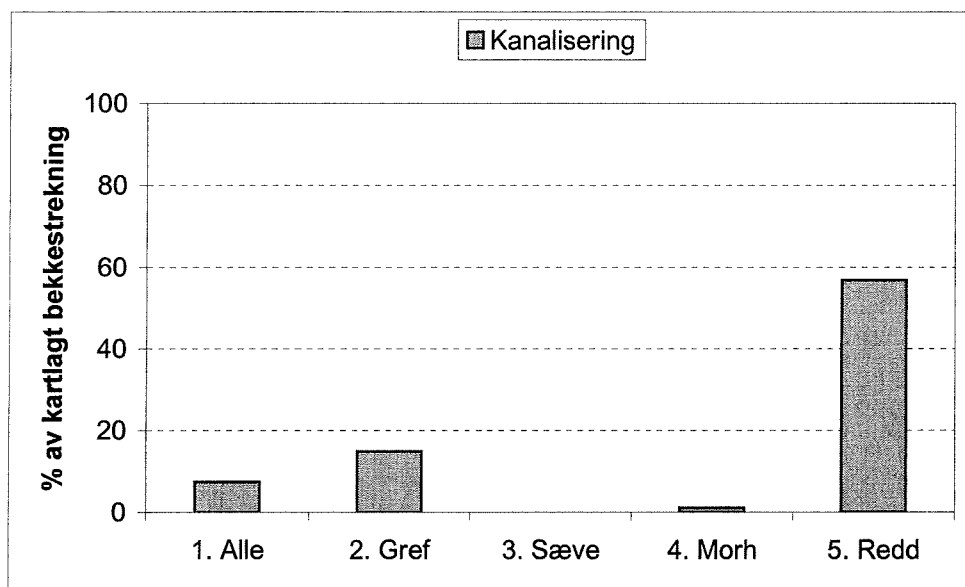
Rørlegging

I Allemannsbekken, Morholtbekken og Reddalsåna var 5-15% av bekkestrekningene som gikk gjennom jordbruksområder lagt i rør. Dette er negativt både i forhold til dyre- og plantelivet (biologisk mangfold) og i forhold til bekkenes selvrensingsevne (evne til å omsette næringsalter og organisk stoff).

Kanalisering

Som nevnt er det gjennomført store kanaliserings- og forbygnings-arbeider i Reddalsåna, for å redusere flomproblemer på de nærliggende jordbruksarealene. Over 8 km elve/bekkestrekning var enten kanalisert eller grøftet. Generelt vil kanalisering og utretting av elveløp være negativt både for det biologiske mangfoldet (mindre habitat-variasjon) og for bekkene/elvenes selvrensingsevne ved at de biologiske samfunnene blir fattigere og ved at vannets oppholdstid i elva blir kortere. Det ble også

registrert noe kanalisering/utretting i Allemannsbekken, Grefstadbekken og Morholtbekken, men i mye mindre grad enn i Reddalsåna.

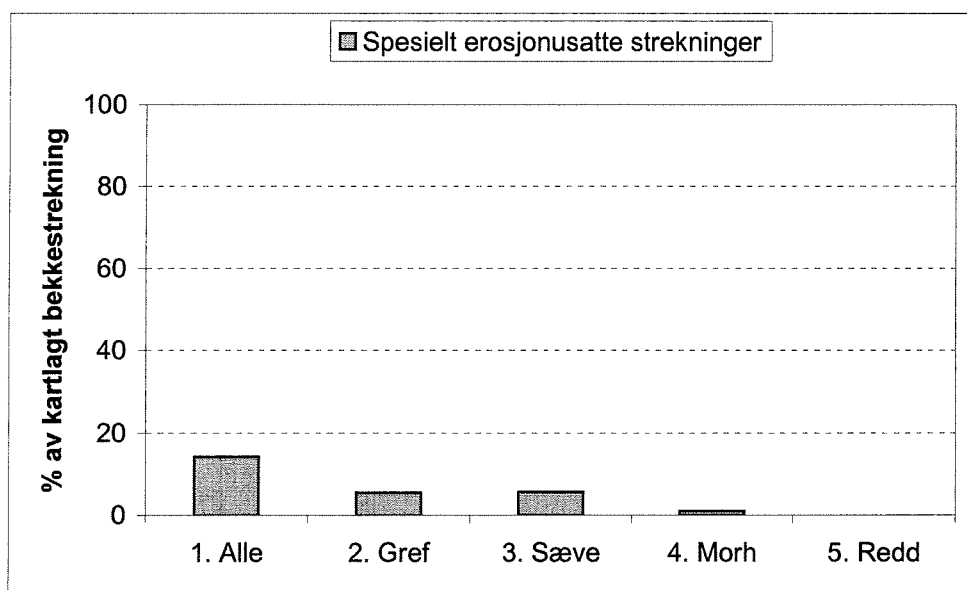


Figur 6. Forekomst av kanalisering.

Spesielt erosjonsutsatte områder

I områder under marin grense vil bekkene ofte grave langs breddene, slik at vannet blir blakket av leire. Denne formen for erosjon er naturlig, og fører vanligvis ikke til uakseptabel vannkvalitet i bekkene. Erosjon på jordbruksarealer kan derimot i perioder føre til stor transport av næringsstoffer til vassdrag. Spesielt erosjonsutsatte områder er åpne åkrer, eller pløyd mark som ligger i hellende terreng. I slike områder er det spesielt viktig med gode kantsoner mot vassdrag, samtidig som en prøver å innrette jordbearbeidingen slik at en får minst mulig erosjonstap (for eksempel ved å unngå høstpløying).

Jordbruksarealene rundt de fem undersøkte bekkene ligger i relativt flatt terreng, og det er derfor ingen store erosjonsproblemer på selve jordbruksarealene. Allemannsbekken er utsatt for en del naturlig erosjon, i og med at de nedre delene av bekken har gravd seg ned i de marine avsetningene.



Figur 7. Forekomst av spesielt erosjonsutsatte strekninger.

4. Beregning av næringsstofftilførsler

Dette kapittelet inneholder beregninger av næringsstofftilførsler fra ulike kilder basert på opplysninger om arealbruk og avrenning samt veiledende avrenningskoeffisienter for ulike arealtyper og kilder (Bratli et al. 1995).

4.1 Avrenning fra utmarksområder

Nitrogeninnholdet i nedbøren er godt dokumentert gjennom det statlige overvåkingsprogrammet for sur nedbør (SFT 1998). På Birkenes-stasjonen i Aust-Agder, som er den av overvåkingsstasjonene som ligger nærmest det aktuelle området, har den totale nitrogenavsetningen på 1990-tallet ligget omkring 1500 kg N/km²/år. Atmosfærisk tilførsel av fosfor er bare sporadisk undersøkt i Norge, men Bratli et al. (1995) anslår bidraget til 20-35 kg P/km² på Sørlandet (25 kg P/km² benyttet til beregninger i denne rapporten). Nitrogenforbindelsene i nedbøren stammer til en viss grad fra naturlige kilder, men det meste blir tilført som nitrogenoksider fra forbrenningsprosesser og som ammoniakkdamp fra jordbruket. Kildene til fosfor i nedbøren er dårligere undersøkt, men det antas at en vesentlig del tilføres fra nærområdet i form av støvpartikler og pollen (Bratli et al. 1995).

Dersom nedbøren faller på vannoverflater, vil alt fosfor og nitrogen bli tilført vassdraget. Fra nedbør som faller over land blir det meste av næringsstoffene bundet i jorda eller i vegetasjonen, slik at en relativt liten andel blir tilført vassdragene. Det vil imidlertid alltid vaskes ut en viss mengde næringssalter fra utmarksområder (skog, myr, fjell) pga. naturlige jordprosesser. I følge Bratli et al. (1995) kan normalavrenningen fra utmarksområder på Sørlandet anslås til 6 kg P/km²/år og 325 kg N/km²/år (basert på en spesifikk avrenning på 30 L/s/km²).

Forfor- og nitrogentransporten fra utmarksområder (inkl. innsjøoverflater) er beregnet til hhv. 7-83 kg P/år og ca. 350-4650 kg N/år i de 5 vassdragene. I Reddalsåna stammet nær 40% av utmarksnitrogenet fra nedbør avsatt direkte på innsjøoverflater (**Tabell 2**).

Tabell 2. Arealavrenning fra utmark og næringsstoffbidrag fra nedbør avsatt direkte på innsjøoverflater.

Nedbørfelt	Utmark		Innsjøoverflater		Total	
	kg N/år	kg P/år	kg N/år	kg P/år	kg N/år	kg P/år
1. Allemannsbekken	647	12	0	0	647	12
2. Grefstadbekken	356	7	0	0	356	7
3. Sævelibekken	851	16	123	2	974	18
4. Morholtbekken	569	11	18	0	587	11
5. Reddalsåna	2851	53	1800	30	4651	83
Samlet	5275	98	1941	32	7216	130

4.2 Jordbruk

Punktkilder

Næringsstofftilførsler fra punktkilder i jordbruket stammer hovedsakelig fra siloanlegg, gjødsellager og melkerom. Antatt lekkasje av næringsalter fra **siloanlegg** er beregnet på basis av opplysninger om anleggets standard samt husdyrmengde. Koeffisienter for husdyrs inntak av silofor, stoffinnhold i pressaft og stofftap for ulike standarder av siloanlegg er hentet fra Bratli et al. (1995). Antatt lekkasje av næringsstoffer fra **gjødsellagre** er beregnet på basis av opplysninger om standard på lagrene samt husdyrmengde. Koeffisienter for beregning av næringsstoffinnhold i husdyrgjødsel og stofftap fra gjødsellagre er hentet fra Bratli et al. (1995). Antatt lekkasje av næringsstoffer fra **melkerom** er beregnet på basis av opplysninger om antall melkekyer samt disponering av melkeromsavløp. Koeffisienter for beregning av stoffinnhold i melkeromsavløp, samt stofftap ved ulike disponeringsmåter er hentet fra Bratli et al. (1995). Næringsstofftilførselen fra punktkilder i jordbruket er forholdsvis beskjeden i vassdraget, i allfall når det gjelder nitrogen (**Tabell 3**).

Tabell 3. Antatt forurensningsproduksjon fra silo, gjødsellager og melkerom. Eventuelle lekkasjer fra rundballer er ikke medregnet.

	1. Alle	2. Gref	3. Sæve	4. Morh	5. Redd	Samlet
Siloanlegg						
Andel, høy standard	1.00		1.00		1.00	1.00
Andel hvor lekkasjer forekommer						
Inntak av silofor (tonn /år)	489	195	298	0	465	1447
Pressaftmengde (tonn /år)	122	49	74	0	116	362
P-innhold i pressaft (kg/år)	24	10	15	0	23	72
N-innhold i pressaft (kg/år)	245	98	149	0	233	724
Antatt P-lekkasje (kg/år)	0		0		0	1
Antatt N-lekkasje (kg/år)	7		4		7	19
Gjødsellager						
Andel tette	0.75	0.67	1.00	1.00	1.00	0.87
Andel med små lekkasjer	0.25	0.33				0.13
Andel med plankeporter						
Andel med store lekkasjer						
P i husdyrgjødsel (kg/år)	1416	971	603	550	2590	6129
N i husdyrgjødsel (kg/år)	8915	5011	3774	2250	12414	32364
Antatt P-lekkasje (kg/år)	10	7	3	2	12	31
Antatt N-lekkasje (kg/år)	12	8	3	2	9	31
Melkerom						
Utslipp ledes til gjødsellager (andel)	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00
Infiltrasjon i grunnen (andel)						
Direkte til vassdrag (andel)						
Melkekyr (antall)	40	19	20		30	109
P i melkeromsavløp (kg/år)	2.3	1.1	1.1		1.7	6.2
N i melkeromsavløp (kg/år)	13.9	6.6	6.9		10.4	37.8
Antatt P-lekkasje (kg/år)	0	0	0		0	0
Antatt N-lekkasje (kg/år)	0	0	0		0	0
Sum P-lekkasje (kg/år)	10	7	0	2	12	33
Sum N-lekkasje (kg/år)	20	8	4	2	16	50

Arealavrenning

For beregning av arealavrenning er det benyttet veiledende koeffisienter for ytre strøk i Aust-Agder (Bratli et al. 1995). Dette tilsvarer 61 kg fosfor/km²/år og 2400 kg nitrogen/km²/år. For arealer benyttet til grønnsakproduksjon er koeffisientene i samråd med JORDFORSK (Nils Vagstad, pers. medd.) doblet i forhold til de veiledende.

Arealavrenning i jordbruket er vanligvis en vesentlig større kilde til nitrogentransport enn punktkilder. Totalt er det beregnet et nitrogenbidrag fra arealavrenning på 12300 kg/år i de 5 vassdragene, mens det tilsvarende bidraget fra punktkildene er beregnet til 50 kg/år (**Tabell 4**). Forskjellene er imidlertid relativt sett mindre når det gjelder fosfor: Arealavrenning fra dyrket mark er beregnet til å bidra med 310 kg fosfor/år, mens bidraget fra punktkilder er anslått til 30 kg fosfor/år.

Tabell 4. Arealavrenning fra jordbruket.

Nedbørfelt	Dyrket areal km²	Nitrogen kg/år	Fosfor kg/år
1. Alle	1.035	2664	68
2. Gref	0.544	1366	35
3. Sæve	0.173	415	11
4. Morh	0.670	1985	50
5. Redd	2.112	5861	149
Samlet	4.534	12290	312

4.3 Bebyggelse

Næringsstofftilførsler fra bebyggelse er beregnet på basis av opplysninger om antall personer bosatt i nedbørfeltet, samt valg av avløpsløsninger. Koeffisienter for spesifikk næringsstoffproduksjon (g/personekvivalent/døgn), samt renseseffekt ved ulike rensenanordninger i spredt bebyggelse er hentet fra Bratli et al. (1995). For kommunalt ledningsnett er det beregnet et tap på 5-15% avhengig av ledningsnettes standard. Totalt er det beregnet at bebyggelsen i de fem vassdragene årlig bidrar med omlag 260 kg fosfor og 2100 kg nitrogen (**Tabell 5**).

Kommunen har opplyst at det er små til moderate lekkasjer fra det kommunale kloakkledningsnettet, og lite problemer med overløp fra pumpestasjoner etc. I 1999 har det imidlertid vært problemer med overløp til Allemannsbekken, fra pumpestasjon Messevold som omfatter 2700 p.e. I alt er det rapportert til Fylkesmannen 5 overløp med en total varighet på ca 9 døgn. Dette tilsvarer omlag 40 kg fosfor – med andre ord omlag like mye som er beregnet for hele feltet i løpet av et normalår (**Tabell 5**). Da overløpene er betraktet som spesielle for 1999, er det valgt å ikke inkludert dem i beregningene nedenfor.

Tabell 5. Næringsstofftilførsler fra bebyggelse.

	1. Alle	2. Gref	3. Sæve	4. Morh	5. Redd	Samlet
Antall p.e.						
1. Tilknyttet rensesanlegg	364	560	64	560		1548
2. Tilknyttet slamavskiller						
a) Med infiltrasjon	11	17	8	28	34	98
b) Med sandfilter	11	8	6	20	11	56
c) Direkte utslipp	22	50	22	59	64	217
3. Direkte utslipp	8	14	8	8	8	46
4. Minirensesanlegg (med infiltrasjon)		3				3
5. Tett tank (med sandfilter)						0
SUM	416	652	108	675	117	1968
Utslipp P, kg/år						
1. Tilknyttet rensesanlegg	20	22	2	22		65
2. Tilknyttet slamavskiller						
a) Med infiltrasjon	1	2	1	3	3	9
b) Med sandfilter	6	4	3	11	6	30
c) Direkte utslipp	13	29	13	34	37	125
3. Direkte utslipp	5	9	5	5	5	29
4. Minirensesanlegg (med infiltrasjon)	0	2	0	0	0	2
5. Tett tank (med sandfilter)	0	0	0	0	0	0
SUM	44	66	23	74	51	259
Utslipp N, kg/år						
1. Tilknyttet rensesanlegg	141	153	14	153	0	462
2. Tilknyttet slamavskiller						
a) Med infiltrasjon	39	60	28	98	119	343
b) Med sandfilter	42	31	23	77	42	215
c) Direkte utslipp	89	203	89	239	259	879
3. Direkte utslipp	35	61	35	35	35	201
4. Minirensesanlegg (med infiltrasjon)	0	11	0	0	0	11
5. Tett tank (med sandfilter)	0	0	0	0	0	0
SUM	346	519	189	602	456	2112

4.4 Samlede næringsstofftilførsler til vassdraget

Basert på beregninger i de foregående seksjonene er det anslått en årlig fosfortilførsel til de fem vassdragene på 55-295 kg P/år, eller 20-70 kg P/km²/år (**Tabell 6, Figur 8**). Reddalsåna hadde den største totaltransporten av total fosfor, mens Grefstadbekken hadde størst transport pr. arealenhet. Sævelibekken hadde lavest transport, både totalt og pr. arealenhet. Totalt for de fem vassdragene er fosforbidraget fra jordbruk og bebyggelse anslått til hhv. 47 og 35%. Omlag 90% av jordbrukstilførslene stammer fra arealavrenning, resten utgjøres hovedsakelig av lekkasjer fra gjødsellagre. Avrenning fra siloer og melkerom bidrar lite til forurensning av vassdraget.

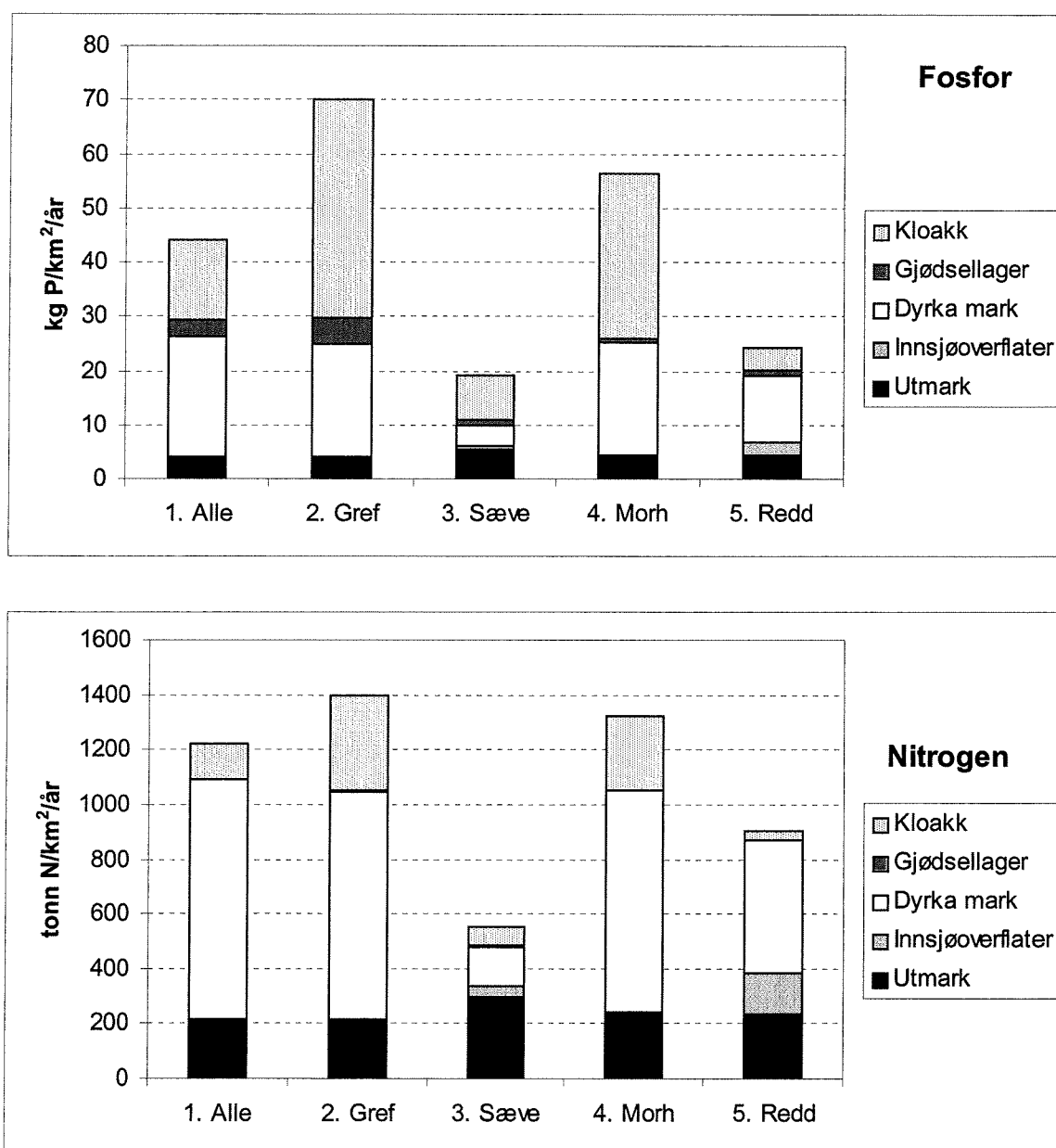
De årlige nitrogentilførslene til de ulike vassdragene er anslått til 1600-11000 kg N/år, eller 550-1400 kg N/km²/år (**Tabell 6, Figur 8**). Reddalsåna hadde den største totaltransporten av total nitrogen, mens Grefstadbekken hadde størst transport pr. arealenhet. Sævelibekken hadde lavest transport, både totalt og pr. arealenhet. Jordbruket er totalt sett den viktigste tilførselskilden for nitrogen til vassdragene, med omlag 55% av totaltransporten. Arealavrenning fra dyrket mark utgjør over 99% av de totale nitrogentilførslene fra jordbruket. Naturlig bakgrunnsavrenning fra utmarksområder (inkl. nedbør på innsjøoverflater) utgjør omlag 1/3 av de totale nitrogentilførslene til vassdragene, mens kloakkutslipp bidrar med omlag 10%.

Regnskapet for de fem vassdragene viser at lokale kilder i de fleste tilfeller utgjør en dominerende andel av næringsstofftilførslene. På arealbasis var Sævelibekken minst påvirket av næringsstoffer, mens Reddalsåna, Allemannsbekken, Morholtbekken og Grefstadbekken var påvirket i økende grad. Totalt sett hadde Reddalsåna de klart største jordbrukstilførslene, men vassdraget er 4-6 ganger større enn de øvrige bekkene i prosjektet slik at den arealbaserte tilførselen blir moderat.

Det er foretatt en enkel sammenligning mellom beregnede og målte konsentrasjoner av fosfor og nitrogen i vassdragene (**Tabell 7**). De beregnede fosfortilførsene er stort sett høyere enn de målte konsentrasjonene i utløpet av bekkene. Dette er rimelig, i og med at tilbakeholdelsen (retensjonene) av fosfor i bekker er forholdsvis stor. De beregnede nitrogentilførslene synes å være forholdsvis lave i forhold til de målte konsentrasjonene (se for eksempel Reddalsåna).

Tabell 6. Samlede næringsstofftilførsler fordelt på kilder.

	1. Alle	2. Gref	3. Sæve	4. Morh	5. Redd	Samlet	%
P-tilførsler (kg/år)							
Utmark	12	7	16	11	53	98	13
Innsjøoverflater	0	0	2	0	30	32	4
Dyrket mark	68	35	11	50	149	312	43
Siloefflag	0	0	0	0	0	1	0
Gjødsellager	10	7	3	2	12	31	4
Kloakk	44	66	23	74	51	259	35
SUM	134	115	55	137	295	734	100
N-tilførsler (kg/år)							
Utmark	647	356	851	569	2851	5275	24
Innsjøoverflater	0	0	123	18	1800	1941	9
Dyrket mark	2664	1366	415	1985	5861	12290	56
Siloefflag	7	0	4	0	7	19	0
Gjødsellager	12	8	3	2	9	31	0
Kloakk	378	568	195	651	456	2247	10
SUM	3708	2298	1592	3225	10984	21804	100



Figur 8. Næringsstoffbidrag fra ulike kilder, veid mot vassdragsareal.

Tabell 7. Sammenligning av beregnede og målte konsentrasjoner av fosfor og nitrogen. Verdiene for perioden 1995-97 er middelverdier av 3-6 prøver i sommersesongen (Kaste og Håvardstun 1998).

	1. Alle	2. Gref	3. Sæve	4. Morh	5. Redd
Tot-P, beregnet, µg/L	47	74	20	60	26
Tot-P, middel 1995-97, µg/L	98	42	80	26	75
PO ₄ ³⁻ , i utløp 1999 (denne unders.)	45	49	5	14	8
Tot-N, beregnet, µg/L	1293	1477	584	1398	959
Tot-N, middel 1995, µg/L	1666	2508	1607	3217	3658
NO ₃ ⁻ , i utløp 1999 (denne unders.)	1700	2640	384	2660	3590

5. Konklusjoner og anbefalinger

Konklusjoner:

- Allemannsbekken, Grefstadbekken, Morholtbekken og Reddalsåna var, med unntak av noen få sidebekker, svært forurenset av næringssalter.
- 20% av jordbruksarealet som grenset til bekk hadde god-, 55% hadde mindre god- og 20% hadde dårlig kantvegetasjon. Jordbruksarealene mot Grefstadbekken og Reddalsåna hadde dårligst kantvegetasjon.
- I gjennomsnitt var 5% av bekkestrekningene som gikk langs jordbruksarealer lagt i rør. Dette er negativt både i forhold til biologisk mangfold og i forhold til bekkenes selvrensingsevne.
- Nær 30% av bekkestrekningene som gikk langs jordbruksarealer var rettet ut / kanalisert. Særlig gjaldt dette Reddalsåna, hvor over 8 km bekkestrekning var berørt. Kanalisering er negativt for det biologiske mangfoldet (mindre habitat-variasjon) og for bekkene/elvenes selvrensingsevne.
- Reddalsåna hadde den største totaltransporten av fosfor og nitrogen, mens Grefstadbekken hadde størst transport pr. arealenhet.
- Fosforbidraget fra jordbruk og bebyggelse er anslått til hhv. 47 og 35% i gjennomsnitt for vassdragene. De resterende 17% stammer fra naturlige bakgrunnstilførsler. Omlag 90% av fosforet fra jordbruket stammer fra arealavrenning, resten kommer hovedsakelig fra lekkasjer i gjødsellagre.
- Jordbruket bidrar med omlag 55% av nitrogenet som tilføres de fem vassdragene. Over 99% av dette skyldes avrenning fra dyrket mark. Kloakkutslipp bidrar med omlag 10% av nitrogentilførslene, mens 33% er naturlig bakgrunnsavrenning.

Anbefalinger:

- Som et generelt tiltak for å redusere forurensningen i de undersøkte bekkene anbefales det igangsatt et arbeid med å etablere / utvide kantsoner mellom dyrket mark og bekkestrenger. En bør dessuten unngå ytterligere kanalisering og rørlegging, og heller vurdere å restaurere bekkenes opprinnelige løp. Dette er blitt gjort med hell flere steder, for eksempel i Danmark.
- Næringsstoffkonsentrasjonene i flere av bekkene er så høye at det bør utredes konkrete forurensningsbegrensende tiltak (opplysninger i denne rapporten kan brukes som grunnlag):
 - Redusere arealavrenning i jordbruket (gjennom å øke bevisstheten omkring gjødsling og jordbearbeiding)
 - Redusere kloakkpåvirkning fra spredt bebyggelse, samt utbedre eventuelle lekkasjer/overløp på ledningsnett (for eksempel overløpet til Allemannsbekken)
 - Forbedre utette gjødsellagre
- Gjennomføre biologiske undersøkelser (for eksempel bunndyr og begroing) for å kunne vurdere effektene de høye næringsstoffkonsentrasjonene

6. Litteratur

- Andersen, J.R, Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997, 31 s.
- Bratli, J.L., H. Holtan og S.O. Åstebøl. 1995. Miljømål for vannforekomstene - tilførselsberegninger. SFT-veileder 95:02, TA-1139/1995, 70 s.
- Kaste, Ø. og Håvardstun J. 1998. Vannkvalitetsundersøkelse i kystnære småvassdrag i Aust-Agder 1995 og 1997. NIVA-rapport 3865, 38 s.
- Kaste, Ø., Henriksen, A. & Hindar, A. 1997. Retention of atmospherically-derived nitrogen in subcatchments of the Bjerkreim River in Southwestern Norway. *Ambio* 26: 296-303.
- SFT 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1997. SFT-rapport 748/98, 217 s.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T.S., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A.K. 1997. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. SFT- rapport 677/96, 73 s.

Vedlegg A. Kjemiske data

Stasjon	Dato	PO ₄ ³⁻ µg P/L	NO ₃ ⁻ µg N/L
A1	31.08.99	45	1700
A2	31.08.99	15	1340
A3	31.08.99	3	780
A4	31.08.99	29	2640
A5	31.08.99	67	1340
G1			
G2	31.08.99	49	2640
G3	31.08.99	29	2520
G4	31.08.99	131	5610
G5	31.08.99	27	2410
S1	31.08.99	5	384
S2	31.08.99	4	407
S3	31.08.99	2	76
S4	31.08.99	2	148
S5	31.08.99	2	34
M1	08.09.99	14	2660
M2	08.09.99	8	1930
M3	08.09.99	56	2920
M4	08.09.99	4	81
M5	08.09.99	157	4690
R1	08.09.99	8	3590
R2	08.09.99	22	8030
R3	08.09.99	12	6790
R4	08.09.99	2	150
R5	08.09.99		260

Vedlegg B. Feltskjemaer

Prosjekt: O-98199		1. Allemannsbecken		Dato: 31.8.99										
Strekn (nr)	Lengde m	Urett	Rørlagt	Utslipp	Landbruk	Dårlig kant	Mindre god	God kant	Erosjon	Merknader				
			1	1&2	1	1&2	1	1&2	1	1&2	1	1&2	1	
1	115													
2	150	150			150	150		150					Blakket, turbid vann	
3	225	225			225					225			Graslagt grunn	
4	185				185	185		185					Graslagt grunn	
5	125		1		125	125	185	125		125			Fortsatt turbid, leire, godt skjul, liten fylling	
6	225		1		225	225	225			225			Pumpehus, koakklukt, overløpsledning? Plastdeponi	
7	285				285	285	285						Rør-landbruk m. noe utfelling, vannuttak, kuttråkk	
8	80				80		80			285			Bekken klarer noe, mye beiting nordlig side	
9	195				195		80	195		80			Gravd/planert langs bekk, rideskole, grøfting	
10	85				85			85					God kantveg, grussubstrat	
11	50				50			50					Sidebekk A: Sideløp partikkelforenset (graving)	
12	375				375			375					Sidebekk A: bra kantveg, klart vann	
12- (i.k.)	200												Sidebekk A: Rel. tettbygd område	
13	30													
14	70													
15	200												Sidebekk B: Forbygging (nytt veianlegg)	
15- (i.k.)	1200												Sidebekk B: OK	
													Sidebekk B: Utmarksområde	
16	100				100					100			Litt blakket vann, ny vei	
17	510				510		510						Forbygging, bebyggelse, jordbruk	
18	415				415		415						Kantveg uten trær	
18-	225			225	225								Rørlagt	
SUM	5045	375	225	2	360	2870	150	0	775	925	615	875	365	535
%		7	4		7	57	3	0	15	18	12	17	7	11

i.k.=ikke nærmere kartlagt

Prosjekt: O-98199		2. Crefstadbekken											
Dato:		31.8.99											
Strekn (nr)	Lengde m	Utrett	Rørlagt	Utslipp	Landbruk	Dårlig kant	Mindre god	God kant	Erosjon	Merknader	1	1&2	1&2
1	215									Skog, spredte hus			
2	90									Lite begroing, noe tilsilleming			
3	385			100				100		Bra kantveg			
4	165									Skog			
5	400				400		400	400	400	Skog, landbruk, vestsida: noe erosjonsutsatt, svak kantsone			
6	300				300		300			Svak kantsone av gras			
7	375				375		375			- "			
8	310				310		310			- " - , én side			
8-	225				225		225						
Side AB													
9	100				100			100		- " - , begge sider			
Side B													
10	185				185			185					
10-	325				325			325					
side A													
11	90				90			90					
11-	450				450			450					
SUM													
	3615	540	0	0	635	2225	0	0	935	1825	500	0	400
%	15	0	0	0	18	62	0	0	26	50	14	0	11

Prosjekt: O-98199		3. Sævelibekken												
		Dato:	31.8.99											
Strekn (nr)	Lengde m	Utrett	Rørlagt	Utslipp	Landbruk	Dårlig kant	Mindre god	God kant	Erosjon	Merknader				
			1	1&2	1	1&2	1	1&2	1	1&2				
1	400									Skog, spredt bebygg, noe stensatt				
2	290			290		290			290	Østside: Noe dyrket, noe erosjonsutsatt, beitemark				
3	250			250		250			250	Østside: Erosjonsutsatt, drenstør fra dyrket mark, vanninntak				
4	300													
5	550			550				550		God kantveg langs vannet				
6	300									Skog				
7	150			150		150				Skog				
8	85													
9	175			175		175								
10	270			270				270		God kantvegetasjon				
10- (lk)	2000									Skog				
SUM	4770	0	0	0	1685	0	150	0	715	0	820	0	540	0
%		0	0	0	35	0	3	0	15	0	17	0	11	0

i.k.=ikke nærmere kartlagt

Prosjekt: O-98199		4. Morholtbekken																	
Dato: 8.9.99		Utrett		Rørlagt		Utslipp		Landbruk		Dårlig kant		Mindre god		God kant		Erosjon		Merknader	
Strekn (nr)	Lengde m	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
1	375																		Skog
2	160				160										160				God kantveg
3	175				175										175				Bekken går i ravine, god kantveg
4	60	60																	Steinsatt og kanalisert ved vegkryssing
5	110															110			Vegfylling, venstre side
6	65																		Skog
7	125				125							125							Beitemark går nesten helt inntil bekken, venstre side
8	120				120										120				
9	125				125					50					75				Bra kantveg, men med stedvise hull
10	125																		Skog
11	160				160						160								Sidebekk A
12	200				200										200				Sidebekk A, brukbar kantvegetasjon, ravinedal
13	165				165					165									Sidebekk A
14	150			30	150							120							Sidebekk A, ca 30 meter rørlagt
14 (i.k.)	400																		Sidebekk A, skog
15	425																		Skog
16	235				235							235							Skog
17	175																		Skog, grøfter fra dyrket areal, gammel fylling langs bekken
18	600																		Sidebekk B, skog
19	275																		Skog
20	275				275							275							
21	240			70	240							170							
22	275			275	275														Sidebekk C, rørlagt
23	215				215							215							
24	375				375					375									Grøft, grønnsakproduksjon høyre side
SUM	5605	60	375	0	535	2460	375	215	160	1140	0	730	110	0					i.k. = ikke nærmere kartlagt
%		1	7		10	44	7	4	3	20	0	13	2	0					

Prosjekt: O-98199		5. Reddalselva		Dato: 8.9.99												
Strekn (nr)	Lengde m	Utrett	Rørlagt	Utslipp	Landbruk	Dårlig kant	Mindre god	God kant	Erosjon	Merknader	1	1&2	1	1&2	1	1&2
1	1050	1050			1050	1050				Kanalisert, svak kantvegetasjon						
2	650	650			650	650				" "						
3	500	500	250		500	250				Sidebekk A, delvis rørlagt, delvis grøft						
4	300	300			300	300				Kanalisert, svak kantvegetasjon						
5	700	700			700		700			" "						
5- (i.k.)	350									Skog						
6	600	600			600	600				Kanalisert, svak kantvegetasjon						
7	250	250			250	250	250	250		Sidebekk B, grønnsakproduksjon						
8	200	200	200		200	200				Sidebekk B, bebyggele på én side						
9	250	250			250	250				Sidebekk B,						
10	400	400			400	400	400	400		Sidebekk B,						
11	425	425			425	425	425	425		Kanalisert, svak kantvegetasjon						
12	2025									Skog						
13	2750									Skog						
14	1250									Skog						
15	550	550			550		550									
16	400	400			400		400									
17	900	900			900		900									
18	1225	1225			1225		1225			Grasproduksjon						
i.k.=ikke nærmere kartlagt																
SUM	14775	8400	250	0	3275	5125	0	2850	3525	1775	250	0	0	0	0	0
%		57	2		22	35	0	19	24	12	2	0	0	0	0	0

Vedlegg C. SFTs klassifiseringssystem

Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut tabellen nedenfor. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen. SFTs veileder inneholder også et verktøy for å vurdere egnethet av vannet for ulike brukerinteresser som drikkevann-råvann, friluftsbad og rekreasjon, fritidsdsfiske og jordvanning - åker og eng.

Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen et al. 1997).

Virknings av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringssalter	Total fosfor, µg P/l	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Klorofyll a, µg/l	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	Prim. prod., g C/m ² år	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	Total nitrogen, µg N/l	<300	300-400	400-600	600-1200	>1200
Organiske stoffer	TOC, mg C/l	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Fargetall, mg Pt/l	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	Oksygen, mg O ₂ /l	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	Oksygenmetning, %	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	KOF _{Mn} , mg O/l	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Jern, µg Fe/l	<50	50-100	100-300	300-600	>600
	Mangan, µg Mn/l	<20	20-50	50-100	100-150	>150
Forsurende stoffer	Alkalitet, mmol/l	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	pH	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
Partikler	Turbiditet, FTU	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	Suspendert stoff, mg/l	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
Tarmbakterier	Termotol koli. bakt., ant./100 ml	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
Miljøgifter (tungmetaller) i vann	Kobber, µg Cu/l	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink, µg Zn/l	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Kadmium, µg Cd/l	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	Bly, µg Pb/l	<0,05	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	Nikkel, µg Ni/l	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	Krom, µg Cr/l	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	Kvikksølv, µg Hg/l	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

Nøkkelparametre er gitt i kursiv.